

Penyediaan Adunan LDPE/LNR Melalui Penyebaran Emulsi (Preparation of LDPE/LNR Blend Via Emulsion Dispersion)

RUSLI DAIK & YEE LEE CHING

ABSTRAK

Adunan polietilena berketumpatan rendah (LDPE)/getah asli cecair (LNR) dalam komposisi 100LDPE/0LNR, 70LDPE/30LNR, 60LDPE/40LNR dan 40LDPE/60LNR telah dihasilkan melalui penyebaran emulsi LDPE dan LNR. LNR diperolehi melalui tindak balas pemekaan fotokimia ke atas getah asli (NR) dan emulsi LNR disediakan dengan menggunakan natrium dodesil sulfat (SDS) sebagai agen pengemulsi dan 1-heksanol sebagai ko-pengemulsi. Emulsi LDPE dihasilkan dengan cara yang sama menggunakan larutan LDPE dalam karbon tetraklorida, SDS dan 1-heksanol. Adunan LDPE/LNR disediakan melalui pencampuran emulsi LNR dan LDPE. Sifat mekanik adunan LDPE/LNR dianalisis melalui ujian regangan, hentaman dan kekerasan. Sifat mekanik optimum diperhatikan bagi adunan dengan komposisi 60LDPE/40LNR yang memberi nilai tegasan dan terikan yang maksimum. Suhu peralihan kaca, T_g , seperti yang diperolehi daripada analisis kalorimetri imbasan pembezaan (DSC) menunjukkan adunan yang dihasilkan adalah homogen. Kajian morfologi yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop imbasan elektron (SEM) juga menunjukkan kehomogenan adunan yang dihasilkan.

Kata kunci: Getah asli cecair; adunan; penyebaran emulsi

ABSTRACT

Low density polyethylene (LDPE)/ liquid natural rubber (LNR) blends with the composition of 100LDPE/0LNR, 70LDPE/30LNR, 60LDPE/40LNR and 40LDPE/60LNR were prepared via dispersion of LDPE and LNR emulsion. LNR was obtained via photochemical sensitization of natural rubber (NR). Emulsion of LNR was prepared by using sodium dodecyl sulfate (SDS) and 1-hexanol as the emulsifier and co-emulsifier respectively. Emulsion of LDPE was prepared in the same way by using LDPE solution in carbon tetrachloride, SDS and 1-hexanol. LDPE/LNR blends were prepared via mixing of LNR and LDPE emulsions. Mechanical properties of the blends were analyzed by tensile, hardness and impact test. Optimum mechanical properties were observed for composite with composition of 60LDPE/40LNR that showed the maximum value of stress and strain. The glass transition temperature, T_g , of the blends as obtained from differential scanning calorimetric (DSC) showed that the blends were homogeneous. Morphology study by using scanning electron microscopy (SEM) also indicates the homogeneity of LDPE/LNR blends produced.

Keywords: Liquid natural rubber; blend; emulsion dispersion

PENDAHULUAN

Pengadunan polimer merupakan salah satu sektor teknologi polimer yang pesat berkembang. Pengadunan polimer adalah campuran dua atau lebih polimer tanpa melibatkan sebarang pembentukan interaksi kimia di antara bahan-bahan tersebut (Harper & Petrie 2003). Percampuran dua atau lebih polimer bagi menghasilkan sifat-sifat yang dikehendaki telah lama dilakukan dan menjadi semakin popular kerana berupaya mengubah suai sifat polimer asal kepada suatu bahan yang mempunyai sifat-sifat yang lebih baik, sesuai dengan keperluan pengguna. Amnya, keserasian polimer merujuk kepada keterlarutcampuran secara menyeluruh polimer-polimer individu tersebut secara rawak di antara satu sama lain dalam pelbagai komposisi. Seseengah pengkaji mendefinisikan campuran polimer yang serasi adalah campuran yang tidak menunjukkan pemisahan fasa. Walau bagaimanapun keserasian sesuatu campuran polimer sebenarnya

berhubung kait dengan campuran yang tidak mempamerkan pemisahan fasa serta memberikan sifat-sifat yang diperlukan sekurang-kurangnya oleh segmen-segmen polimer tersebut pada skala mikroskopik. Terdapat hanya sedikit sahaja polimer yang boleh membentuk campuran yang benar-benar terlarutcampur, yang boleh dicirikan oleh suhu peralihan kaca, T_g , tunggal (Olabisi et al. 1979) dan kehomogenan pada skala 5-10 nm (Manson & Sperling 1976). Kebolehcampuran polimer dalam adunan adalah penting untuk menghasilkan interaksi dalam matriks yang akan meningkatkan sifat mekanik dan memperbaiki morfologi adunan (Louis et al. 2001). Faktor-faktor yang mempengaruhi kehomogenan adunan termasuklah reologi komponen (nisbah kelikatan), suhu percampuran, komposisi adunan, masa percampuran dan kadar pengadunan (Ibrahim & Dahlan 1998). Kehomogenan adunan dilihat daripada kebolehan komponen untuk bercampur pada suatu parameter pemprosesan tertentu.

Percampuran optimum boleh berlaku apabila kelikatan komponen-komponen adunan hampir sama. Percampuran adalah sangat sukar berlaku sekiranya perbezaan kelikatan antara komponen adunan sangat ketara. Kelikatan bahan pula bergantung kepada suhu, kadar dan masa percampuran (Ibrahim & Dahlan 1998).

Adunan polietilena-getah asli cecair (PE/LNR) merupakan kumpulan termoplastik-elastomer (Choudhury et al. 1990). Polietilena dijangkakan serasi dengan getah asli cecair apabila diadunkan (Brydson 1995). Berdasarkan kajian lepas, didapati bahawa penyediaan adunan melalui kaedah pengadunan leburan memerlukan suhu pemprosesan yang tinggi iaitu mengikut suhu lebur polimer yang digunakan. Selain itu, masalah ketidakserasian adunan juga sering wujud dan memerlukan agen penserasi untuk membaiki interaksi antara fasa adunan tersebut. Di samping itu, penyediaan adunan melalui kaedah pengadunan larutan melibatkan penggunaan pelarut yang banyak dan mempunyai masalah dan kesukaran untuk menyingkirkan pelarut berlebihan.

Tambahan pula, terdapat polimer termoplastik yang merupakan bahan yang mempunyai suhu lebur yang tinggi atau sensitif terhadap suhu maka kemungkinan ia sukar dilebur dan dilarutkan. Dengan itu, kaedah yang lazim digunakan seperti pengadunan leburan dan pengadunan larutan tidak sesuai diaplikasikan untuk polimer sedemikian (Sun & Ruckenstein 1995).

Oleh yang demikian, langkah alternatif yang diambil untuk menyediakan adunan LDPE/LNR dalam kajian ini adalah melalui penyebaran emulsi. Berdasarkan kajian lepas, didapati bahawa penyediaan adunan melalui kaedah penyebaran emulsi dapat dijalankan pada suhu yang lebih rendah (Li et al. 2005). Selain itu, bahan polimer disediakan dalam bentuk emulsi polimer yang senang dikendalikan. Ini memudahkan proses pencampuran antara emulsi polimer yang berlainan sifat. Tambahan pula, dalam kaedah pengadunan secara penyebaran emulsi, molekul agen pengemulsi yang digunakan terdiri daripada bahagian polar dan bukan polar maka agen pengemulsi ini bertindak sebagai perantara untuk menggabungkan polimer dengan kepolaran berbeza lalu dapat meningkatkan keserasian dan interaksi antara fasa dalam adunan poliomer. Selain itu, cas pada molekul pengemulsi yang terjerap pada permukaan antara fasa adunan akan menghasilkan suatu lapisan elektrik pada permukaan adunan. Daya elektrostatik yang wujud dapat mengurangkan masalah aglomerasi dalam struktur adunan selepas pencampuran. Secara tidak langsung, adunan yang dihasilkan mempunyai penyebaran dan penyerakan zarah yang sekata dan adunan yang homogen dapat diperolehi melalui kaedah penyebaran emulsi. Adunan homogen daripada pencampuran emulsi yang berasimilasi akan mempunyai kelebihan dari segi sifat mekanikal, terma dan pemprosesan berbanding dengan bahan polimer asal.

KAEDAH UJIKAJI

LNR disediakan berdasarkan kaedah yang dilaporkan sebelum ini (Ibrahim & Zuriati 1989). Penyediaan emulsi getah asli cecair (LNR), dilakukan dengan melarutkan mendakan LNR dalam karbon tetraklorida. Pengemulsi natrium dodesil sulfat (SDS dilarutkan dalam air dan dikacau selama 20 minit. Kemudian dititiskan 1-heksanol (beberapa titis) dan pengacauan diteruskan selama 20 minit. Akhirnya LNR dituangkan perlahan-lahan ke dalam campuran tersebut dan pengacauan diteruskan selama 1 jam. Penyediaan emulsi LDPE dilakukan dengan kaedah yang sama seperti yang dinyatakan di atas pada suhu rendaman 67°C.

Adunan polietilena berketumpatan rendah (LDPE)/getah asli cecair (LNR) dalam komposisi 100LDPE/0LNR, 70LDPE/30LNR, 60LDPE/40LNR dan 40LDPE/60LNR dihasilkan melalui penyebaran emulsi LDPE dan LNR dengan suhu rendaman ditetapkan pada 67°C dan pengadunan dilakukan selama 2 jam untuk menghasilkan adunan yang homogen. Campuran emulsi LDPE/LNR ditambahkan secara perlahan-lahan ke dalam bikar yang mengandungi aseton dalam nisbah isipadu 1:3. Aseton digunakan kerana ia bukan pelarut bagi LDPE dan LNR (Sun & Ruckenstein 1995; Papaspyrides et al. 1995). Seterusnya, adunan dituras dan dikeringkan semalaman dalam ketuhar pada suhu 40°C. Kepingan adunan LDPE/LNR dihasilkan dengan penekanan pada 130°C, tekanan 7 tan metrik selama 2 minit dengan ketebalan tertentu dan digunakan untuk pencirian sifat mekanik iaitu ujian regangan, ujian hentaman, ujian kekerasan dan kajian morfologi.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

UJIAN REGANGAN

Ujian regangan dilakukan untuk menilai adunan LDPE/LNR yang dihasilkan melalui kaedah penyebaran emulsi dari segi kekuatan regangan apabila daya luar dikenakan. Jadual 1 menunjukkan nilai tegasan maksimum, terikan pada pemutusan dan modulus Young pada komposisi adunan LDPE/LNR yang berbeza seperti ditunjukkan melalui contoh graf dalam Rajah 1 bagi nilai tegasan maksimum.

Tegasan merupakan ukuran keamatan tindakan daya luar pada sebarang titik dalam sesuatu jasad. Umumnya nilai tegasan maksimum bagi adunan dengan komposisi 100LDPE/0LNR, 70LDPE/30LNR, 60LDPE/40LNR dan 40LDPE/60LNR menunjukkan kekuatan regangan meningkat dengan peningkatan komponen LDPE dalam adunan disebabkan oleh sifat LDPE yang mempunyai kekuatan regangan yang tinggi. Perbandingan antara adunan 70LDPE/30LNR dan adunan 60LDPE/40LNR menunjukkan bahawa terdapat peningkatan nilai tegasan maksimum sebanyak 23.2%. Dalam kedua-dua adunan ini, komponen LDPE wujud sebagai fasa matriks dan komponen LNR wujud sebagai fasa tersebar. Walau

JADUAL 1. Keputusan ujian regangan bagi adunan LDPE/LNR

LDPE/LNR	Tegasan maksimum (MPa)	Terikan pada pemutusan (%)	Modulus Young (MPa)
100:0	6.2	26	43.4
70:30	4.3	104	31.3
60:40	5.3	114	24.7
40:60	2.8	64	21.7

bagaimanapun, dipercayai terdapat sebahagian kecil fasa LNR yang tergumpal atau aglomerasi dalam adunan 70LDPE/30LNR yang menyebabkan daya tumpuan yang besar pada kawasan teraglomerat dan menyumbang kepada penurunan nilai tegasan maksimum. Bagi adunan 60LDPE/40LNR pula, nilai tegasan maksimum adalah tinggi iaitu 5.3 MPa. Ini kerana kaedah penyebaran emulsi yang berkesan telah membantu kewujudan interaksi antarafasa yang baik dan penyebaran LNR yang sekata dalam polimer LDPE. Berdasarkan Rajah 1, didapati bahawa nilai tegasan maksimum terus menurun sebanyak 47.2% iaitu daripada 5.3 MPa bagi adunan 60LDPE/40LNR kepada 2.8 MPa bagi adunan 40LDPE/60LNR. Fenomena sebegini terjadi kerana dalam adunan 60LDPE/40LNR, komponen LNR wujud sebagai fasa tersebar dan komponen LDPE sebagai fasa matriks manakala keadaan yang sebaliknya pada adunan 40LDPE/60LNR iaitu komponen LNR adalah fasa matriks dan komponen LDPE sebagai fasa tersebar. Dengan itu, nilai tegasan maksimum bagi adunan 40LDPE/60LNR adalah lebih rendah (Asaletha et al.1999).

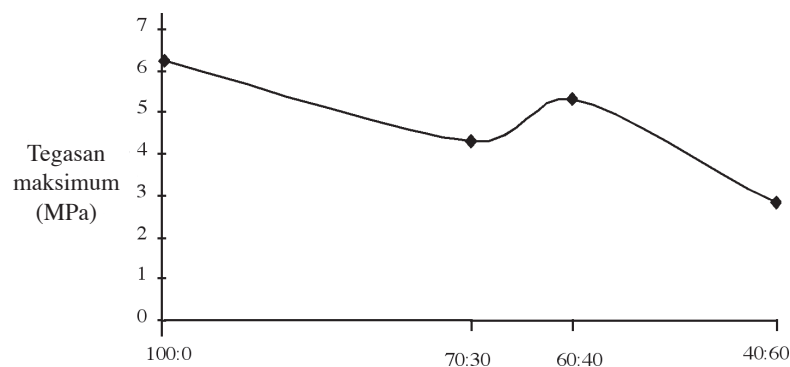
Terikan merupakan perubahan relatif saiz dan bentuk sesuatu jasad disebabkan oleh tegasan. Jadual 1 menunjukkan bahawa, umumnya nilai terikan pada pemutusan mengalami peningkatan dengan pertambahan komponen LNR dalam adunan LDPE/LNR. Adunan 70LDPE/30LNR dan 60LDPE/40LNR memberi peningkatan nilai terikan pada pemutusan yang tinggi berbanding dengan adunan LDPE iaitu dari 26% meningkat sehingga 104 % dan 114. Ini menunjukkan kaedah penyediaan kedua-dua adunan dengan menggunakan sebaran emulsi dapat

meminimum pemisahan fasa dan meningkatkan interaksi antarafasa LDPE/LNR yang menyebabkan ia lebih sukar diputuskan jika adunan mengalami canggaaan. Dalam adunan 40LDPE/60LNR pula, penurunan nilai terikan pada pemutusan yang mendadak diperhatikan iaitu hanya 64% berbanding 104% dan 114% bagi adunan 70LDPE/30LNR dan adunan 60LDPE/40LNR. Dalam adunan ini LNR bertindak sebagai fasa selanjat. Penambahan komponen LDPE mengurangkan sifat kenyal LNR dan menjadikan LNR bersifat kaku dan kurang mulur yang menyebabkan penurunan nilai terikan pada pemutusan (Ibrahim & Dahlan 1998). Tambahan pula dalam adunan ini kedua-dua LDPE dan LNR mungkin membentuk fasa dwi-selanjat kerana perbezaan komposisi yang kecil. Menurut kajian Qin et al. (1990), adunan di mana tiada satu komponen yang dominan iaitu kedua-dua komponen bertindak sebagai fasa selanjat, nilai terikan akan menurun dengan ketara.

Modulus Young mempunyai hubungan dengan nilai tegasan dan nilai terikan sesuatu bahan. Nilainya diperolehi daripada kecerunan graf tegasan melawan terikan. Nilai modulus Young meningkat dengan peningkatan komponen LDPE dalam adunan disebabkan sifat LDPE yang mempunyai nilai modulus Young yang tinggi (Qin et al. 1990).

UJIAN HENTAMAN

Kekuatan hentaman menunjukkan toleransi terhadap hentaman yang dikenakan secara mengejut. Apabila adunan LDPE/LNR dikenakan hentaman, satu retakan akan terbentuk menerusi takukan sedalam 1 mm.



RAJAH 1. Keputusan tegasan maksimum bagi adunan LDPE/LNR pada komposisi LDPE/LNR yang berbeza

Jadual 2 menunjukkan nilai kekuatan hentaman meningkat dengan pertambahan komposisi LNR dalam adunan LDPE/LNR. Peranan fasa LNR dalam adunan adalah penyerapan tenaga hentaman dan menyebarkan ke bahagian yang lain. Dengan itu, apabila canggaaan matriks yang berlaku di kawasan hadapan takuk, pada masa yang sama tenaga hentaman yang dikenakan akan diserap oleh fasa LNR dan tersebar ke seluruh bahagian yang lain. Jika penyebaran tenaga hentaman yang berlaku adalah lebih cekap maka nilai kekuatan hentaman adunan adalah lebih tinggi.

UJIAN KEKERASAN

Dalam ujian ini, pengukuran kekerasan dilakukan dengan menggunakan Durometer jenis Shore D bagi adunan LDPE/LNR pada komposisi yang berbeza. Jadual 3 menunjukkan bahawa kekerasan sampel menurun dengan pertambahan komposisi LNR. Apabila semakin banyak kuantiti komponen LNR dalam adunan LDPE/LNR, maka adunan akan menjadi lebih lembut. Pemerhatian yang serupa pernah dilaporkan oleh Sharim Ahmad et al. (1994) dan Ibrahim et al. (1995) yang menyatakan sifat fizik NR adalah lembut berbanding dengan plastik. Oleh itu, sebarang bahan dengan komposisi NR yang tinggi akan wujud sebagai bahan kenyal dan lembut. Sebaliknya, komposisi LDPE yang wujud dalam adunan akan menentukan kekerasan sampel yang dihasilkan. Menurut kajian Qin et

al. (1990), nilai kekerasan LDPE adalah tinggi berbanding dengan NR maka adunan dengan LDPE sebagai fasa matriks akan memberikan nilai kekerasan yang tinggi.

ANALISIS KALORIMETRI IMBASAN PEMBEZA

Kajian sifat terma merupakan teknik yang sangat berguna untuk menentukan keterlarutcampuran dan/atau keserasian adunan polimer. Ibrahim dan Dahlan (1998) menyatakan bahawa kehomogenan sesuatu adunan dapat dinilai daripada kedudukan suhu peralihan kaca (T_g) dalam adunan yang disediakan. Mereka menjelaskan bahawa adunan yang serasi dan terlarutcampur akan menunjukkan nilai T_g yang tunggal dan berada di antara nilai T_g kedua-dua komponen asal. Walau bagaimanapun, nilai T_g adunan yang berada di luar kawasan perantaraan bagi T_g kedua-dua komponen menunjukkan komponen yang ditambahkan dalam adunan telah menyebabkan kesan pemplastikan.

Dalam penyelidikan ini, sampel adunan LDPE/LNR adalah dalam bentuk serbuk dan dipanaskan pada suhu -60°C hingga 140°C dengan kadar pemanasan 10°C/minit manakala LNR dalam bentuk pepejal lembut dipanaskan pada suhu -60°C hingga 140°C dengan kadar pemanasan 20°C/minit. Jadual 4 menunjukkan adunan LDPE/LNR dengan komposisi 70:30, 60:40 dan 40:60 yang dihasilkan melalui kaedah penyebaran emulsi mempunyai nilai T_g tunggal yang berada dalam lingkungan T_g LNR dan T_g LDPE asal (suhu peralihan kaca bagi rantai cabang LDPE iaitu

JADUAL 2. Keputusan ujian hentaman bagi adunan LDPE/LNR

Komposisi LDPE/LNR	Kekuatan hentaman (kJ/m ²)
100:0	7.7
70:30	9.4
60:40	12.1
40:60	14.8

JADUAL 3. Keputusan ujian kekerasan bagi adunan LDPE/LNR

Komposisi LDPE/LNR	Kekerasan (Shore D)
100:0	49.0
70:30	40.4
60:40	38.0
40:60	24.2

JADUAL 4. Suhu peralihan kaca bagi adunan LDPE/LNR

LDPE/LNR	Suhu Peralihan Kaca, T_g (°C)
100:0	51.19
70:30	24.60
60:40	18.06
40:60	16.55
0:100	-53.64

dalam lingkungan peralihan - β) (Prasad 1999). Perubahan nilai T_g juga menunjukkan terdapat interaksi yang berlaku di antara fasa LDPE dan fasa LNR (El-Sabbagh 2003). Dengan itu, ternyata bahawa kaedah penyebaran emulsi dapat menghasilkan adunan LDPE/LNR yang homogen.

KAJIAN MORFOLOGI

Kajian morfologi dijalankan menggunakan mikroskop imbasan elektron (SEM) ke atas sampel yang telah mengalami ekstraksi pelarut. Sampel tersebut memberikan maklumat morfologi taburan fasa untuk menentukan kehomogenan adunan LDPE/LNR yang dihasilkan daripada kaedah penyebaran emulsi. Mikrograf SEM bagi keempat-empat sampel ditunjukkan seperti Rajah 2, 3, 4 dan 5 masing-masing bagi adunan 100LDPE/0LNR, 70LDPE/30LNR, 60LDPE/40LNR dan 40LDPE/60LNR dengan pembesaran 1000 \times . Tompokan gelap dalam mikrograf menunjukkan rongga kosong yang ditinggalkan oleh fasa getah yang telah diekstrak menggunakan pelarut toluena. Manakala tompokan cerah ialah fasa LDPE dan fasa getah asli cecair yang terjepap pada polimer LDPE (Dahlan 1998).

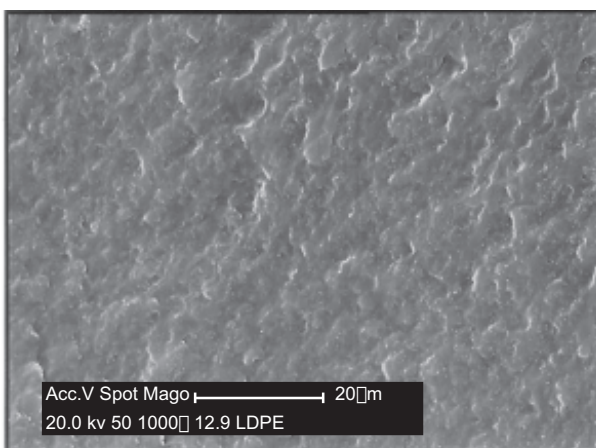
Merujuk Rajah 2, morfologi bagi permukaan LDPE tulen jelas menunjukkan bahawa ia tidak mempunyai tompokan gelap seperti yang dijangkakan. Manakala Rajah 3 iaitu mikrograf SEM bagi adunan komposisi 70LDPE/30LNR menunjukkan bahawa tompokan gelap yang wujud dengan diameter tompokan adalah dianggarkan dalam julat antara 10 nm hingga 15 nm. Secara keseluruhannya, menunjukkan taburan fasa yang baik dan menunjukkan adunan 70LDPE/30LNR yang homogen dapat diperolehi melalui kaedah penyebaran emulsi. Walau bagaimanapun, diperhatikan bahawa wujudnya beberapa kawasan yang hanya mengandungi fasa LDPE. Ini memberikan sebab kepada penurunan kekuatan regangan yang telah dibincangkan.

Merujuk Rajah 4, iaitu mikrograf SEM bagi adunan 60LDPE/40LNR, didapati bahawa diameter tompokan gelap

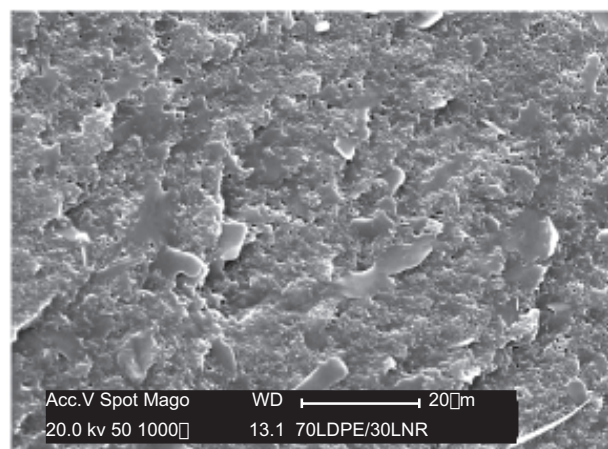
yang wujud adalah dianggarkan dalam julat antara 10 nm hingga 20 nm dengan taburan fasa getah yang lebih sekata berbanding adunan 70LDPE/30LNR. Ini membuktikan bahawa kewujudan interaksi yang paling baik bagi adunan 60LDPE/40LNR di mana komponen LDPE dan komponen getah yang terlekat bersama sehingga sukar untuk dibezakan bahagian komponen LDPE dan komponen LNR dalam adunan. Adunan yang lebih homogen akan menunjukkan sifat mekanikal yang lebih baik. Dengan itu, adunan 60LDPE/40LNR telah menunjukkan kekuatan regangan dan nilai terikan pada pemutusan yang tertinggi berbanding dengan adunan LDPE/LNR yang lain seperti yang telah dibincangkan sebelum ini. Pemerhatian yang serupa juga pernah dilaporkan oleh penyelidik lain (Ibrahim et al. 1995).

Berdasarkan pemerhatian terhadap Rajah 5 iaitu mikrograf SEM bagi adunan 40LDPE/60LNR, didapati bahawa taburan fasa yang sekata dalam adunan diperolehi. Tompokan gelap yang ditinggalkan oleh partikel getah adalah agak besar dengan diameter dianggarkan dalam julat antara 20 nm hingga 70 nm. Didapati bahawa saiz domain bagi fasa LDPE yang tertabur pada LNR adalah besar berbanding dengan taburan fasa bagi komposisi yang lain. Menurut kajian Asaletha et al. (1999), saiz domain yang besar berkait rapat dengan penggumpalan dan rekombinasi domain fasa tersebar. Dengan itu, kesan penggumpalan fasa LDPE dalam adunan 40LDPE/60LNR menyebabkan penurunan terikan pada pemutusan.

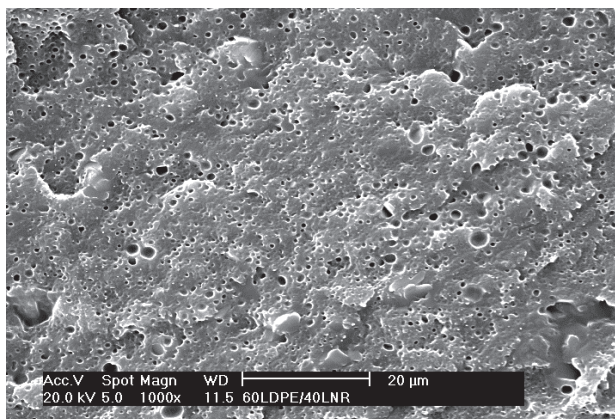
Secara keseluruhan, adunan LDPE/LNR yang dihasilkan melalui kaedah penyebaran emulsi menunjukkan taburan fasa LDPE dan LNR yang sangat sekata. Selain itu, kajian morfologi yang dijalankan menunjukkan bahawa saiz tompokan gelap yang wujud adalah dalam skala nano iaitu 10 nm hingga 70 nm. Ini menunjukkan bahawa penyediaan adunan LDPE/LNR melalui kaedah penyebaran emulsi dapat menghasilkan adunan yang homogen dalam skala nano walaupun tanpa penggunaan agen penserasi.



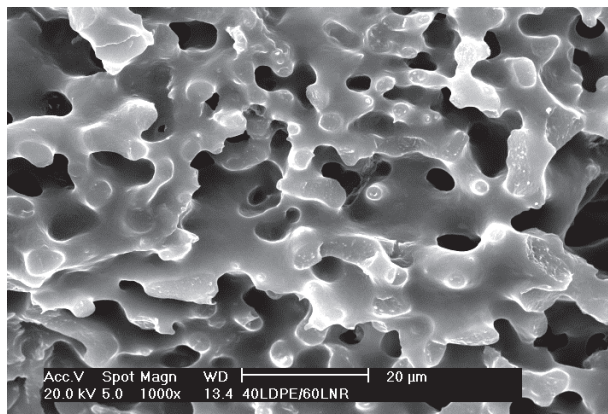
RAJAH 2. Mikrograf SEM bagi kawasan patahan hentaman bagi adunan 100LDPE/0LNR dengan pembesaran 1000 \times



RAJAH 3. Mikrograf SEM bagi kawasan patahan hentaman bagi adunan 70LDPE/30LNR dengan pembesaran 1000 \times



RAJAH 4. Mikrograf SEM bagi kawasan patahan hentaman bagi adunan 60LDPE/40LNR dengan pembesaran 1000 \times



RAJAH 5. Mikrograf SEM bagi kawasan patahan hentaman bagi adunan 40LDPE/60LNR dengan pembesaran 1000 \times

KESIMPULAN

Berdasarkan keputusan dan perbincangan dapat disimpulkan bahawa adunan 60LDPE/40LNR memberikan nilai tegasan, terikan dan hentaman yang lebih tinggi berbanding adunan 70LDPE/30LNR kerana kewujudan interaksi antarafasa yang baik dan penyebaran fasa LNR yang lebih sekata dalam fasa matriks LDPE. Kandungan LDPE yang lebih tinggi menyebabkan kerapuhan bahan meningkat. Melalui analisis kalorimetri imbasan pembeza (DSC), adunan 70LDPE/30LNR, 60LDPE/40LNR dan 40LDPE/60LNR menunjukkan suhu peralihan kaca, T_g yang tunggal masing-masing adalah 24.60 °C, 18.06 °C dan 16.55 °C; yang wujud di perantaraan kedua-dua T_g komponen asal. Ini menunjukkan adunan LDPE/LNR yang dihasilkan melalui kaedah penyebaran emulsi adalah homogen.

RUJUKAN

- Asaletha, R., Kumaran, M.G. & Thomas, S. 1999. Thermoplastic elastomers from blends of polystyrene and natural rubber: morphology and mechanical properties. *European Polymer Journal* 35: 253 - 271.
- Brydson, J.A. 1978. *Rubber chemistry*. London: Applied Science Publishers LTD.
- Choudhury, N.R., De, P.P. & Bhowmick, A.K. 1990. Thermoplastic elastomeric NR/PE blends. Dlm. *Thermoplastic Elastomer from Rubber-plastic Blends* De, S.K. & Bhowmick, A.K. (pnyt.). pp 71- 99. New York: Ellis Horwood.
- Dahlan b. Haji Mohd. 1998. Peranan getah asli cecair dalam penserasian adunan getah asli/polietilena. Disertasi PhD. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- El-Sabbagh, S.H. 2003. Compatibility study of natural rubber and ethylene - Propylene diene rubber blends. *Polymer Testing* 22: 93-100.
- Harper, C. A. & Petrie, E. M. 2003. *Plastics materials and processes a concise encyclopedia*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., Publication.
- Ibrahim, A. & Dahlan, M. 1998. Thermoplastic natural rubber blends. *Prog. Polym. Sci.* 23: 665-706.
- Ibrahim Abdullah, Sahrim Ahmad & Che Som Sulaiman. 1995. Blending of natural rubber with linear low-density

polyethylene. *Journal of Applied Polymer Science* 58: 1125-1133.

- Ibrahim Abdullah & Zuriati Zakaria. 1989. Pendepolimeran fotokimia getah asli. *Sains Malaysiana* 18(2): 99-109.
- Li, H., Yu, Y. & Yang, Y. 2005. Synthesis of exfoliated polystyrene/montmorillonite nanocomposite by emulsion polymerization using a zwitterions as the clay modifier. *European Polymer Journal* 41: 2016-2022.
- Louis, C., Chailan, J.F., Bartolomeo, P. & Vernet, J.L. 2001. Morphology, thermal and mechanical properties of rubber and polysulfone blends. *Polymer* 42: 7107-7115.
- Manson, J.A. & Sperling, J.H. 1976. *Polymer blends & composites*. New York: Plenum Press.
- Olabisi, O., Robeson, L.M. & Shaw, M.T. 1979. *Polymer-polymer miscibility*. New York: Academic Press.
- Papaspyrides, C. D., Poulakis, J.G. & Arvanitopoulos, C.D. 1995. Recycling of glass fiber reinforced thermo - plastic composites. I. Ionomer and low density polyethylene based composites. *Resources, Conservation and Recycling* 14: 91-101.
- Prasad, A. 1999. *Polymer data handbook*. Oxford University Press, Inc.
- Qin, C., Yin, J. & Huang, B. 1990. Mechanical properties, structure, and morphology of natural rubber/low density polyethylene blends prepared by different processing methods. *Rubber Chemistry and Technology* 63(1): 77-91.
- Sahrim Ahmad, Ibrahim Abdullah, Che Som Sulaiman, Kohjiya, S. & Yoon, J. R. 1994. Natural Rubber - HDPE blends with liquid natural rubber as a compatibilizer 1. Thermal and mechanical properties. *Journal of Applied Polymer Science* 51: 1357-1363.
- Sun, Y. & Ruckenstein, E. 1995. Poly(3-methylthiophene) - Rubber conductive composite prepared via an inverted emulsion pathway. *Synthetic Metals* 74: 145-150.

Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor D.E.
Malaysia

Diserahkan : 5 Januari 2007

Diterima : 27 Februari 2007