

PROSIDING SEMINAR KEBANGSAAN SAINS, TEKNOLOGI & SAINS SOSIAL

27 ~ 28 MEI 2002

HOTEL VISTANA, KUANTAN, PAHANG

Anjuran :



**Universiti Teknologi MARA
Cawangan Pahang**

Dengan Kerjasama



**Kerajaan
Negeri Pahang Darul Makmur**

JILID 2



KESAN KOMPOSISI SERABUT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (STKKS) KE ATAS SIFAT MEKANIK KOMPOSIT BUSAR POLIURETANA BERASASKAN MINYAK ISIRONG KELAPA SAWIT (PKO)

ERNIE SUZANA ALI, SAHRIM HJ. AHMAD, SARANI ZAKARIA, KHAIRIAH HJ. BADRI DAN NOOR KHAIRIN MOHD.

Program Sains Bahan, Pusat Pengajian Fizik Gunaan, Fakulti Sains Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia 43600 Bangi

ABSTRAK

Busar tegar poliuretana berketumpatan sederhana telah disediakan daripada polioliol berasaskan minyak isirong kelapa sawit (PKO). Kajian ini bertujuan untuk melihat kesan serabut tandan kosong kelapa sawit (EFB) sebagai penguat di dalam busar poliuretana berketumpatan sederhana. Serabut tandan kosong kelapa sawit (EFB) yang bersaiz $150 < x \leq 300\mu\text{m}$ digunakan dalam kajian ini pada komposisi 3, 6, 9 dan 12 %. Penyediaan busar ini menggunakan air sebagai agen pembuihan. Analisis yang dilakukan ialah kekuatan mampatan, kelenturan, kestabilan dimensi dan morfologi busar. Penambahan gentian ini telah memperbaiki sifat mampatannya dengan peningkatan sehingga 32%.

Kata kunci : Poliuretana, Minyak isirong kelapa sawit (PKO), Busar tegar, Serabut tandan kosong kelapa sawit (STKKS)

PENGENALAN

Poliuretana adalah rangkaian blok polimer yang mengandungi segmen-segmen jisim molekul rendah poliester atau polieter digabungkan secara kovalen dengan kumpulan uretana ($-\text{NHCO}=\text{O}$) [1,3]. Dengan pengubahsuaian terhadap formulasi poliuretana dan kepelbagaian polioliol dan isosianat dengan kefungsiannya dan jenis yang berbeza mampu memberikan julat penghasilan produk yang luas [1,4]. Polioliol yang digunakan secara meluas dalam industri poliuretana adalah berasaskan petrokimia di mana minyak mentah dan arang merupakan sumber utama [Badri et. al]. Walaubagaimanapun, kenaikan harga disebabkan oleh pengeluaran yang semakin berkurangan dan pemprosesan berteknologi tinggi menyebabkan pelbagai usaha dilakukan bagi menggantikan polioliol dengan minyak berasaskan minyak sayuran. Dalam usaha menggantikan sumber baru petroleum bagi industri poliuretana ini, pelbagai kajian giat dijalankan dengan menggunakan minyak sayuran sebagai alternatif [1,3,5]. Penemuan polioliol berfungsi rendah dan tinggi berasaskan minyak isirong kelapa sawit (PKO) oleh Badri [1,2] telah membantu memperluaskan lagi sumber polioliol yang berasaskan minyak sayuran selain daripada minyak soya, minyak vernonia, minyak kardanol dan minyak kastor [1,2,4,5]. Dengan menggunakan PKO sebagai polioliol, air digunakan sebagai agen pembuihan dalam penghasilan busar tegar, di mana agen pengembangan ini tidak membebaskan sebarang gas atau sisa yang toksid dan mesra alam [1,2].

Hampir setiap polimer komersil mengandungi pengisi yang berfungsi untuk mengubah ciri polimer dan memperbaiki langkah pemrosesannya [2,4,6]. Kini, penggunaan bahan lignoselulosik, seperti selulosa dan serabut kayu sebagai penguat di dalam komposit polimer semakin mendapat perhatian daripada penyelidik-penyelidik dan pengeluar-pengeluar komposit polimer kerana ia menawarkan kadar penggunaan yang tinggi dan harga yang lebih rendah [2,6]. Perkembangan ini disebabkan oleh penguat daripada pengisi lignoselulosa memberikan banyak keistimewaan berbanding dengan pengisi inorganik seperti mempunyai ketumpatan yang rendah, ketahanan terhadap pelelehan semasa pemprosesan dan kebolehubahsuaian yang baik serta kos yang murah. Tambahan pula, pengisi berasaskan lignoselulosa ini diperolehi daripada sumber yang boleh diperbaharui. Longgokan serabut tandan kosong kelapa sawit (STKKS) di Malaysia dengan purata penghasilan sehingga 8×10^6 ton setiap tahun [2] telah mendorong pengkaji-pengkaji di Malaysia untuk mempelbagaikan penggunaannya. STKKS telah digunakan sebagai bahan api, penutup bumi dan baja tanaman [6] dan kini kegunaannya diperluaskan dalam industri komposit polimer seperti dalam pembuatan

bod berketumpatan sederhana (MDF), bahan penguat dalam bahan komposit kormesil seperti polipropilena(PP) dan polyetilena(PE) [6], gel selulosa dan sebagainya. STKKS ini merupakan hasil buangan sampingan berselulosa yang terbesar di kilang memproses kelapa sawit dan ianya mudah diperolehi dari kilang yang memproses minyak kelapa sawit. Ia diperolehi daripada komponen pokok kelapa sawit (*Elais guineensis*) dan mengandungi sehingga 65% holoselulosa dan 25% lignin [6]. STKKS ini digunakan sebagai penguat kerana ia mempunyai kelebihan dari segi ketumpatan yang lebih rendah, anjal semasa pemprosesan dan kos per unit yang lebih rendah serta diperolehi dari sumber yang boleh diperbaharui [2,6]. Kertas kerja ini melaporkan kebolehan polioliol ini dalam penghasilan busar tegar berketumpatan sederhana.

KAEDAH KAJIAN

Serabut tandan kosong kelapa sawit (STKKS) dalam bentuk gentian ini diperolehi daripada Sabutek Sdn. Bhd., Teluk Intan, Perak, Malaysia. Minyak isirong kelapa sawit gred 'refined bleached-deodorized' (RBD PKO) diperolehi daripada Lee Oilmill Sdn. Bhd., Kapar dan ianya digunakan tanpa sebarang proses penulenan. Komponen hidroksil yang digunakan ialah dietanolamina (DEA) yang diperolehi daripada Cosmopolyurethane (M) Sdn. Bhd., Pelabuhan Klang. Pemangkin alkali iaitu potassium asetat dalam monoetelina glikol diperolehi daripada Air Products Inc. Hong Kong. Bahan kimia yang digunakan untuk menghasilkan busar poliuretana adalah MDI mentah (2, 4 – difenilmetana diisosiyanat). Pemangkin yang digunakan bagi membantu pembentukan busar adalah P77 (pentametildipropilenatriamina) dan TMHDA (tetrametilheksanadiamina) daripada Cosmopolyurethane (M) Sdn. Bhd., Pelabuhan Klang. Surfaktan yang digunakan ialah B8444 diperolehi daripada Th. Goldschmidt, Singapura manakala agen pengembangan yang digunakan adalah air.

Proses penghasilan polioliol: Kaedah sintesis ini adalah menggunakan kaedah yang dimodifikasi oleh Badri et. al [1]. Penyediaan reagen dilakukan dengan mencampurkan DEA dan pemangkin pada nisbah 90:10. Reagen ini kemudian dicampurkan dengan RBD PKO dengan nisbah 20:80. Tindak balas ini dilakukan pada skala makmal di mana sebuah reaktor bermuatan 2 liter dilengkapi dengan kondenser air, aliran nitrogen dan pam vakum digunakan. Ia dipanaskan dengan kadar $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ sehingga mencapai suhu $180 \pm 5^{\circ}\text{C}$ dan ditetapkan selama 30 minit. Sampel yang di perolehi disimpan di dalam bekas bebas kelembapan dan pencirian akan dilakukan kemudian. Sampel polioliol yang dihasilkan dianalisis dengan menggunakan FTIR dan dianalisis antara jarak gelombang 4000 cm^{-1} dan 400 cm^{-1} . Dua gelombang inframerah (IR) dipilih dan digunakan untuk melihat perkembangan proses.

Proses penghasilan busar poliuretana: Gentian STKKS di potong pada arah serenjang dengan keratan rentasnya menggunakan mesin pemotong. Kemudian, gentian yang dipotong diayak dengan menggunakan pengayak 'Endecotts Standard' untuk mendapatkan saiz $150\mu\text{m} < x \leq 300\mu\text{m}$. STKKS yang telah diayak dikeringkan di dalam ketuhar pemanas pada suhu 105°C selama 20 jam [6]. Polioliol, surfaktan, pemangkin dan serabut tandan kosong kelapa sawit dicampurkan pada peratusan berat tertentu seperti dalam Jadual 2 dan diadun dengan pengadun selama 60 saat. Campuran ini dicampurkan dengan MDI mentah pada nisbah 100:140. Ianya di adun sekali lagi selama 10 saat dan di tuangkan terus ke dalam acuan yang telah diletakkan 'wax' untuk proses pengerasan. Busar ini akan distabilkan selama 16 jam sebelum proses pencirian busar dilakukan.

Jadual 2: Formulasi resin polioliol dengan kehadiran STKKS sebagai penguat

Additif, pbw	PU1	PU2	PU3	PU4	PU5
Poliesteramida	100	100	100	100	100
Surfaktan	2	2	2	2	2
Pemangkin 1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Pemangkin 2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
STKKS	0	3	6	9	12
H ₂ O *	0.04	0.08	0.2	0.4	0.6

* penambahan air ke dalam sistem adalah bergantung kepada peratus H₂O yang diperolehi daripada Karl Fisher Titrator 700 siriis bagi memperoleh busar poliuretana dengan ketumpatan 95-100kg/m³.

Pencirian: Pencirian terhadap busar teracu adalah ketumpatan teras dan ketumpatan teracu. Ujian sifat mekanik yang dilakukan adalah kekuatan mampatan melalui kaedah BS 4370 : Bahagian 1 : 1988 Kaedah 3. Ujian kelenturan dilakukan mengikut kaedah ASTM D638 dan kedua ujian ini dilakukan menggunakan mesin model

Testometric. Ujian kestabilan dimensi dilakukan melalui kaedah BS 4370 : Bahagian 1 : 1988 Kaedah 5A. Ujian kekerasan dilakukan melalui Kaedah BS 2782 : Bahagian 3 : 1986.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Minyak isirong kelapa sawit yang telah disintesis bertukar kepada warna kuning keemasan dari warna kuning keruh asalnya. Polioliol ini tidak akan membeku pada suhu bilik dan mempunyai kelikatan yang lebih tinggi daripada minyak isirong kelapa sawit [1]. Ciri-ciri polioliol yang terhasil adalah seperti dalam Jadual 2.

Jadual 3: Ciri-ciri polioliol yang dihasilkan mengikut kaedah Badri et. al [1,2]

Parameter	Nilai
Kelikatan, cps	331 – 334
Kandungan kelembapan, %	0.10 – 0.14
Nilai hidroksil, mg KOH/g	350 – 370
Berat molekul, g/mol	430 – 450
Kefungsian, <i>f</i>	2.8 – 3.0
Regangan FT-IR, cm ⁻¹	
- OH	3375
- COOH	1740
- NCO	1623

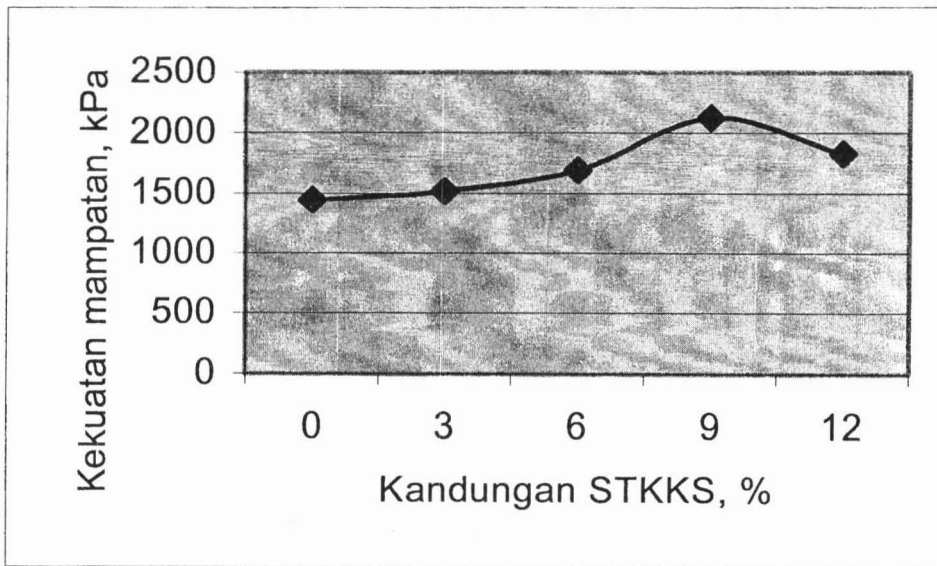
Sifat mekanik komposit busar poliuretana

Ciri-ciri komposit busar poliuretana dan serabut tandan kosong kelapa sawit yang menggunakan parameter dalam Jadual 2 adalah seperti dalam Jadual 4. Ketumpatan teras busar yang diperolehi adalah di dalam julat 100 – 120 kgm⁻³. Manakala indeks reologinya menunjukkan peningkatan dengan pertambahan STKKS.

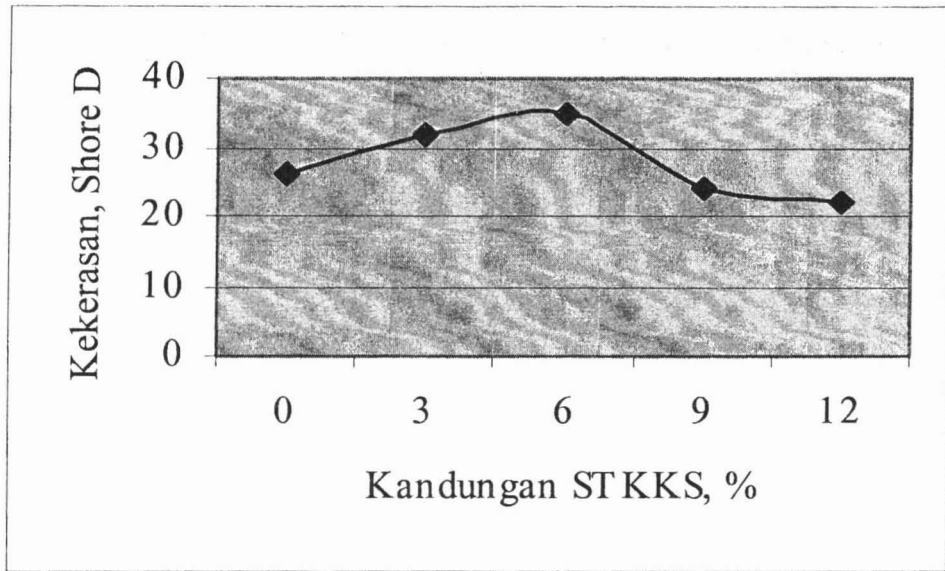
Jadual 4: Ciri-ciri komposit busar poliuretana dengan STKKS

Kandungan EFB, %	0	3	6	9	12
Ketumpatan teras, kg/m ³	105.3	118.9	117.2	117.9	118.6
Ketumpatan teracu, kg/m ³	167.5	169.5	169.7	166.0	164.0
Indeks reologi	0.32	0.59	0.68	0.67	0.69
Masa pengkriman, s	17	16	22	16	19
Masa penggelen, s	35	36	53	33	42
Masa bebas lekatan, s	44	49	72	47	54
Masa berhenti, s	91	88	100	83	77

Rajah 1: Graf kekuatan mampatan melawan kandungan STKKS

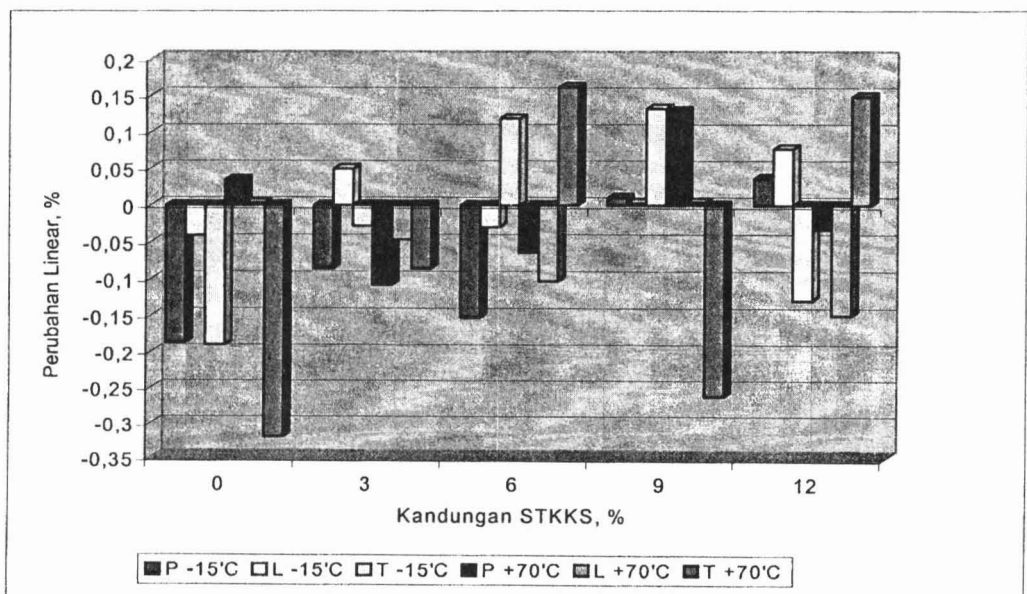


Rajah 2 :Graf kekerasan melawan kandungan STKKS



Rajah 1 menunjukkan kekuatan mampatan meningkat dengan penambahan peratusan STKKS. Dengan penambahan 9% kandungan STKKS, kekuatan mampatannya meningkat sehingga 32%. Walaubagaimanapun, apabila kandungan melebihi 9%, kekuatan mampatannya berkurang. Kekerasan menunjukkan busar dengan 6% penambahan STKKS memberikan nilai kekerasan tertinggi iaitu 35 (Shore D) seperti ditunjukkan dalam Rajah 2. Daripada rajah 3, didapati peratus perubahan linear busar bagi kedua-dua suhu menunjukkan peningkatan yang baik dengan penambahan STKKS di mana kesemua nilainya kurang dari 1%. Ini menunjukkan busar yang terhasil adalah stabil terhadap perubahan suhu persekitaran di mana pada kandungan STKKS 3%, ia memberikan kestabilan yang baik terhadap kesemua dimensi sampel.

Rajah 3: Kestabilan dimensi pada suhu 70°C dan -15°C melawan kandungan STKKS



KESIMPULAN

Penggunaan gentian pendek STKKS mempunyai potensi yang cerah dan meluas sebagai penguat di dalam komposit busar poliuretana. Ia mampu untuk bertindak sebagai penguat berdasarkan daripada keputusan ujikaji yang diperolehi. Pengagglomeratan dan interaksi antara muka yang kurang baik yang berlaku dalam sistem komposit PU-STKKS menggunakan gentian bersaiz 300 μm [2] menyebabkan sifat mekanik busar menjadi rendah. Kajian lanjut perlu dilakukan dengan menggunakan saiz STKKS yang lebih kecil dan penggunaan agen pengkupelan yang sesuai untuk meningkatkan interaksi antaramuka antara gentian STKKS dengan matrik polioliol PKO.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia, Kementerian Sains Dan Teknologi Alam Sekitar atas pembiayaan pengajian penulis di bawah skim NSF dan geran IRPA 09-09-02-0144 serta Yayasan Felda kerana pembiayaan penyelidikan.

RUJUKAN

1. Badri, K. H, Ahmad S. H dan Zakaria S. 2000. *J. Of. Material Sc.Letters*. Vol 19: 1355 – 1356.
2. Badri, K. H, Ahmad S. H dan Zakaria S. 2000. *Proceeding of the National Symposium on Polymeric Materials*, Pulau Pinang.
3. Chian K. S dan Gan L. H. 1998. *J. App. Polym. Sc*. Vol 68 (3) : 509 – 515.
4. G. Woods. 1990. *The ICI Polyurethane Handbook*. John Wiley & Sons: New York.
5. Guo, A, Javni, I, Petrovia, Z, *J. App. Polym. Sc*, 2000, Vol 77 : 467 – 473.
6. H. D Rozman, G. S Tay, A. Abu Bakar, R. N Kumar. 2001. *European Polymer Journal*. Vol 30: 1759-1765.
7. M. S. Sreekala, Jayamol George, M. G. Kumaran, Sabu Thomas. 2002. *Composites Sc. And Tech*. Vol 62: 339-353.