KESAN PENAMBAHAN HABUK KAYU CENGAL TERHADAP SIFAT KEKERASAN LDPE (Low Density Polyethelene)

MOHD SOBRI BIN HUSSIN*
SHAMSUDDIN BIN ABDULLAH**
AHMAD FARUDZI BIN AZIB***

Abstrak

Kajian ini melibatkan Polietelena Berketumpatan Rendah (LDPE) diadun dengan bahan tambah iaitu habuk kayu Cengal (HK). Habuk kayu dapat dimajukan, ini kerana sisa kayu dapat mengurangkan kos penggunaan bahan asli dalam pengeluaran. Lantaran itu, kajian dilakukan berhubung dengan kekekerasan sesuatu bahan campuran yang dihasilkan. Oleh itu, satu kajian dilakukan bagi menentukan kesan penambahan habuk kayu terhadap kekerasan bahan LDPE yang akan dihasilkan. Kajian dilakukan dengan melihat kesan ke atas penambahan habuk kayu dengan sifat LDPE tulen. Pemerhatian dilakukan terhadap sifat mekanikal LDPE yang dikurangkan kuantiti jisimnya dengan nisbah penambahan habuk kayu sebanyak 3, 6, 9, 12 dan 15 peratus. Habuk kayu diayak menerusi pengayak yang bersaiz 200 μm dan ditimbang mengikut campuran penambahan. Sampel dihasilkan menggunakan mesin suntikan panas bagi tujuan ujian kekerasan. Keputusan ujian dianalisa bertujuan untuk membuat perbandingan dengan 100% LDPE dengan peratusan HK yang ditetapkan. Ujian kekerasan secara keseluruhannya meningkat. Peningkatan paling tinggi adalah pada sampel 12% HK iaitu sebanyak 8.2%. Dalam kajian ini kekerasan bahan meningkat dengan penambahan HK. Kajian lanjut tentang kekuatan bahan boleh diteruskan melalui penambahan saiz partikel pengisi yang lebih halus.

Kata kunci: Habuk kayu chengal, LDPE, Ujian kekerasan, Peratusan yang ditetapkan, Kekerasan meningkat

* Pensyarah/ Ijazah sarjana muda di Jab. Kej. Mekanikal/ Politeknik Kota Bharu.

** Pensyarah/ Ijazah sarjana muda di Jab. Kej. Mekanikal/ Politeknik Kota Bharu.

*** Pensyarah/ Ijazah sarjana muda di Jab. Kej. Mekanikal/ Politeknik Kota Bharu.

Abstract

The study involved Low Density Polyethylene (LDPE) blended with additive that is sawdust Cengal (HK). Sawdust can be developed, because wood waste can reduce the use of natural materials in production. Thus, a study was undertaken in relation to the hardness of the produced mixture. Therefore, a study was conducted to determine the effect of wood dust on the hardness of the produced mixture LDPE material to be produced. The study was undertaken by looking at the effect of adding the quantity of sawdust to the nature of pure LDPE. Observations were made on the mechanical properties of LDPE when the quantity of mass is reduced by increasing the sawdust ratio from 3 to 6, 9, 12 and 15 percent. Sawdust was sifted through a sieve with the size of 200 μm and weighed by the addition of a mixture. Samples for hardness test were produced by using injection hot machine. The test results are analyzed in order to make a comparison with 100 % LDPE with HK prescribed percentage. (It is found that overall, the hardness of the produced mixture has increased. The highest increase (8.2 %) was shown by the 12%HK sample). In this study, the hardness increased with the addition of HK. Further study of the strength of the material can be pursued through the addition of finer particle size filler.

Keywords: Sawdust chengal, LDPE, Hardness test, A set percentage, increased violence

* Pensyarah/ Ijazah sarjana muda di Jab. Kej. Mekanikal/ Politeknik Kota Bharu.

** Pensyarah/ Ijazah sarjana muda di Jab. Kej. Mekanikal/ Politeknik Kota Bharu.

*** Pensyarah/ Ijazah sarjana muda di Jab. Kej. Mekanikal/ Politeknik Kota Bharu.

1.0 Pengenalan

Kajian ini tertumpu kepada kesan penambahan habuk kayu cengal terhadap kekerasan LDPE. LDPE merupakan Polietilena Berketumpatan Rendah, manakala habuk kayu Cengal pula merupakan bahan tambah yang akan digunakan di dalam projek ini. Walaubagaimanapun peratusan yang akan menentukan mutu produk atau gaulan komersial adalah tidak melebihi tiga puluh peratus habuk kayu dan tidak kurang daripada tujuh puluh peratus LDPE.

Polietilena (PE) merupakan salah satu polimer yang biasa kita lihat dalam kehidupan seharian. Ia adalah polimer yang digunakan untuk membuat beg plastik, botol syampu, alat permainan kanak-kanak, dan juga baju kalis peluru. Sebagai polimer yang serba-guna, ia mempunyai struktur yang sangat mudah berbanding dengan struktur polimer komersil yang lain. Molekul-molekul polietilena (PE) terdiri daripada satu rantai atom karbon yang panjang dengan dua atom hidrogen terikat pada setiap atom karbon. Rajah 1 menunjukkan formula unit Polietilena PE.

Rajah 1: Unit Polietilena PE

1.1 Rasional Kajian

Berikut adalah masalah-masalah yang timbul apabila polimer LDPE digunakan secara bersendirian tanpa campuran bahan pengisi:

- i) Polimer LDPE sangat mudah bercalar.
- ii) Polimer LDPE cenderung untuk rosak apabila diwarnakan.
- iii) Polimer LDPE mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sangat rendah dan mudah dipengaruhi oleh retak tegasan.

Oleh itu, dengan mencampurkan polimer LDPE dengan habuk kayu cengal diharapkan dapat mengatasi masalah-masalah yang dinyatakan di atas. Habuk kayu merupakan bahan buangan, mungkin dengan penambahan ini mampu mengurangkan kos bahan tersebut. Kajian ini melibatkan penghasilan satu campuran bahan yang sesuai antara polimer polietilena berketumpatan rendah (LDPE) dan habuk kayu melalui kaedah penekanan panas (*Roll Mill Mixer*) dan pengacuanan suntikan panas (*Injection Moulding*). Bahan ini seterusnya diuji dari aspek-aspek mekanikal iaitu melalui ujian kekerasan.

1.2 Objektif Kajian

Membandingkan sifat kekerasan polimer tulen LDPE 100% dengan nisbah campuran LDPE-habuk kayu cengal.

1.3 Skop Kajian

Skop kajian projek ini adalah seperti berikut:

- i) Menjalankan kajian literatur tentang polimer LDPE dan habuk kayu cengal.
- ii) Menghasilkan campuran polimer LDPE dengan habuk kayu cengal dengan peratusan yang ditetapkan.
- iii) Menyediakan sampel ujikaji daripada campuran polimer LDPE dan habuk kayu cengal.
- iv) Menjalankan ujian kekerasan ke atas sampel yang telah dibuat.
- v) Menganalisis data-data dan keputusan serta membandingkan sifat-sifat yang dihasilkan dengan polimer LDPE tulen.

2.0 Kajian Literatur

Dalam kajian yang akan dibuat, beberapa jurnal yang berkaitan dengan polimer LDPE yang dicampur dengan pengisi tertentu telah dirujuk untuk menjadi garis panduan serta untuk melihat parameter-parameter penting bagi kajian ini.

2.1 Komposit LDPE Diperkuatkan Dengan Gentian Pendek Daun Nenas

Nyamol George, S.S Bhagawan, N.Prabhakaran dan Sabu Thomas (1995), telah mengkaji tentang kesan polimer LDPE diperkuatkan dengan gentian pendek daun nenas. Mereka telah menganalisis tentang kesan keadaan pemprosesan, pembebanan gentian, penyesuaian gentian dan panjang gentian kepada sifat-sifat fizikal-mekanikal komposit tersebut. Peratusan gentian daun nenas yang digunakan dalam percampuran ini adalah ditambah beransur-ansur dari 0% sehingga 30% dengan pertambahan sebanyak 10% setiap kali campuran. Daripada kajian ini, didapati, keadaan-keadaan berikut adalah pada keadaan optimum :

- i) Masa percampuran : 6 minit
- ii) Laju pemutar : 60 rpm
- iii) Suhu percampuran : 130°C

Melalui kaedah ini, setelah mempertimbangkan keseluruhan sifat-sifat mekanikal dan ciri-ciri pemprosesan, didapati panjang gentian berukuran 6 mm merupakan panjang yang paling optimum untuk diperkuatkan di dalam LDPE. Selain itu, sifat-sifat mekanikal didapati bertambah dan pemanjangannya berkurangan dengan penambahan pembebanan gentian. (Nyamol George, S. S. Bhagawan, N. Prabhakaran and Sabu Thomas ,1995).

2.2 Ujian Kekerasan

Ujian kekerasan merupakan ujian yang paling lazim digunakan untuk mengetahui atau menganggar sifat mekanikal sesuatu bahan. Kekerasan boleh ditakrifkan sebagai bahan yang merintang pelekukan kekal semasa bahan dikenakan beban statik atau dinamik. Kekerasan boleh juga ditakrifkan sebagai rintangan terhadap calar atau haus. Terdapat pelbagai teknik yang digunakan untuk mengukur kekerasan sesuatu bahan, antaranya ujian kekerasan Brinell, Rockwell, Vickers dan Knoop. Rajah 2 menunjukkan kaedah-kaedah ujian kekerasan.

Rajah 2: Menunjukkan kaedah-kaedah ujian kekerasan

Pengiraan yang akan dilakukan melalui data ujikaji yang dijalankan:-

Nombor kekerasan Brinell, $H_B = \frac{\text{Beban yang dikenakan, } P \text{ (kg)}}{\text{Luas permukaan lekukan, } A \text{ (mm}^2\text{)}}$

Setelah pengukuran kekerasan Brinell, Hb dibuat, parameter yang diukur ialah garis pusat lekukan, d berada diantara 0.25D dengan 0.5D dimana D sebagai garis pusat bebola tersebut. Luas permukaan lekukan, A ialah:-

$$\text{Luas, A} = \pi D/2(D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

$$\text{Dan juga, Hb} = \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana F ialah beban yang digunakan dalam unit Newton (beban, P X Graviti, G). Ujian ini tidak sesuai untuk pengujian bahan yang keras. Ini kerana jika kekerasan bahan yang hendak diuji melebihi kekerasan bola pelekuk, pelekuk akan mengalami perubahan bentuk.

Jadual 1 : Pertukaran nombor kekerasan

H_D	H_B	H_{RB}	H_{RC}	Shore	H_D	H_B	H_{RB}	H_{RC}	Shore
20	19				520	482		51.1	66.5
40	38				540	497		52.4	68.0
60	57				560	512		53.7	69.5
80	76	31.9			580	527		54.8	71.5
100	95	52.5			600	542		55.7	73.0
120	114	66.3			620	555		56.7	74.5
140	133	76.1			640	568		58.6	76.0
160	152	83.4			660	580		58.5	77.5
180	171	89.2			680	592		59.3	79.0
200	190	93.8	14.0	31.5	700	602		60.1	80.5
220	209	97.5	18.0	34.5	720			60.9	82.0
240	228		21.8	38.0	740			61.7	83.5
260	247		25.1	40.5	760			62.5	85.0
280	266		28.2	46.0	780			63.3	86.5
300	285		30.0	45.5	800			64.0	88.0
320	304		33.4	48.0	820			64.8	89.0
340	323		35.7	50.0	840			65.5	90.5
360	342		37.8	52.0	860			66.3	92.0
380	361		39.8	54.0	880			67.0	93.5
400	380		41.7	55.5	900			67.7	94.5
420	399		43.5	57.5	920				96.0
440	418		45.1	59.5	940				97.5
460	437		46.7	61.0	960				98.5
480	452		48.2	63.0	980				100.0
500	467		49.7	64.5	1000				101.0

Meter keras Jermang (Shore Durometer) digunakan bagi pengukuran kekerasan terhadap bahan polimer. Terdapat dua jenis meter keras iaitu jenis A dan D. Kedua-duanya mempunyai mata penusuk spring berbeban yang digunakan untuk menolak permukaan sampel. Kerintangan bahan untuk menolak spring tersebut akan memberikan nilai kekerasan. Jenis meter keras A menggunakan bebanan spring dari 56 hingga 822 gram manakala jenis meter keras D dari 0 hingga 10 lb. Kedua-dua jenis meter ini akan memberikan nilai kekerasan 0 hingga 100 pada skala Shore dengan mengukur keanjalan permukaan sebagai penunjuk kekerasan. Meter keras jenis A digunakan untuk ujian kekerasan pada sampel. Ketebalan sampel yang diuji mesti tidak kurang daripada 6 mm. Suhu sampel mestilah berada dalam suhu bilik sebelum ujian dilakukan kerana suhu memainkan peranan penting dalam memberi nilai kekerasan yang sebenar.

Tekanan yang dikenakan ketika ujian dijalankan mestilah seragam. Bacaan kekerasan mesti diambil pada permukaan sampel yang rata dan bacaan pada meter ini diambil selepas satu saat penusuk pegas berbeban ini menekan permukaan sampel. Anggaran pertukaran nilai kekerasan Shore durometer dengan nombor kekerasan yang lain boleh dirujuk pada Jadual 1.

Secara amnya apabila nilai kekerasan sesuatu bahan meningkat, sifat lain seperti kekuatan tegangan, mampatan dan ricihan juga akan meningkat. Ujian kekerasan merupakan proses yang paling cepat, mudah yang digunakan untuk menganggar bagi menilai kekuatan tegangan sesuatu bahan. Ujian ini juga digunakan untuk menilai kemuluran dan kekerasan sesuatu bahan. Kebanyakan bahan yang mempunyai nilai kemuluran yang tinggi selalunya lembut dan apabila kemuluran berkurang, kekerasan akan meningkat. Bahan yang sangat keras mempunyai kecenderungan untuk menjadi sangat rapuh, tetapi ini adalah dinilai secara kasar, bukannya persamaan empirik yang membolehkan nombor kekerasan ditukar kepada nilai kekuatan tegangan, hentaman dan sebagainya.

3.0 Carta Alir Metodologi

Rajah 3: Carta Analisis Sampel

4.0 Keputusan, Pemerhatian Dan Analisa

4.1 Pengenalan

Data-data ini diolah dan di analisis untuk mengetahui sifat-sifat mekanikal LDPE 100% dan peratusan nisbah campuran lain yang merangkumi:

1. Analisis terma DTA.
2. Ujian kekerasan (hardness test)

Data-data yang diperoleh diolah dalam bentuk graf agar sifat-sifat sesuatu bahan dapat dilihat dengan jelas dan dapat memberikan ulasan yang berdasarkan kepada teori yang berkaitan dengannya. Rajah 4 menunjukkan graf berkomputer ujian DTA bagi LDPE dan Rajah 5 menunjukkan graf berkomputer ujian DTA bagi HK.

Analisis Terma

Keputusan Analisis DTA Untuk LDPE

Rajah 4: Menunjukkan graf berkomputer ujian DTA bagi LDPE

Keputusan Analisis DTA Untuk HK

Rajah 4: Menunjukkan graf berkomputer ujian DTA bagi HK

4.2 Pemerhatian

Ujian DTA dilakukan untuk mengetahui suhu penguraian LDPE dan HK bagi menentukan parameter suhu semasa proses penghasilan sampel. Suhu penguraian sampel penting bagi mengetahui pada suhu berapakah sesuatu bahan itu mengurai. Daripada ujikaji DTA yang dilakukan ke atas LDPE dan HK, suhu penguraian bagi LDPE adalah 122.8°C manakala suhu penguraian bagi HK pula 97.1°C. Suhu ini digunakan bagi parameter semasa melakukan proses pembuatan sampel.

4.3 Ujian Kekerasan

Jadual 2: Menunjukkan keputusan ujian kekerasan

Nisbah Campuran	BACAAN (Shore Durometer)					
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	Purata
100% LDPE	40.6	40.3	40.6	39	40.6	40.2
97% LDPE 3% HK	41.6	41.6	42.3	41.6	41.3	41.6
97% LDPE 6% HK	42.6	44.0	43.3	43.3	42.3	43.1
91% LDPE 9% HK	44.0	42.6	43.3	45.3	43.6	43.8
88% LDPE 12% HK	45.3	43.0	44.0	44.0	43.0	43.8
85% LDPE 15% HK	40.6	40.6	41.3	42.6	40.6	41.2

4.3.1 Data Ujikaji

Rajah 6: Graf menunjukkan indek kekerasan melawan nisbah campuran HK yang berbeza

4.3.2 Pemerhatian

Semua data mengenai ujian kekerasan diambil dan dicatat pada Jadual 2. Setiap sampel bacaan diambil sebanyak 5 kali dan nilai purata dikira bagi memastikan ketepatannya. Data-data ini digunakan untuk memplot graf jenis indek kekerasan

melawan peratus penambahan HK. Berdasarkan Rajah 5, menunjukkan kepada data dan graf yang diplotkan, peningkatan kekerasan jelas dapat dilihat. Semakin banyak peratusan habuk kayu maka semakin tinggi nilai kekerasannya dan akan menurun pada sampel 15% habuk kayu.

Sampel 88% LDPE 12% HK merupakan campuran yang mempunyai nilai indeks kekerasan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan nilai purata bacaan yang lain, ini menunjukkan bahawa sampel ini semakin kurang keliatannya. Peningkatan berlaku secara sekata bermula dari Sampel 100% LDPE yang mempunyai nilai indeks kekerasan adalah 40.2, sampel 97% LDPE 3% HK nilai indeks kekerasannya adalah 41.6, sampel 96% LDPE 6% HK. Indeks kekerasannya adalah 43.1, sampel 91% LDPE 9% HK indeks kekerasan adalah 43.8, manakala sampel 88 % LDPE 12% HK mempunyai nilai kekerasan 43.9 dan sebaliknya berlaku pada sampel 85% LDPE 15% HK iaitu menurun sedikit daripada sampel 88% LDPE 12% HK iaitu indeks kekerasannya 41.2. Peratusan peningkatan ini, jika dibandingkan dengan sampel 100% LDPE adalah seperti di dalam **Jadual 3**. Menurut Rao dan Lee (1994), dengan penambahan bahan pengisi yang berbentuk ion atau partikel dalam polimer akan menyebabkan nilai kekerasan komposit polimer dengan pengisi berkecenderungan untuk bertambah.

Jadual 3: Menunjukkan peratusan peningkatan indek kekerasan yang dibandingkan dengan Sampel 100% LDPE

Sampel	Purata	Peratus peningkatan nilai indeks kekerasan
100% LDPE	40.6	
97% LDPE 3% HK	41.6	3.3
94% LDPE 6% HK	43.1	6.6
91% LDPE 9% HK	43.8	8.0
88% LDPE 12% HK	43.9	8.2
85% LDPE 15% HK	41.2	2.2

Pada Jadual 3 menunjukkan peratusan peningkatan indeks kekerasan yang dibandingkan dengan sampel 100% LDPE. Pada keseluruhannya peratusan meningkat tetapi peratusan ini meningkat dari Sampel 97% LDPE 3% HK sehingga sampel 88% LDPE 12% HK, kemudian ia menurun pada sampel 85% LDPE 15% HK, tetapi penurunan ini hanya sedikit, tidak kurang daripada nilai indeks 100% LDPE. Keputusan ini menunjukkan LDPE sesuai digabungkan dengan HK, jika dilihat pada sudut kekerasan. Apabila indeks kekerasan meningkat maka semakin keras sesuatu bahan tetapi sifat liat bahan akan menurun.

Merujuk kepada graf yang telah diplotkan pula menunjukkan keputusan yang jelas kelihatan perbezaannya antara nisbah campuran yang berlainan. Gabungan LDPE dengan pengisi menunjukkan kekerasan sampel semakin bertambah pada sesetengah nisbah campuran polimer dengan bahan tambah dan menurun sedikit pada nisbah campuran 85% LDPE 15% HK. Nilai purata kekerasan pada setiap nisbah campuran pengisi dengan LDPE menunjukkan purata nilai kekerasan yang agak baik dan boleh dikatakan pada setiap nisbah campuran pengisi dengan LDPE meningkat jika dibandingkan dengan 100% LDPE (tulen). Ini jelas menunjukkan plastik yang berketumpatan rendah, sesuai digabungkan dengan pengisi yang digunakan di dalam kajian. Peningkatan ini berlaku mungkin disebabkan oleh proses pembuatannya iaitu menggunakan mesin suntikan panas, dimana apabila suhu tinggi dikenakan HK akan terbakar dan akan membentuk karbon seterusnya memberi kesan kepada ujian kekerasan. Suhu lebur untuk LDPE boleh mencapai 290°C semasa menggunakan mesin suntikan panas sedangkan suhu penguraian HK 97.1°C. Menurut Brooks (2000), apabila bahan pengisi dicampurkan kedalam polimer dalam lingkungan 10% sehingga 50% diketahui peningkatan kestabilan dimensi komponen berkaitan dengan rintangan ubah bentuk plastik.

4.4 Pemerhatian Keseluruhan

Pemerhatian keseluruhan adalah dilakukan untuk memilih bahan yang paling baik jika dibandingkan dengan 100% LDPE dan dengan peratus nisbah campuran yang lain. Jadual 4 menunjukkan perbandingan peratusan 0% HK dengan peratusan yang lain dan pemilihan sampel yang terbaik diantara nisbah campuran HK. Pemilihan dibuat berdasarkan sifat-sifat yang diperolehi dari pada analisis dan ujikaji yang dijalankan.

Untuk sampel ujian hentaman dan ujian kekerasan, sampel yang paling baik adalah sampel 12% HK yang mana nilai indeks kekerasan meningkat paling tinggi manakala tenaga hentaman yang diperlukan untuk mematahkan sampel menurun paling sedikit pada sampel ini. Untuk sampel ujian tegangan pula adalah sampel 3% HK yang paling baik kerana nilai sifat menurun paling sedikit berlaku pada sampel ini.

Jadual 4: Menunjukkan perbandingan sifat diantara 0% HK dengan peratus yang lain

Ujikaji	Sifat	3% HK	6% HK	9% HK	12% HK	15% HK
Kekerasan	Indeks Kekerasan	3.3	6.6	8	8.2	2.3

Indeks kekerasan yang terbaik

5.0 Kesimpulan

Setelah melakukan ujian kekerasan, skop dan objektif kajian dapat dipenuhi sepenuhnya. Melalui ujian yang dijalankan dan analisis data yang dibuat didapati perubahan sifat berlaku keatas bahan tulen apabila dicampurkan dengan peratusan nisbah HK. Perubahan yang berlaku, sama ada semakin tinggi atau menurun adalah disebabkan oleh kesan penambahan HK terhadap LDPE. Objektif utama di dalam projek ini adalah melihat kesan kekerasan apabila dibandingkan dengan 100% LDPE.

Untuk ujian kekerasan sampel 12% HK adalah sampel yang paling baik jika dibandingkan dengan sampel yang lain. Sampel ini menunjukkan peningkatan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan 100 % LDPE. Oleh kerana suhu penguraian LDPE hampir sama dengan suhu penguraian HK, keserasian bahan tambah dengan LDPE adalah baik dan mampu mengubah sifat asal LDPE. Semua sampel menunjukkan penigkatan nilai indeks kekerasan (rujuk Jadual 4). Bahan tambah yang disebatikan dengan LDPE mampu memperbaiki nilai indek kekerasan LDPE kerana keberkesanan bahan pengisi yang mampu bergantung kepada ikatan rantai polimer. Menurut Rao dan Lee (1994), dengan penambahan bahan pengisi yang berbentuk ion atau partikal dalam polimer akan menyebabkan nilai kekerasan komposit polimer dengan pengisi berkecenderungan untuk bertambah.

Rujukan

G. R. Rao and E. H. Lee 3. (1995). "Wear properties of high energy ion-.Implanted PC." *Journal of Materials Research.*" 10. 190-201.

Nyamol George, S. S. Bhagawan, N. Prabhakaran and Sabu Thomas (1995). "Short Pineapple-Leaf-Reinforced Low-Density Polyethylene Composites." *Journal of Applied Polymer Science.* Bil. 57 m.s. 843 - 854.

R.Brooks. (2000). "Injection Molding Based Techiques." Anthony Kelly, Carl .Zweben, Ramesh Talreja and Jan-Anders E.Manson. "Polymer Matrix Composite." Volume 2. United Kingdom. Elsevier. 1006-1008.