



Sintesa dan Karakteristik Sifat Mekanik Karet Nanokomposit

Pocut Nurul Alam¹, Teuku Rihayat²

¹Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh - 23111

²Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Medan Banda Aceh, Buket Rata, Lhokseumawe
e-mail: pna_yol@yahoo.com

Abstrak

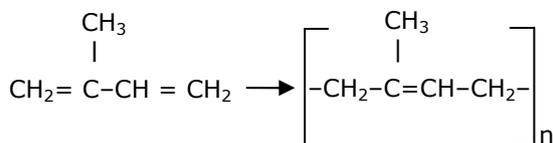
Peningkatan sifat mekanik karet alam dengan penambahan tanah liat nanokomposit pada konsentrasi berbeda yaitu 1, 3 dan 5 % berat sudah berhasil diteliti. Pada percobaan ini pengujian dilakukan dengan X-Ray Difrraction (X-RD) untuk analisa morfologi dan Instron untuk analisa uji tarik. Penambahan tanah liat nanokomposit kedalam matrik polimer adalah untuk meningkatkan sifat mekanik dari material asli dan juga untuk menghasilkan suatu produk polimer yang lebih murah. Hasil yang diperoleh adalah terjadinya peningkatan yang drastis terhadap *basal spacing* dari matrik polimer dan menunjukkan intercalasi diantara polimer dengan pengisinya. Uji tarik juga menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan yaitu 14.983 MPa pada karet alam menjadi 40.178 MPa pada karet alam-tanah liat nanokomposit 5% berat.

Kata kunci: karet alam, sifat mekanik, tanah liat nanokomposit

1. Pendahuluan

Karet alam adalah polimer isoprene (C_5H_8) yang mempunyai bobot molekul yang besar. Susunannya adalah $-CH-C(CH_3)=CH-CH_2-$. Karet Hevea yang diperoleh dari pohon *Hevea Brasiliensis* adalah bentuk alamiah dari 1,4-polyisoprene. Karet jenis ini memiliki ikatan ganda lebih dari 98% dalam konfigurasi *cis*nya yang penting bagi kelenturan atau elastisitas polyisoprene. Lebih dari 90% *cis* - 1,4 polyisoprene digunakan dalam industri karet Hevea (Tarachiwin dkk., 2005).

Proses polimerisasi susunan isoprene akan menghasilkan polimer dengan struktur ikatan kimia yang berbeda. Proses polimerisasi isoprene diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses polimerisasi isoprene

Karet alam adalah salah satu bahan penting yang digunakan secara luas dalam aplikasi teknik. Penggunaannya terutama disebabkan oleh kelembutan alaminya dan kemudahan pembentukannya. Bagaimanapun, bahan pengisi perlu ditambahkan dengan maksud untuk menyiasati sifat-sifat alami yang tidak dikehendaki sehingga didapat suatu produk seperti yang diinginkan.

Jenis dan jumlah bahan pengisi ditentukan terutama oleh karakteristik produk yang diinginkan dan kelenturannya. Bahan pengisi adalah campuran dari berbagai material termasuk di dalamnya arang hitam (*carbon black*), bahan mineral seperti *montmorillonite* (tanah liat), dan kalsium karbonat.

Tanah liat adalah salah satu bahan pengisi non arang yang sering dipakai sebagai bahan pengisi pada industri karet. Tanah liat adalah mineral murah dan telah menjadi bagian penting dalam industri karet dimana penggunaannya sebagai bahan pengisi ekonomis untuk memodifikasi penciptaan dan performa karet alami maupun karet sintetis. Ada banyak jenis tanah liat, tapi *montmorillonite* mempunyai catatan panjang sebagai bahan anorganik paling penting yang ditambahkan sebagai pengisi ke dalam latex (getah pohon karet) alami (Frounchi dkk., 2006; Dong dkk., 2006).

Dewasa ini, penelitian yang melibatkan senyawa organik-anorganik nanometer komposit menarik perhatian banyak peneliti. Penelitian terkait tentang hal ini dilakukan pertama sekali oleh tim riset dari Toyota (Usuki dkk., 1993) yang melakukan analisis tentang nano komposit dari *polyamide 6* dengan *organophilic clay*. Hasil penelitian mereka menunjukkan peningkatan dalam hal sifat mekanik dan sifat fisik produk jika dibandingkan dengan *polyamide 6* dalam bentuk murninya.

Laporan tentang polimer- *clay nano* komposit sudah ada sejak tahun 1961, dimana Blumstein mendemonstrasikan polimerisasi dari *vinyl* monomer yang di campurkan dengan *montmorillonite clay*. Akan tetapi pengaruhnya tidak sebesar yang didapatkan oleh tim Toyota (Gilman, 1999).

Saat ini, montmorillonite yang juga sering dimasukkan dalam kelas phyllosilicate 2:1 telah menarik perhatian sebagai bahan penguat nanokomposit bagi polimer karena sifat *anisotropis*nya dan kemampuannya untuk mengembang. Selain dua faktor tersebut, bahan-bahan *phyllosilicate 2:1* memiliki *aspect ratio* yang tinggi (500-2000) dan bentuk fisik yang seperti pelat. Karena struktur lapisannya yang unik, dan kemampuannya terpecah-pecah menjadi lempengan-lempengan dengan ukuran yang sangat kecil, tanah liat telah digunakan sebagai bahan-bahan penguat mikro yang memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang unik. Ada pendapat bahwa struktur-struktur dari material yang dipecahkan mempunyai pengaruh yang penting untuk menghasilkan penguatan mekanis yang tinggi, sementara struktur-struktur *intercalated* memiliki tingkat pengaruh yang lebih rendah (Yao dkk., 2002).

Sejauh ini tanah liat *montmorillonite* menjadi bahan yang mendapat perhatian paling besar berdasarkan kemampuannya untuk menyebar antar lapisan secara luas dan juga kemampuannya untuk mengembang. Dalam kondisi alami, bahan antar lapisan yang biasanya adalah ion-ion Na^+ atau K^+ . Ion-ion ini dapat digantikan dengan bahan-bahan berbeda untuk jenis-jenis yang berbeda pula. Penggantian bahan antar lapisan ini akan memberikan pengaruh pada kemampuan penyebaran partikel-partikel tanah liat di dalam air dan larutan elektrolit cair (Choi dkk., 2004). Karakteristik semacam ini memungkinkan pencampuran tanah liat ke dalam lateks cair.

Penelitian-penelitian fundamental terkait polimer tanah liat nanokomposit telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Secara umum, tiap penelitian menghasilkan suatu metode baru dalam hal pencampuran polimer dengan material pengisinya (*filler*), seperti yang dilakukan oleh group Kojima (Usuki dkk., 1993) dengan metode *in situ* polimerisasi, atau metode pencampuran dengan menambah pelarut dan pelelehan oleh group Giannelly (Krishnamoorti dan Giannelly, 1997).

Saat ini banyak riset polimer dengan *filler* tanah liat yang dilakukan seperti poly ϵ -caprolactone (Lepoittevin dkk., 2002), polystyrene (Chen dkk., 2001), epoxy (Gu dan Liang, 2003), polyimide (Agag dkk., 2001) dan polyurethane (Choi dkk., 2004).

Akan tetapi sejauh ini belum ada penelitian tentang kegunaan lapisan mikro silikat dalam susunan getah karet alam terutama di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari penggunaan lapisan mikro dari tanah liat *montmorillonite* dalam pengolahan karet alam (*cis-1,4-polyisoprene*).

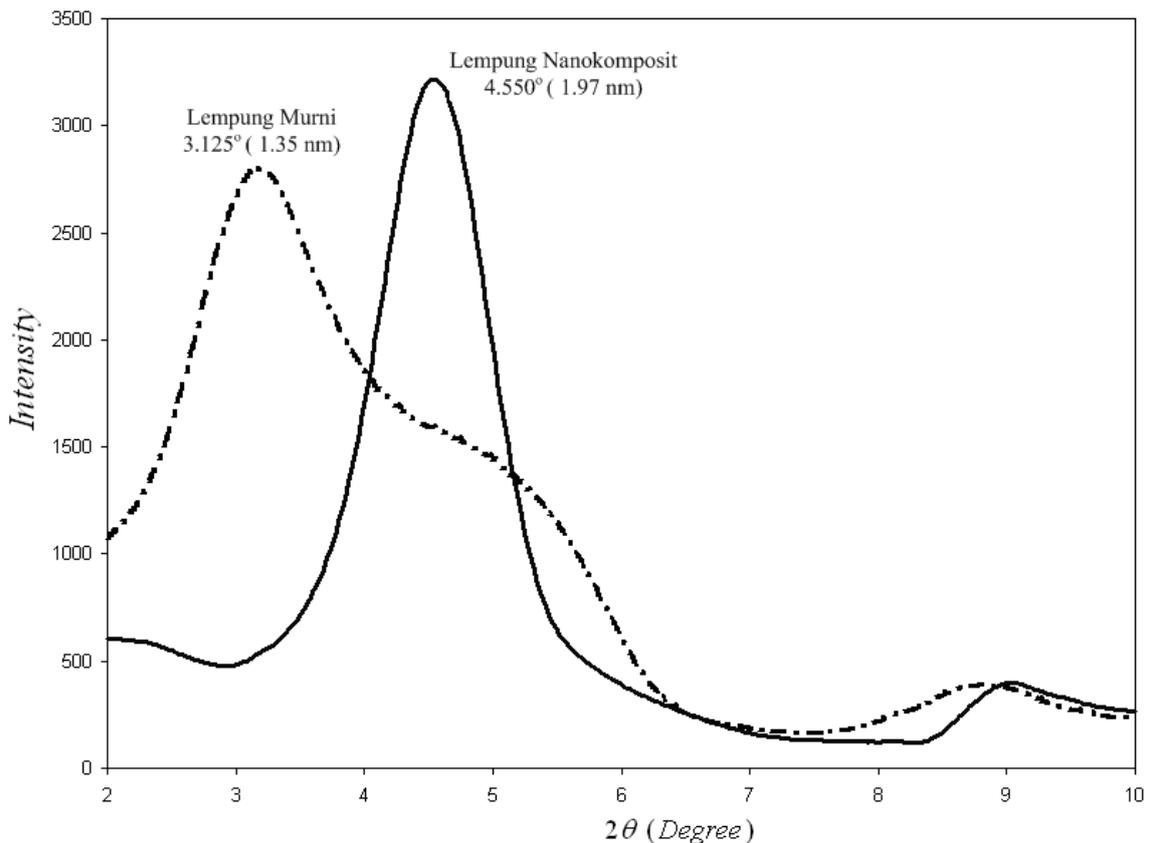
2. Metodologi

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah montmorillonite murni (*Kunipia-F*, Kunimine Industries Co. Ltd.) dan langsung digunakan tanpa dibersihkan, cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB, Fluka) sebagai *alkyl ammonium*, air suling, AgNO_3 0.1N (Merck), Karet alam yang mengandung 50% mol epoksi group, sulfur, kalsium stearate dan Vulkanox BKF (2,2-methylene-bis-(4-methyl-6-tert-butyl-phenol) yang diperoleh dari Malaysian Rubber Board (MRB), serta pelarut yang digunakan begitu diterima dan alat digunakan adalah *mortar sieve*, kertas saring, beaker glass 500 ml - 1 liter, *sieve tray* 100 μm - 325 μm dan oven, hot press, thermo hake polydrive, instron dan X-RD (X-Ray Diffraction)

2.2 Persiapan Bahan Baku Tanah Liat Nanokomposit

Ke dalam 500 mL beaker glass dimasukkan 0.05 mol cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) dan 250 mL air suling. Pada bagian lain, ke dalam beaker glass berukuran 1000 mL dilarutkan 20 gr bentonit dan 500 mL air. Kedua bejana ini diaduk dengan menggunakan strirer pada suhu 80°C selama 1 jam. Selanjutnya setelah 1 jam, kedua bahan ini dicampurkan dan diaduk kembali selama 1 jam berikutnya (Rihayat dkk., 2006). Kemudian larutan ini disaring, dimana filtratnya di uji dengan menggunakan AgNO_3 0.1N, dan jika masih terdapat chlorida atau bromida endapannya dicuci kembali dengan air panas. Perlakuan ini diulang terus sehingga tidak terdapat adanya bromide atau Klorida. Akhirnya endapan ini dikeringkan di dalam oven dan dihaluskan dengan *mortar sieve* serta disaring dengan menggunakan



Gambar 2. Grafik X-ray difraksimeter tanah liat murni dan tanah liat nanokomposit

sieve tray untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan.

2.3 Persiapan Bahan Baku Karet Alam Tanah Liat Nanokomposit

Karet alam-tanah liat nanokomposit dapat diolah dengan cara dilarutkan dengan pelarut atau secara pelelehan. Dalam penelitian ini, dilakukan pengolahan secara pelelehan.

Pelelehan, dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pencampuran 1, 3 dan 5% berat tanah liat nanokomposit dengan karet alam. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan mesin pencampur (thermo hake polydrive) pada temperatur 70°C dan kecepatan rotor 60 rpm. Karet alam dan tanah liat nanokomposit pertama sekali dimasukkan ke dalam thermo hake polydrive. Hasil pencampuran kemudian di kompres dengan menggunakan hot press dengan menggunakan *mold* ukuran ketebalan 1 mm pada temperatur 150°C.

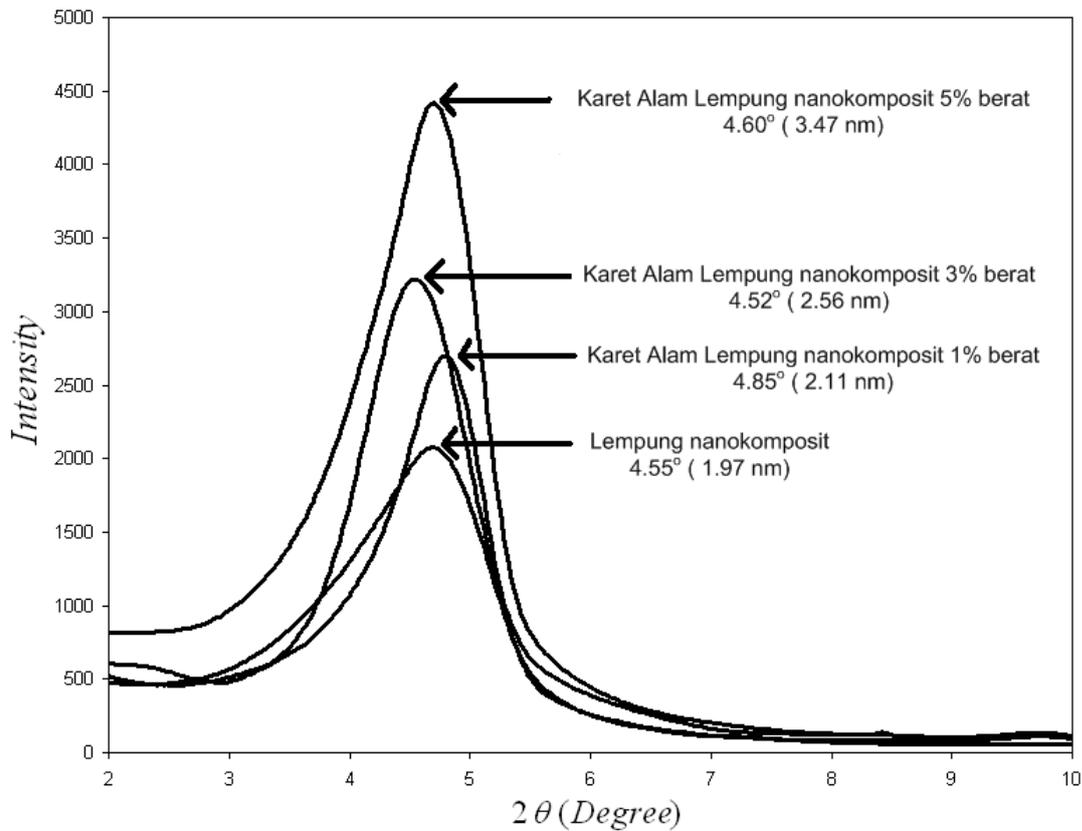
2.4 Karakterisasi

Tanah liat nanokomposit di karakterisasi menggunakan X-Ray diffractometry (X-RD), dimana temperatur yang digunakan adalah temperature ruang dengan menggunakan alat

Shimadzu XRD 600 X-ray diffractometer (30 kV, 30 mA) dengan menggunakan nikel untuk menyaring radiasi $CuK\alpha$ dimana laju scanning yang digunakan adalah dari 1°/menit pada range $2\theta = 2-10^\circ$. Sedangkan karet alam-tanah liat nanokomposit dikarakterisasi dengan menggunakan X-RD dan analisa uji tarik. Uji Tarik dilakukan menggunakan Instron 4468 dengan mengikuti prosedur spesifikasi dari ASTM D 638 type V, dimana sample dipotong menurut ukuran 120 x 15 x 2 mm³ dengan kecepatan penarikan 50 mm/min *crosshead speed*. Untuk setiap specimen, lima sample terbaik diambil dan dirata-ratakan untuk nilai uji tariknya.

3. Hasil dan Pembahasan

Tanah liat alam adalah bersifat senyawa anorganik yang bersifat *hydrophilic*. Sesuai dengan sifat alaminya, maka pencampuran dengan matrik polimer yang membawa sifat *hydrophobic* adalah sangat mustahil. Oleh sebab itu untuk menghasilkan kesesuaian dengan polimer, maka tanah liat perlu dimodifikasi sebelum disintesa menjadi nanokomposit. Perlakuan yang sangat populer saat ini dan relative mudah adalah dengan memodifikasi permukaan dari tanah liat, yaitu dengan merubah ion kationnya.



Gambar 3. Grafik X-ray difraksimeter tanah liat nanokomposit, karet alam-tanah liat nanokomposit 1,35 % berat.

Dimana pada riset ini kami melakukannya dengan menggunakan cetyl trimetyl ammonium bromide (CTAB).

Pengaruh dari modifikasi ini adalah dapat dilihat pada Gambar 2, dimana *basal spacing* menunjukkan perubahan yang sangat berarti dengan penambahan CTAB, yaitu dari 1.35 nm pada tanah liat murni menjadi sekitar 1,97 nm pada tanah liat nanokomposit. Perubahan ini dapat menjadi kesimpulan bahwa penambahan CTAB adalah sesuai sebagai *surfactant* untuk mengubah permukaan dari tanah liat murni sehingga sesuai sebagai pengisi untuk polimer matrik. Hasil ini seperti ini juga sudah dilaporkan oleh Xiong dkk. (2004).

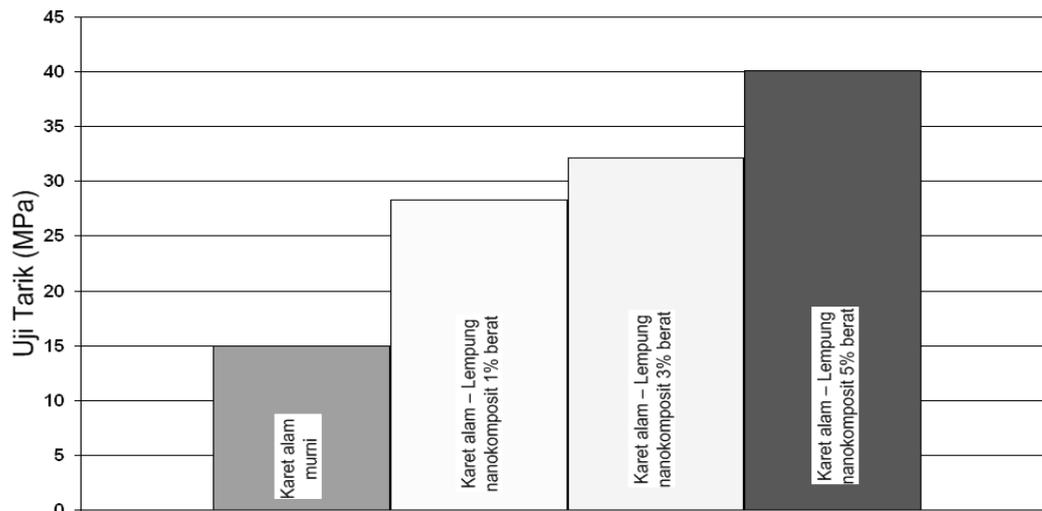
Gambar 3 menunjukkan grafik XRD untuk karet alam-tanah liat nanokomposit. Penambahan tanah liat nanokomposit kedalam polimer matrik ini dilakukan pada persen berat tanah liat nanokomposit yang berbeda yaitu 1, 3, 5 persen. Dari gambar terlihat bahwa terjadi peningkatan *basal spacing* dari tanah liat nanocomposite yaitu 2,11 nm pada karet alam-tanah liat nanokomposit 1% berat, 2,56 nm pada karet alam-tanah liat nanokomposit 3% berat dan 1,47 nm pada karet alam-tanah liat

nanokomposit 5% berat. Peningkatan ini menunjukkan bahwa terjadinya intercalasi antara polymer dengan tanah liat nanokomposit, dimana peningkatan terbesar terjadi pada penambahan 5% berat. Data dari *d*-spacing (nm) dan 2θ (degree) tanah liat murni, tanah liat nanokomposit, karet alam-tanah liat nanokomposit 1, 3, 5 % berat di tampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data dari *d*-spacing (nm) dan 2θ (degree) tanah liat murni, tanah liat nanokomposit, karet alam-tanah liat nanokomposit 1, 3, 5 % berat.

	2θ (degree)	<i>d</i> -spacing (nm)
Tanah liat murni	3,125	1,35
Tanah liat nanokomposit	4,55	1,97
Karet alam-tanah liat nanokomposit 1% berat	4,85	2,11
Karet alam-tanah liat nanokomposit 3% berat	4,52	2,56
Karet alam-tanah liat nanokomposit 5% berat	4,60	3,47

Hasil uji tarik ditunjukkan pada Gambar 4 dan data uji tariknya ditampilkan pada Tabel 2. Pada Gambar 4 terlihat bahwa hasil uji tarik karet alam murni < karet alam-tanah liat nanokomposit 1% berat < karet alam-



Gambar 4. Grafik Uji Tarik tanah liat nanokomposit, karet alam-tanah liat nanokomposit 1, 3, dan 5 % berat

tanah liat nanokomposit 3% berat < karet alam-tanah liat nanokomposit 5% berat. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Tabel 2 maka peningkatan uji tarik mencapai 380% hanya dengan penambahan tanah liat nanokomposit sebanyak 5 persen. Kecenderungan hasil penelitian yang sama seperti diatas juga dilaporkan oleh Rihayat dkk. (2006).

Tabel 2. Data Uji Tarik tanah liat nanokomposit, karet alam-tanah liat nanokomposit 1, 3, 5 % berat

	Uji Tarik (MPa)
Karet Alam Murni	14,983
Karet alam-tanah liat nanokomposit 1% berat	28,766
Karet alam-tanah liat nanokomposit 3% berat	32,342
Karet alam-tanah liat nanokomposit 5% berat	40,178

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, tanah liat murni telah berhasil diolah menjadi tanah liat nanokomposit dengan teknik perubahan kation. Setelah dilakukan modifikasi terhadap permukaan tanah liat murni, *basal spacing* menunjukkan perubahan yaitu dari 1,35 nm menjadi sekitar 1,97 nm. Sementara itu, penambahan tanah liat nanokomposit ke dalam polimer matrik akan menghasilkan intercalasi. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya peningkatan *basal spacing* menjadi 2,11 nm; 2,56 nm dan 3,47 nm masing-masing pada penambahan karet alam-tanah liat nano-komposit sebesar 1, 3, 5 % berat. Hasil uji tarik produk menunjukkan terjadi

peningkatan hingga 380% jika dibandingkan dengan matrik polimer.

Daftar Pustaka

- Agag, T., Koga, T., Takeichi, T. (2001) Studies on thermal and mechanical properties of polyimide-clay nano-composites, *Polymer*, 42, 3399.
- Chen, G., Ma, Y., Qi, Z. (2001) Preparation and morphological study of an exfoliated polystyrene/montmorillonite nanocomposites, *Scripta Materialia*, 44, 125-128.
- Choi, W. J., Kim, S. H., Kim, Y. J., Kim, S. C. (2004) Synthesis of chain-extended organifier and properties of polyurethane /clay nanocomposites. *Polymer*, 45, 6045-6057.
- Dong, W., Zhang, X., Liu, Y. Gui, H., Wang, Q., Gao, J., Song, Z., Lai, J., Huang, F., Qiao, J. (2006) Effect of rubber on properties of nylon-6 / unmodified clay / rubber nanocomposites, *European Polymer Journal*, 42, 2515-2522.
- Frounchi, M., Dadbin, S., Salehpour, Z., Nofaresti, M. (2006) Gas barrier properties of PP/EPDM blend nanocomposites. *Journal of Membrane Science*, 282, 142-148.
- Gilman, J. W. (1999) Flammability and thermal stability studies of polymer layered-silicat clay nanocomposites, *Applied Clay Science*, 15, 31-49.
- González, I., Eguiazábal, J. I, Nazábal, J. (2006) Rubber-toughened polyamide 6/clay nanocomposites, *Composites Science and Technology*, 66; 1833-1843.
- Gu, A., Liang, G. (2003) Thermal degradation behaviour and kinetic analysis of epoxy/montmorillonite nano-composites.

- Polymer Degradation and Stability*, 80, 383-391.
- Krishnamoorti, R., Giannelis, E. P. (1997) Rheology of end-tethered polymer layered silicate nanocomposites. *Macromolecules*, 30, 4097-4102.
- Lepoittevin, B., Devalckenaere, M., Pantourstier, N., Alexandre, M., Kubies, D., Calberg, C., Jerome, R., Dubois, P. (2002) Poly (ϵ -caprolactone) / clay nanocomposites prepared by melt intercalation: Mechanical, thermal and rheological properties, *Polymer*, 43, 4017-4023.
- Rihayat, T., Saari, M., Mahmood, M. H., Wan Yunus, W. M. Z., Suraya, A. R., Dahlan, K. Z. H. M., Sapuan, S. M. (2006) Synthesis and thermal characterization of polyurethane / clay nanocomposites based on palm oil polyol, *Polymer Plastics Technology Engineering*, 45, 1323.
- Tarachiwin, L., Sakdapipanich, J., Ute, K., Kitayama, T., Tanaka, Y. (2005) Structural characterization of α -terminal group of natural rubber 2: Decomposition of branch-points by phospholipase and chemical treatments, *Biomacromolecules*, 6, 1858-1863.
- Usuki, A., Kojima, Y., Kawasumi, Okada, A., Fukushima, Y., Kurauchi, T., Kamigaito, O. (1993) Synthesis of nylon 6-clay hybrid, *Journal of Materials Research*, 8, 1185-1189.
- Xiong, J., Liu, Y., Yang, X., Wang, X. (2004) Thermal and mechanical properties of polyurethane/montmorillonite nanocomposites based on a novel reactive modifier, *Polymer Degradation and Stability*, 86, 549.
- Yao, K. J., Song, M., Hourston, D. J., Luo, D. Z. (2002) Layered clay nanocomposites: 2 polyurethane nano composites, *Polymer*, 43, 1017-1020.