



PAPER – OPEN ACCESS

Pembuatan Termoplastik Elastomer Epdm/Polietilen dengan Penambahan Pulptandan Kosong Kelapa Sawit

Author : Muhammad Aulia dkk.,
DOI : 10.32734/st.v2i1.328
Electronic ISSN : 2654-7082
Print ISSN : 2654-7074

Volume 2 Issue 1 – 2018 TALENTA Conference Series: Science & Technology (ST)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pembuatan Termoplastik Elastomer Epdm/Polietilen dengan Penambahan Pulptandan Kosong Kelapa Sawit

Muhammad Emir Aulia^a, Amir Hamzah Siregar^a, Darwin Yunus Nasution^a

^aProgram Studi Ilmu Kimia, Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia

muhammademiraulia@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan vulkanisasi pada campuran polietilen dan ethylene propylene diene monomer dengan penambahan variasi dikumul peroksida dan divinil benzena, dimana campuran optimum pada 1 phr DKP dan 2 phr DVB. Kemudian campuran TPE ditambahkan pengisi pulp TKKS dengan variasi 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, dan 40 g. Pencampuran dilakukan dengan alat internal mixer pada suhu 135oC, kemudian dicetak dengan alat pres kompresor pada suhu 135oC sesuai dengan ASTM D638 sehingga diperoleh spesimen. Spesimen dikarakterisasi dengan uji kekuatan tarik dan analisa morfologi permukaan dengan SEM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran TPE memiliki kekuatan tarik paling tinggi didapatkan dengan penambahan 10 g serat pulp TKKS dengan nilai kekuatan tarik 19,82 MPa dan kemuluran 29,40%. Dari analisa morfologi permukaan memperlihatkan adhesi yang lemah dengan tidak meratanya penyebaran serat dalam matriks polietilen.

Kata kunci: DKP; DVB; Pulp TKKS; Termoplastik Elastomer

1. Pendahuluan

Polietilena (PE) adalah salah satu polimer terbesar diproduksi. Selain ringan, mudah dibentuk, cukup keras, tahan goresan, tahan terhadap zat kimia, dan sedikit sekali menyerap air, sifatnya yang transparan dan tembus cahaya. PE memiliki kekuatan benturan yang tinggi dan tahan terhadap pelarut organik pada suhu 60°C. Adanya beraneka ragam produk berbahan polietilena disebabkan karena polimer ini dapat kompatibel dengan sejumlah bahan aditif sehingga polimer ini dapat menyumbang 22 % berat permintaan termoplastik di dunia. Kelemahan polietilena adalah pada suhu rendah akan rapuh, dalam keadaan murni pada suhu -30°C mudah pecah, kaku, mudah retak, kurang stabil terhadap pemanasan dan mempunyai tegangan (tensile) yang rendah [1](Ram, 2008).

Sedangkan karet sintesis Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM) memiliki kelebihan yaitu ketahanannya terhadap sinar matahari, ozon, serta pengaruh unsur cuaca lainnya. Karet ini mempunyai daya kenyal yang sempurna terhadap faktor-faktor lingkungan, daya ulur tinggi dan daya tahan panas. Tetapi karet ini juga memiliki kelemahan pada elastisitas dan ketahanan terhadap sobekan (patahan) [2](Hoffman, 1989).

Campuran termoplastik dan elastomer dapat menghasilkan material yang disebut termoplastik elastomer (TPE). Material tersebut mempunyai sifat dan fungsi yang mirip dengan karet vulkanisasi pada suhu rendah, namun dapat dilelehkan seperti termoplastik pada suhu tinggi. Karakteristik yang unik dari termoplastik elastomer ini membuatnya sangat berguna dalam berbagai variasi aplikasi, seperti industri otomotif [3](Naskar, 2004).

Dalam beberapa tahun ini, sejumlah riset telah banyak meliputi penelitian tentang serat alami dengan hubungannya terhadap bahan komposit. Kegunaan bahan-bahan ini adalah harganya yang relatif murah, kemampuannya didaur ulang dan terutama dapat mempengaruhi kekuatan bahan. Serat alami dapat dipertimbangkan sebagai bahan pengisi alami yang kandungan utamanya adalah selulosa, yang pada penambahan menghasilkan kekuatan [4](Jacob, 2007).

Serat alami yang berasal dari pabrik kelapa sawit mencapai ratusan ton per hari per pabrik yang berasal dari tandan kosong maupun serat buah. Tentu saja hal ini menimbulkan masalah pengolahan limbah padat dari pabrik dan

area perkebunan, yang dalam hal ini limbah serat alami tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan. Bagaimanapun serat tandan kosong kelapa sawit (yang mengandung 44,4% selulosa, 30,9% hemiselulosa dan 14,2% lignin) masih menjadi sumber yang dipertimbangkan untuk dapat dimanfaatkan dalam banyak hal, terutama sebagai bahan penguat pada material komposit [5](Fahma, 2010).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Naskar pada pencampuran Polipropilena dengan karet sintesis EPDM dengan menggunakan dikumil peroksida sebagai inisiator. Dimana dengan penambahan inisiator menghasilkan sifat yang terbaik terutama pada kekuatan tariknya. Modifikasi yang dilakukan pada campuran karet bekas dengan menggunakan campuran polipropilen-lateks alam mampu meningkatkan kekuatan Tarik dan kemampuan daya swelling dari karet bekas [6](Awang, 2007). Hrdlicka [7] juga telah melakukan penelitian pada pencampuran termoplastik elastomer dari Polietilena dan karet bekas yang berasal dari karet sintesis EPDM dan karet alam dengan menggunakan dikumil peroksida sebagai inisiator mampu meningkatkan kekuatan tarik.

Dari uraian di atas maka peneliti berkeinginan meneliti kompatibilitas dari campuran polietilena dan karet sintesis EPDM ditambah bahan pengisi pulp tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan menggunakan divinilbenzena (DVB) sebagai bahan pengikat dan dikumil peroksida (DKP) sebagai inisiator. Diharapkan penelitian ini akan memberikan informasi bagi peneliti selanjutnya dan menghasilkan panduan sebagai penghubung untuk mendapatkan data tentang kemampuan mekanik dari uji tarik dan kemuluran dan uji scanning electron microscopy (SEM) agar diperoleh material komposit yang dapat dimanfaatkan di kemudian hari.

2. Metode penelitian

Alat. Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat uji tarik autograph, seperangkat alat SEM, internal mixer, hot compressor dan neraca analitis.

Bahan. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain polietilena, karet sintesis EPDM, divinilbenzena, dikumil peroksida, toluena, tandan kosong kelapa sawit dan NaOH 18%.

Cara kerja.

Penyiapan sampel. Polietilena ditimbang sebanyak 50 gram. Karet EPDM diekstruksi pada suhu 80°C. Lelehan EPDM didinginkan dan ditimbang masing-masing sebanyak 50 gram. DKP ditimbang sebanyak 0,5 phr, 1 phr, 2 phr dan 3 phr. DVB diukur sebanyak 0,5 phr, 1 phr, 2 phr dan 3 phr.

Penyiapan pulp tandan kosong kelapasawit. Tandan kosong kelapa sawit dibersihkan dan dihaluskan kemudian diayak dengan ukuran 170 mesh ($\pm 88 \mu\text{m}$). Ditimbang 600 gram dan dilarutkan dalam larutan NaOH 18 % lalu diaduk dengan pengaduk gelas, dipanaskan pada hotplate sampai suhu 100°C selama 30 menit. Larutan sampel didinginkan selama 30 menit lalu dicuci dengan air aquadest, kemudian disaring. Lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 40-50°C, sampai berat konstan lalu ditimbang kembali.

Pengolahan campuran PE-karet EPDM dengan penambahan variasi konsentrasi DKP. Mula-mula 50 g PE dan 50 g karet EPDM dicampurkan dalam gelas beaker. Kemudian campuran diblending dengan menggunakan alat internal mixer pada suhu 170°C. Dilakukan perlakuan yang sama untuk campuran PE-karet EPDM dengan variasi penambahan DKP 0,5 phr, 1 phr, 2 phr, 3 phr yang telah dilarutkan dengan toluena terlebih dahulu.

Pengolahan campuran PE-karet EPDM denganDKPkonsentrasi optimum dan penambahan DVBdengan variasi konsentrasi. Mula-mula 50 g PE, 50 g karet EPDM dan DKP dengan konsentrasi optimum yang telah dilarutkan dengan toluena, kemudian ditambahkan DVB dengan variasi konsentrasi 0,5 phr, 1 phr, 2 phr, 3phr. Kemudian campuran diblending dengan menggunakan internal mixer pada suhu 170°C.

Pengolahan campuranPE-karetEPDMdenganDKP konsentrasioptimumdanDVB konsentrasioptimum serta pengisi pulpTKKSdengan variasi berat. Mula-mula 50 g PE, 50 g karet EPDM dan DKP dengan konsentrasi optimum yang telah dilarutkan dengan toluena, kemudian ditambahkan DVB dengan konsentrasi optimum. Lalu ditambahkan bahan pengisi berupa pulp TKKS dengan variasi berat 10 g; 20 g; 30 g dan 40 g. Kemudian campuran diblending dengan menggunakan internal mixer pada suhu 170°C. Hasil campuran TPE diletakkan di antara lempengan aluminium yang berukuran 15 x 15 cm yang terlebih dahulu telah dilapisi dengan aluminium foil untuk dibentuk sesuai ASTM D638. Kemudian lempeng tersebut dimasukkan kedalam alat tekan hot kompressor yang telah diatur pada suhu 170°C. Setelah itu diberikan tekanan 100 Kg/menit dan dibiarkan selama 15 menit. Kemudian sampel diangkat dan didinginkan. Perlakuan ini untuk semua komposisi campuran.

Uji kekuatan tarik. Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik autograph terhadap tiap spesimen berdasarkan ASTM D638, dengan kecepatan tarik 50 mm/menit dan beban maksimum 100 kgf. Mula-mula dihidupkan alat Torsee Electronic System dan dibiarkan selama 1 jam. Spesimen dijepit menggunakan griff pada alat tersebut, kemudian diatur tegangan, regangan dan satuannya. Tekan tombol start untuk memulai uji pada spesimen sampai putus. Catat nilai load (tegangan) dan stroke (regangan) bila sampel sudah putus. Dilakukan perlakuan yang sama untuk tiap sampel. Dari data load (tegangan) dan stroke (regangan) yang diperoleh dapat dihitung besar kekuatan tarik dan kemuluran dari masing-masing spesimen.

Analisa permukaan dengan SEM. Proses pengamatan mikroskopik menggunakan SEM dilakukan pada permukaan patahan sampel. Mula-mula sampel dilapisi dengan emas bercampur palladium dalam suatu ruangan (*vacum evaporator*) bertekanan 0,2 Torr dengan menggunakan mesin JEOL JSM-6360LA-EXD JED-2200 Series. Selanjutnya sampel disinari dengan pancaran elektron bertenaga 20 kV pada ruang khusus sehingga sampel mengeluarkan elektron sekunder dan elektron yang terpental dapat dideteksi oleh detector Scientor yang diperkuat dengan suatu rangkaian listrik yang menyebabkan timbulnya gambar CRT (*Cathode Ray Tube*) selama 4 menit. Kemudian *coating* dengan tebal lapisan 400 Amstrong dimasukkan ke dalam specimen Chamber pada mesin SEM (JSM-35C) untuk dilakukan pemotretan. Pemotretan dilakukan setelah memilih bagian tertentu dari objek (sampel) dan perbesaran yang diinginkan sehingga diperoleh foto yang baik dan jelas.

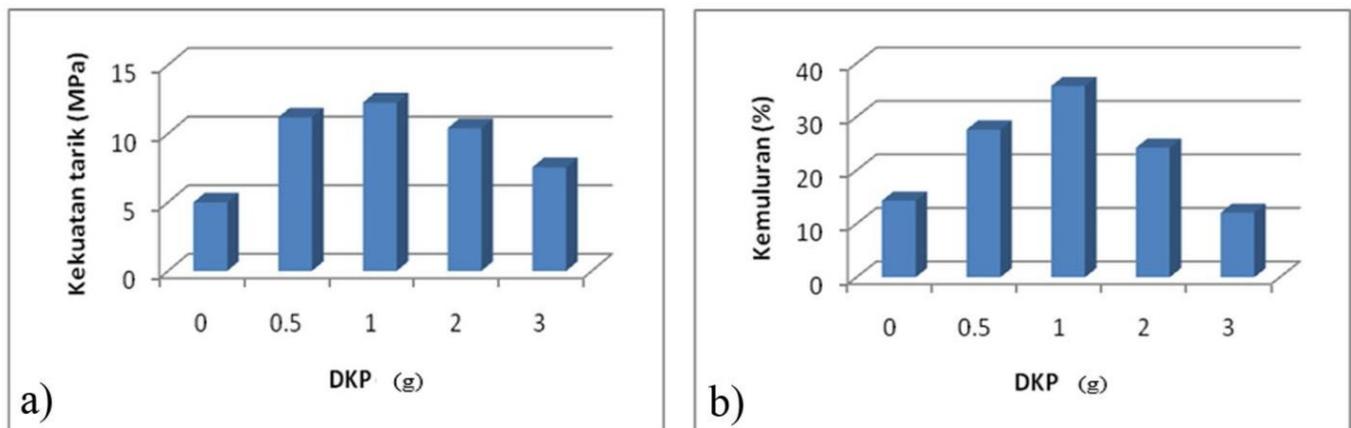
3. Hasil dan pembahasan

Karakterisasi komposit berdasarkan sifat mekanik. Telah dilakukan pengujian sifat mekanik yaitu uji kekuatan tarik terhadap semua variasi sampel dalam penelitian ini. Hasil pengujian yang diperoleh adalah nilai *load* (tegangan) dan *stroke* (regangan). Dari data yang diperoleh dapat dihitung nilai kekuatan tarik (σ) dan nilai kemuluran (ϵ).

Tabel 1. Data hasil pengujian kekuatan tarik (σ) dan kemuluran (ϵ) campuran TPE 50/50 (g/g) + DKP variasi konsentrasi

PE (g)	Karet EPDM (g)	DKP (phr)	Kekuatan tarik (MPa)	Kemuluran (%)
50	50	-	5,00	14,34
50	50	0,5	11,18	27,64
50	50	1	12,26	35,78
50	50	2	10,40	24,24
50	50	3	7,55	12,06

Hasil pengukuran kekuatan tarik (σ) dan kemuluran (ϵ) dari campuran PE - karet EPDM dengan penambahan DKP variasi konsentrasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik kekuatan Tarik (a) dan kemuluran (b) dari campuran PE karet EPDM dengan penambahanDKP variasi konsentrasi

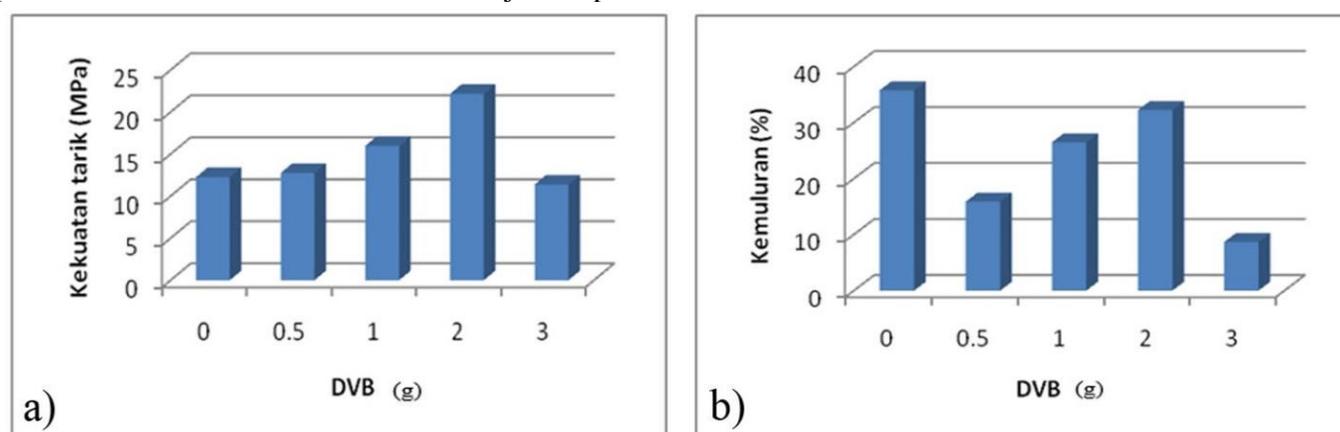
Dari gambar grafik di atas dapat diketahui hasil yang optimum pada campuran TPE PE-karet EPDM 50/50 (g) yaitu dengan variasi penambahan 1 phr DKP dengan nilai kekuatan tarik 12,26 MPa dan kemuluran 35,78 % yang

ditandai dengan adanya peningkatan kekuatan tarik dan terjadi penurunan pada penambahan 2 phr DKP. Kekuatan tarik semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi DKP yang digunakan [8](Thitithammawong, 2007). Namun, penggunaan DKP dengan konsentrasi yang berlebih dapat menyebabkan penggungtingan rantai yang tidak diharapkan sehingga dapat menurunkan kekuatannya.

Tabel 2. Data hasil pengujian kekuatan tarik (σ_t) dan kemuluran (ϵ) campuran TPE50/50 (g/g) – DKP + DVB variasi konsentrasi

PE (g)	Karet EPDM (g)	DKP (phr)	DVB (phr)	Kekuatan tarik (MPa)	Kemuluran (%)
50	50	1	-	12,26	35,78
50	50	1	0,5	12,75	15,90
50	50	1	1	15,99	26,48
50	50	1	2	22,17	32,24
50	50	1	3	11,38	8,68

Hasil pengukuran kekuatan tarik (σ) dan kemuluran (ϵ) dari campuran PE - karet EPDM - DKP dengan penambahan DVB variasi konsentrasi ditunjukkan pada Gambar 2.



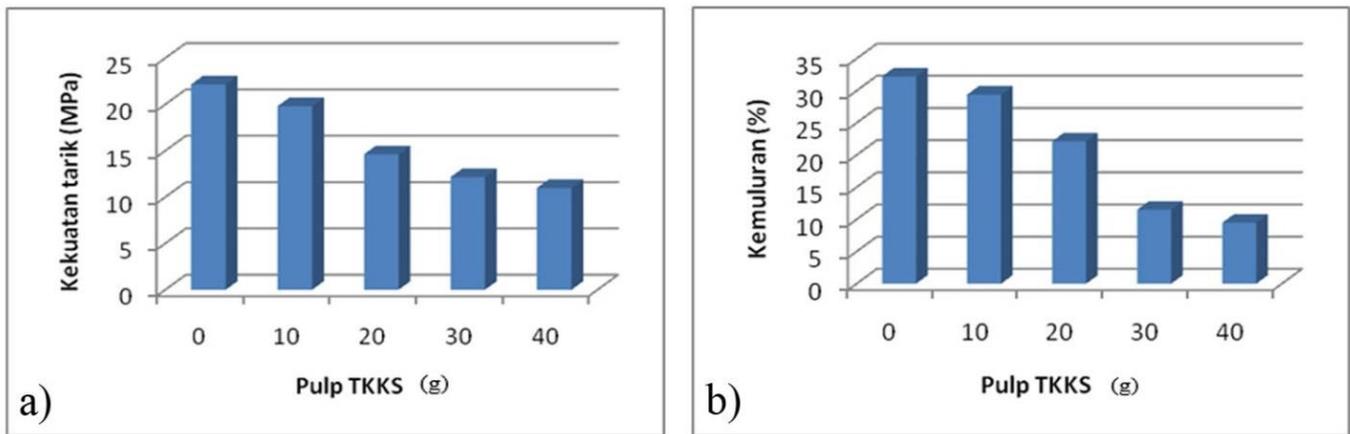
Gambar 2. Grafik kekuatan tarik (a) dan kemuluran (b) dari campuran PE-karet EPDM-DKP dengan penambahan DVB variasi konsentrasi

Dari gambar grafik diatas diperoleh hasil yang optimum pada campuran TPE adalah dengan variasi 1 phr DKP dan 2 phr DVB dengan nilai kekuatan tarik 22,17 MPa dan kemuluran 32,24 %. Hasil tersebut menunjukkan semakin banyak DVB yang ditambahkan maka kekuatan tarik dari TPE juga semakin besar. Hal ini dikarenakan penggunaan DKP dan DVB dapat meningkatkan perekatan antarmuka yang memfasilitasi mekanisme distribusi gaya di dalam campuran pada saat penarikan mengakibatkan meningkatnya kekuatan tarik campuran termoplastik dan molekul karet.

Tabel 3. Data hasil pengujian kekuatan tarik (σ_t) dan kemuluran (ϵ) campuran TPE 50/50 (g/g)–DKP–DVB+pulp TKKS variasi berat

PE (g)	Karet EPDM (g)	DKP (phr)	DVB (phr)	Pulp TKKS (g)	Kekuatan tarik (MPa)	Kemuluran (%)
50	50	1	2	0	22,17	32,24
50	50	1	2	10	19,82	29,40
50	50	1	2	20	14,62	22,14
50	50	1	2	30	12,16	11,52
50	50	1	2	40	10,99	9,48

Hasil pengukuran kekuatan tarik (σ) dan kemuluran (ϵ) dari campuran PE - karet EPDM - DKP - DVB dengan penambahan pengisi variasi berat ditunjukkan pada Gambar 3.

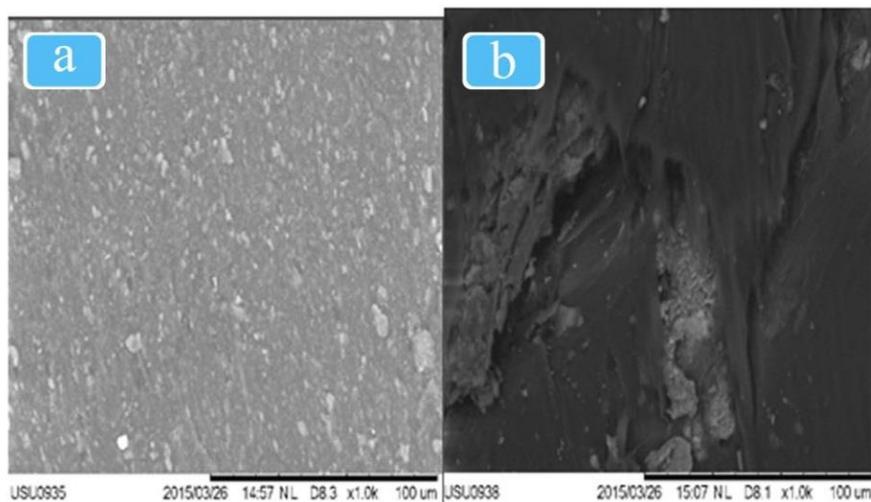


Gambar 3. Grafik kekuatan tarik (a) dan kemuluran (b) dari campuran PE-karet EPDM-DKP-DVB dengan penambahan pengisi pulp TKKS dengan variasiserat.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil yang optimum terdapat pada campuran TPE PE-karet EPDM + 1 phr DKP dan 2 phr DVB dengan variasi penambahan pengisi pulp TKKS 10 g dengan nilai kekuatan tarik 19,82 MPa dan kemuluran 29,40 % sedangkan kekuatan tarik minimum terdapat pada variasi penambahan pengisi 40 g dengan nilai kekuatan tarik 10,99 MPa dan kemuluran 9,48 %.

Hal ini disebabkan karena ketidakmampuan pengisi pulp untuk mendukung tekanan yang ditransfer oleh matriks komposit TPE ke dalam bahan pengisi ke dalam bahan pengisi sewaktu diberi gaya sehingga makin banyak jumlah bahan pengisi yang ditambahkan akan menurunkan kekuatan tarik dan kemuluran komposit [9](Ismail, 2002). Selain itu disebabkan oleh jenis bahan pengisi yang dipergunakan merupakan bahan pengisi organik alami yang bersifat tidak aktif dan bukan bahan pengisi penguat yang diperoleh serat dari tandan kosong kelapa sawit [10][11](James, 1975; Bhatnagar 2004). Hal ini juga disebabkan karena adanya gugus hidroksil membuat serat tandan kosong kelapa sawit bersifat hidrofilik, yang menyebabkan adhesi antarmuka dengan matriks polimer hidrofobik rendah. Sehingga sifat fisika dan mekanik komposit menjadi rendah. Sifat serat dapat di tingkatkan melalui modifikasi permukaan. Proses kimia menurunkan sifat hidrofilik serat dan juga meningkatkan sifat keterbatasan dengan matriks polimer [12](Shinoja, 2011).

Hasil analisa permukaan dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Analisa permukaan dengan SEM dilakukan untuk melihat struktur permukaan patahan dari campuran TPE yaitu pada campuran PE-EPDM+DKP+DVB dan PE-EPDM+DKP+DVB+serbuk Pulp TKKS pada Gambar 4.



Gambar 4. Foto SEM dengan perbesaran 1000x ; a) PE-Karet EPDM + DKP + DVB;b) PE-Karet EPDM + DKP + DVB + Serbuk Pulp TKKS

Dapat dilihat pada gambar 4 (a) dimana campuran PE – Karet EPDM + DKP + DVB terdistribusi lebih merata satu sama lain hal ini ditandai dengan terbentuknya rongga-rongga kosong yang relatif kecil hal ini menunjukkan bahwa partikel karet EPDM terdistribusi dengan baik kedalam matriks PE dengan adanya DKP dan DVB. Distribusi juga dipengaruhi oleh stress history yang terjadi selama proses pencampuran yang berperan untuk memecah partikel karet EPDM dan mendistribusikannya kedalam matriks PE [13](Bahruddin dkk, 2007). Hal ini juga menunjukkan bahwa terbentuknya adhesi yang baik partikel karet EPDM dalam matriks PE dengan adanya DKP dan DVB.

Dapat dilihat pada gambar 4 (b) bahwa campuran PE – Karet EPDM + DKP + DVB dengan pengisi serbuk Pulp TKKS dilihat bahwa campuran yang terbentuk memiliki rongga-rongga kosong yang lebih banyak. Hal ini menunjukkan, bahwa terbentuknya adhesi yang lemah antara pengisi dengan partikel karet dan termoplastik. Hal ini juga didukung dari hasil kuat tarik pada campuran TPE dengan variasi berat bahan pengisi dimana semakin banyak bahan pengisi yang ditambahkan kekuatan tarik semakin menurun.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Kompatibilitas yang terjadi pada campuran karet EPDM dengan PE menggunakan DKP dan DVB sebagai zat pengcoupling menunjukkan hasil yang lebih baik ditunjukkan dari data uji mekanik dengan kuat tarik. Penggunaan DKP dan DVB telah mampu meningkatkan kompatibilitas campuran dengan memperbaiki adhesinya sehingga nilai kekuatan tarik yang didapat meningkat.
- Interaksi yang terjadi pada campuran PE dengan karet sintesis EPDM dengan penggunaan DKP dan DVB serta penambahan pengisi pulp tandan kosong kelapa sawit memperlihatkan bahwa interaksi yang terjadi kurang baik. Hal ini ditunjukkan dari data uji mekanik dengan diperoleh nilai kekuatan tarik yang semakin menurun.

Referensi

- [1] Ram, R. (2008) "Karakteristik termoplastik polietilena dengan serat batang pisang sebagai komposit untuk bahan palet kayu." *USU Institutional Repository*, Medan.
- [2] Hoffman, W. (1989) "Rubber Technology Hnadbook." Oxford University Press, Canada.
- [3] Naskar, K. (2004) "Dynamically vulcanized pp/epdm thermoplastic elastomers: exploring novel route for crosslinking with peroxides." *Print Partners*, Netherlands.
- [4] Jacob, M.J. (2007) "Biofibres and biocomposites." *Carbohydrate Polymers* **71**: 343-364
- [5] Fahma, F. (2010) "Isolation, preparation and characterization of nanofibers from oil palm empty-fruit-bunch (OPEFB)." *Cellulose* **17**: 977-985.
- [6] Awang, M. (2007) "Processing and properties of polypropylene-latex modified waste tyre dust blends (PP/WTD_{ML})." *Polymer Testing* **27**: 93-99.
- [7] Hrdlicka, Z. (2010) "Thermoplastic elastomer blends based on waste rubber and low-density polyethylene." *Polimery* **55**: 11-12.
- [8] Thitithammawong. A., Nakason, C., Sahakaro, K., Noordermeer, J.W.M. (2007) "Thermoplastic Vulcanizates Based on Epoxidized Natural rubber/Polypropilene Blends: Selection of Optimal Peroxide Type and Concentration in Relation to Mixing Condition." *J. European Polymer* **43**: 4008-4018.
- [9] Ismail H., Edyham M.R., Wirjosentono B. (2002) "Bambo fibre filled natural rubber composite; the effects of filler loading and bonding agent." *J. Polymer Testing* **21**: 139-144.
- [10] James, L. W. (1975) "Thermoplastic and Rubber Compounds: Technology and Physical Chemistry." *Hanser Publishers*, Canada.
- [11] Bhatnagar, M.S. (2004) "A textbook of polymers: chemistry and technology of polymers." First Edition, S. Chand & Company Ltd, India.
- [12] Shinoja, S. (2011) "Oil palm fiber (OPF) and its composites. Directorate of oil palm research. Indian Council of Agricultural Research." Pedavegi, Eluru, Andhra Pradesh 534 450, India.
- [13] Bahruddin, Sumarno, Wibawa G., Soewarno. (2007) "Morfologi dan properti campuran karet alam/polipropilene yang divulkanisasi dinamik dalam internal mixer." *J. Reaktor* **11** (2): 71-77.