

PENGARUH PENCAMPURAN CARBON BLACK FILLER TERHADAP KOMPOSIT POLYPROPYLENE DAN KARET ALAM SEBAGAI ELASTOMER TERMOPLASTIK DENGAN METODE GRAFTING

Indah Agus Setiorini^{1/2}; Subriyer Nasir¹; Tuty Emilia Agustina¹

¹Magister Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Indonesia;

²Program Studi Teknik Pengolahan Migas, Politeknik Akamigas Palembang, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini mempelajari pengaruh *carbon black filler* terhadap komposit PP/NR. Elastomer Termoplastik yang dihasilkan berbasis Polipropilena dan Karet Alam untuk penggunaan industri. Penelitian ini dilakukan untuk dapat mengembangkan produk ETP yang telah dihasilkan menjadi bahan yang unggul dan dapat diterima oleh industri otomotif dan industri alat kesehatan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan proses grafting Polipropilena dengan Maleat Anhidrid (PP-g-MA). Proses grafting dilakukan pada suhu 160°C dan waktu 10 menit. Variasi komposisi PP/NR/CB yaitu (30:70:0)% berat, (30:69:1)% berat, (30:68:2)% berat dan (30:67:3)% berat. Karakteristik uji yang dilakukan meliputi sifat fisik dan sifat mekanik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa uji mekanik komposit berupa uji kuat tarik meningkat dengan bertambahnya kadar *filler* dan uji mekanik berupa perpanjangan putus semakin menurun dengan bertambahnya kadar *filler* namun uji fisik berupa densitas semakin meningkat dengan bertambahnya kadar *filler*. Dimana nilai terbaik didapat dari komposit dengan rasio PP/NR/CB (30:67:3)% berat berupa sifat mekanik tensile strength sebesar 1,66 N/mm² dan perpanjangan putus terbaik didapat dari komposit dengan rasio PP/NR/CB (30:70:0)% berat sebesar 268,36%.

Kata kunci : Elastomer Termoplastik, Polipropilena, Karet Alam, Karbon Hitam, Pengisi, Cangkok.

Abstract

This research studied the effect of the carbon black filler on PP/NR the composite. Thermoplastic elastomers produced are based on Polypropylene and natural rubber for industrial use. This research was conducted in order to develop ETP products that have been produced become prime material and can be accepted by the automotive and medical equipment industry. The method used in this study was Polypropylene grafting process with Maleic Anhydride (PP-g-MA). The grafting process was carried out at the temperature of 160°C and a time of 10 minutes. The variations in the composition of PP/NR/CB are (30:70:0) % by weight, (30:69:1) % by weight, (30:68:2) % by weight and (30:67:3) % by weight. The characteristic test which was conducted included the physical and mechanical properties. The obtained results showed that the composite mechanical test in the form of tensile test increased as the level of filler increased, and the mechanical test in the form of elongation at break kept decreasing as the level of filler increased, but the mechanical test in the form of density increased as the level of filler increased. The best value was obtained from the composite with the ratio of PP/NR/CB (30:67:3) % by weight in the form of the mechanical properties of tensile strength by 1.66 N/mm² and the best elongation at break obtained from the composite ratio of PP/NR/CB (30:70:0) % by weight was 268.36 %.

Keywords : Thermoplastic Elastomer, Polypropylene, Natural Rubber, Carbon Black, Filler, Grafting

I. Pendahuluan

Komposit yaitu campuran atau paduan dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lain baik sifat fisik atau sifat kimianya untuk menghasilkan material baru. Telah menjadi fenomena yang penting pada tahun-tahun terakhir ini untuk mendapatkan suatu bahan dengan sifat-sifat tertentu seperti : sifat mekanik, fisik, termal dan kemampuan proses yang baik yang tidak dapat ditemukan dari masing-masing komponen. Selain alasan pencampuran, pertimbangan biaya merupakan

salah satu alasan utama pada industri yang menyangkut bahan polimer. Apabila suatu bahan dapat diproduksi dengan biaya murah dan spesifikasi yang dihasilkan memenuhi kebutuhan, maka produk tersebut akan kompetitif di pasar (Halimatuddahlia, dkk, 2008).

Elastomer Termoplastik (ETP) yaitu polimer yang bersifat elastis dan termoplastis dan telah lama dimanfaatkan dalam keperluan sehari-hari, serta pemakaiannya semakin meningkat setiap tahunnya karena memiliki keunggulan dibandingkan *vulkanizat*

elastomer karena tidak memerlukan *crosslink agent*, proses pengerjaannya lebih sederhana dan berlangsung lebih cepat, serta barang jadinya dapat didaur ulang atau diolah kembali (Deswita, dkk, 2006).

Karet alam yaitu *elastomer* alam yang berat molekulnya relatif tinggi dan sulit dicetak dalam keadaan panas tanpa perlakuan khusus. Karet alam adalah salah satu bahan untuk membuat *elastomer* termoplastik yang diolah dengan cara konvensional atau dengan teknik radiasi (Deswita, dkk, 2006). Campuran *elastomer* dan termoplastik (bahan elastomer termoplastik) dapat menghasilkan bahan dengan spesifikasi teknik yang diharapkan. Salah satu contoh *elastomer* termoplastik yang sangat populer saat ini adalah elastomer termoplastik polipropilene/etilene-propilene diene terpolimer (PP/EPDM) yang mempunyai beberapa keunggulan sifat, seperti tahan terhadap benturan (*impact resistance*), tahan terhadap bahan kimia (*good chemical resistance*), stabilitas termal yang baik (*good thermal stability*) (Halimatuddahlia, dkk, 2008).

Campuran kedua bahan ini menghasilkan produk industri kendaraan seperti *bumper*, panel pintu, kibasan lumpur (*mudflaps*) dan bagian dalam mobil (*interior*). Campuran antara PP dan EPDM kadang kala tidak memerlukan bahan kuratif seperti bahan sambung silang (*crosslink*). Interaksi yang baik antara EPDM dan PP disebabkan oleh struktur kimia EPDM yang juga mengandung gugus propilena sehingga campuran PP/EPDM lebih *compatible* dibandingkan dengan PP/NR. EPDM adalah karet sintesis yang harus diimport dari luar negeri sehingga biaya pengadaannya relatif mahal. Karet alam (NR) adalah sumber asli negara dan banyak terdapat di Indonesia sehingga penggantian EPDM dengan NR merupakan langkah yang tepat jika dipandang dari segi ekonomi.

Halimatuddahlia (2008) mengatakan hasil penelitian terdahulu menunjukkan terjadinya penurunan sifat mekanik (*tensile test*, *oil resistance test*) bila EPDM diganti dengan NR dibandingkan dengan campuran PP/EPDM. Hal ini disebabkan karena campuran PP/NR kurang serasi dibandingkan dengan PP/EPDM. Sehingga perumusan masalah dari penelitian ini berdasarkan penurunan sifat mekanik yang tidak tercapai maka peneliti melakukan penambahan *carbon black filler* yang dapat meningkatkan sifat mekanik campuran PP/NR menggunakan metode *grafting*. Selanjutnya melakukan analisa sifat fisik (densitas dan morfologi

campuran) dan sifat mekanik (uji kuat tarik, uji perpanjangan putus dan uji ketahanan minyak) dari produk akhir setelah dilakukan penambahan komponen *filler* dalam campuran PP/NR.

II. Material

Polimer

Polimer merupakan rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer. Polimer biasanya merupakan zat organik (memiliki rantai karbon), ada juga polimer inorganik. Contoh dari polimer adalah plastik dan DNA.

Istilah polimer berasal dari bahasa Yunani yaitu "polus" yang bermakna "banyak" dan "meris" yang bermakna "bagian". Sehingga polimer dapat diartikan rangkaian atom yang panjang dan berulang-ulang dan menghasilkan sambungan dari beberapa molekul lain yang dinamakan monomer. Di alam banyak sekali terdapat polimer organik atau polimer alam, tetapi karena perkembangan teknologi yang semakin maju, sekarang ini banyak ditemukan polimer anorganik atau yang biasa disebut polimer sintetik.

Sejauh ini ETP berbasis PP/NR belum dapat dikembangkan secara komersial karena spesifikasi material tersebut belum dapat bersaing dengan ETP berbasis karet sintetik. Beberapa peneliti sudah mengembangkan metode-metode untuk dapat meningkatkan sifat mekanik campuran PP/NR, diantaranya adalah proses vulkanisasi dinamik dengan pemberian bahan-bahan sambung silang (*crosslink*) (Halimatuddahlia, dkk, 2008; Bahruddin, dkk, 2007), pencangkakan (*grafting*) secara polimerisasi emulsi antara NR dengan monomer stirena dan metil metakrilat (Suhardjo, dkk, 2011), pencangkakan (*grafting*) secara polimerisasi emulsi antara NR dengan monomer stirena dan metil metakrilat dengan menggunakan inisiator *Potassium Persulfate* dan *Ammonium Peroxydisulfate* (Sondari, dkk, 2010), penambahan *filler* Carbon Black (CB) (Bahruddin, dkk, 2010), Proses *Blending* antara ETP berbasis karet alam (NR) dengan PE dan ETP berbasis karet alam (NR) dengan PP (Deswita, dkk, 2006), Proses *Blending* antara PP/EPDM/NR dan PP/EPDM/ENR25 (Halimatuddahlia dan Ismail, 2003), Pencangkakan (*grafting*) antara *Polystyrene* dengan *Maleat Anhidrid* menggunakan inisiator benzoil peroksida (Sukatik, 2012), Pembuatan elastomer termoplastik dari campuran elastomer berupa

karet alam dengan termoplastik berupa metil metakrilat (MMA) secara bersama-sama diiradiasi sinar gamma secara optimal dengan Pb_3O_4 sebagai *Filler* (Sudirman, dkk, 2000). Namun sejauh ini metode-metode tersebut belum dapat menghasilkan peningkatan sifat mekanik sebagaimana diharapkan.

Elastomer Termoplastik (ETP)

Elastomer Termoplastik (ETP) adalah suatu campuran atau senyawa polimer yang merupakan gabungan dari sifat-sifat proses termoplastik dengan tampilan fungsi elastomer konvensional, dan temperatur lelehnya menunjukkan bahwa karakter termoplastik yang memungkinkan untuk dibentuk kembali menjadi barang jadi, dalam skala suhu selama proses pembuatan memiliki perilaku elastomer tanpa ikatan silang. Cara pembuatannya dapat dilakukan pada fase leleh maupun fase emulsi. Selama beberapa tahun terakhir ini perkembangan ETP telah mendapat banyak perhatian dibidang pengetahuan dan teknologi polimer. Sekarang ETP telah menjadi salah satu barang polimer penting dalam perdagangan.

ETP terdiri dari : Polyolefin, Polistiren-kopolimer dan Poliuretan. Sedangkan ETP berbasis campuran karet – plastik dapat dibagi menjadi dua kelas utama yaitu : TPO (termoplastik olefin) dan TPV (termoplastik vulkanisasi). TPO dapat dibuat secara mudah dan biaya yang *relative* murah karena dispersi fase karet tidak terjadi secara ikat silang, sebaliknya TPV memerlukan proses lebih kompleks karena dispersi fase karet harus terjadi secara ikat silang selama proses pencampuran, sebagian besar melalui vulkanisasi dinamik atau proses ikat silang insitu. ETP dapat dibuat dengan cara pencampuran pada fase emulsi atau pada fase leleh dari polimer pembentuknya. Pembuatan ETP ada bermacam-macam cara tergantung jenis polimer pembentuk, kompatibilizer, filler dan aditif lainnya.

Jenis-jenis Elastomer Termoplastik (ETP).

Elastomer Termoplastik secara komersial dapat digolongkan pada dua kelompok yang utama yaitu:

1. Kopolimer blok
2. Polimer Campuran

Polipropilena.

Polipropilena merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena, dimana propilena mempunyai *specific gravity* rendah

dibandingkan dengan jenis plastik lain. Sebagai perbandingan dapat dilihat pada Tabel 1. Polipropilena memiliki titik leleh yang cukup tinggi (149 – 170)°C, sedangkan titik kristalisasinya antara (130 – 135) C.

Tabel 1. Perbandingan specific gravity dari berbagai material plastic (Bukit, 2012).

Resin	Specific Gravity
PP	0,85-0,90
LDPE	0,91-0,93
HDPE	0,93-0,96
Polistirena	1,05-1,08
ABS	0,99-1,10
PVC	1,15-1,67
Asetil Selulosa	1,23-1,34
Nylon	1,09-1,14
Poli Karbonat	1,20
Poli Asetat	1,38

Ketahanan Polipropilena terhadap bahan kimia (*chemical Resistance*) sangat tinggi, tetapi *impact strength* rendah. Polipropilena adalah salah satu dari bahan termoplastik yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan sehingga membuat bahan ini serbaguna dan menjadi salah satu dari termoplastik komersial terpenting, konsumsinya meningkat dengan cepat dibandingkan polimer termoplastik lainnya.

Karet Alam

Karet alam berasal dari Brazil dengan nama ilmiah *Hevea Brasiliensis*. Karet alam merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung atom karbon (C) dan atom hidrogen (H) dan merupakan senyawa polimer dengan isoprena sebagai monomernya. Rumus empiris karet alam adalah $(C_5H_8)_n$. Dengan perbandingan atom-atom karbon dan hidrogen adalah 5 : 8 dan n menunjukkan banyaknya monomer dalam rantai polimer.

Karet atau elastomer merupakan salah satu jenis polimer yang memiliki perilaku khas yaitu memiliki daerah elastis *non-linear* yang sangat besar. Perilaku tersebut memiliki kaitan dengan struktur molekul karet yang memiliki ikatan silang (*cross link*) antar rantai molekul. Ikatan silang ini berperan sebagai 'pengingat bentuk' (*shape memory*) sehingga karet dapat kembali ke bentuk dan dimensi asalnya pada saat mengalami deformasi dalam jumlah yang sangat besar.

Tabel 2. Komposisi Partikel Karet Alam (T.Hulu. 2013)

No	Komponen	Komp. Dalam Latex segar (%)	Komp. Dalam Latex Kering (%)
1	Karet Hidrokarbon	36	92-94
2	Protein	1.4	2.5-3.5
3	Karbohidrat	1.6	-
4	Lipida	1.6	2.5-3.2
5	Persenyawaan Organik Lain	0.4	-
6	Persenyawaan Anorganik	0.5	0.1-0.5
7	Air	58.5	0.3-1.0

Maleat Anhidrida

Maleat anhidrida (*cis*-butenadioat anhidrida, anhidrida toksilat, dihidro-2,5-dioksifuran) memiliki rumus kimia $C_4H_2O_3$. Dalam keadaan murni, maleat anhidrida tidak berwarna atau berwarna putih padat dan memiliki bau yang tajam. Maleat anhidrida biasa digunakan dalam penelitian polimer sebagai senyawa penghubung (*kopling agent*) karena mempunyai gugus polar dan non polar. Maleat anhidrida memiliki berat molekul 98,06, larut dalam air, meleleh pada temperatur 57-60 °C, mendidih pada 202 °C dan *spesifik gravity* 1,5 g/cm³. Maleat anhidrida merupakan senyawa vinil tidak jenuh yang merupakan bahan mentah dalam sintesa resin poliester, pelapisan permukaan karet, deterjen, bahan aditif dan minyak pelumas, *plastisizer* dan kopolimer. Maleat anhidrida mempunyai sifat kimia yang khas yaitu adanya ikatan etilenik dengan gugus karbonil di dalamnya, ikatan ini berperan dalam reaksi adisi senyawa organik (Wirjosentono, 2013).

Benzoil Peroksida

Senyawa ini merupakan tipe inisiator yang sering digunakan, tidak stabil terhadap panas dan dapat terurai menjadi radikal-radikal pada suhu tertentu dan laju yang tergantung pada strukturnya, mengalami homolisis termal untuk membentuk radikal-radikal benzoiloksi. Radikal benzoil mungkin menjalani berbagai reaksi selain beradisi ke monomer, termasuk rekombinasi, dekomposisi ke radikal fenil dan karbon dioksida dan kombinasi radikal. Reaksi-reaksi sekunder karena adanya efek molekul pelarut yang mengikat (efek sangkar) akibatnya konsentrasi inisiator berkurang (Wirjosentono, 2013). Reaksi hidrolisis BPO akibat panas.

Toluene

Toluene mempunyai rumus molekul C_7H_8 dengan titik lebur - 93 °C, titik didih 110,6 °C dan dikenal dengan nama *Metil Benzene*/Fenil Metana. *Toluene* merupakan *liquid* berbasis *water-insoluble* dengan bau pengencer cat yang khas. *Toluene* bereaksi secara normal sebagai hidrokarbon aromatik dan gugus metil dalam *Toluene* bereaksi 25 kali lebih reaktif dari pada *Benzene*.

Carbon Black

Carbon black (karbon hitam) secara umum digunakan dalam industri karet sebagai bahan pengisi (*filler*) yang dapat memberikan warna hitam, dan meningkatkan sifat mekanik produk karet alam. Konsumsi *carbon black* pada industri ban karet mencapai 70%, sementara 20% digunakan untuk produk karet non-ban dan sisanya sebesar 10% digunakan untuk industri karet khusus (Ali, dkk, 2014).

Degradasi Polipropilena dengan Benzoil Peroksida

Polipropilena adalah suatu polimer atau makromolekul rantai panjang yang mempunyai derajat polimer yang tinggi. Polipropilena termasuk polimer termoplastik yang akan lunak bila dipanaskan dan mengeras kembali bila dingin. Pada pengolahannya suhu pemanasan dibantu dengan adanya suatu inisiator peroksida, seperti benzoil peroksida polimer ini akan mengalami degradasi, yaitu terjadi pemutusan pada rantai utama. Pada penelitian ini degradasi polipropilena dilakukan dengan tujuan memperoleh polipropilena yang mempunyai bobot molekul lebih rendah dan rantai lebih pendek. Polipropilena dengan bobot molekul rendah dan rantai lebih pendek ini diharapkan setelah digrafting dengan maleat anhidrida, akan lebih mudah bereaksi dengan gugus hidroksil selulosa dan masuk keantara serat-serat selulosa dalam partikel.

Pada tahap awal reaksi karena pengaruh panas inisiator benzoil peroksida terdekomposisi secara homolitik membentuk radikal "RO•". Selanjutnya radikal ini akan menarik sebuah atom hidrogen dari molekul polipropilena sehingga terbentuk makromolekul radikal tertier "3P•". Kemudian makromolekul radikal tertier ini mengalami pemutusan rantai pada posisi β sehingga rantai polipropilena semakin pendek dengan bobot molekul turun serta viskositas intrinsik turun dan proses ini akan terus berlanjut bila tidak ada terminasi rantai sesuai dengan mekanisme reaksi dibawah ini (Nasution, 2012).

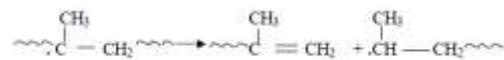
Dekomposisi dari inisiator



Inisiasi : Penyerapan dari Hidrogen



Pemutusan Rantai :



Gambar 1. Reaksi dedgradasi polipropilena oleh suatu peroksida Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *carbon black* dan bahan pengisi *non-black* atau biasa disebut pengisi berwarna. Setiap bahan pengisi, baik yang *black* atau *non-black* memiliki derajat keaktifan tersendiri. Klasifikasi bahan pengisi (*filler*) berdasarkan fungsinya dibagi menjadi dua jenis (Ali, dkk, 2014), yaitu:

- *Reinforcing filler*, yaitu *filler* yang tidak hanya berfungsi sebagai bahan pengisi tetapi juga akan berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik karet dan akan menambah kekuatan tarik dan daya tahan terhadap gesekan. Contohnya: *carbon black*, magnesium karbonat, ZnO.
- *Inert filler*, yaitu *filler* yang hanya berfungsi sebagai penambah volume saja. Contohnya : CaCO₃, kaolin, BaSO₄.

Berdasarkan keaktifannya, bahan pengisi (*filler*) dibagi menjadi dua golongan, yaitu golongan bahan pengisi (*filler*) aktif (bahan pengisi penguat) dan golongan bahan pengisi (*filler*) tidak aktif (Ali, dkk, 2014). Selain itu, penambahan bahan pengisi (*filler*) tidak aktif hanya akan menambah kekerasan dan kekakuan pada produk karetnya, tetapi kekuatan dan sifat lainnya akan berkurang. Harga bahan pengisi (*filler*) tidak aktif lebih murah dibandingkan dengan bahan pengisi (*filler*) aktif, sehingga menyebabkan bahan pengisi (*filler*) tidak aktif digunakan dalam kuantitas yang lebih kecil terutama untuk menekan harga produk karet yang dihasilkan (Ali, dkk, 2014). Bahan pengisi (*filler*) yang baik adalah bahan pengisi yang bersifat *inert* (tidak ikut bereaksi) terhadap komponen lain, tidak mudah terbakar, dan memiliki luas permukaan spesifik yang luas. Pada umumnya, bahan pengisi (*filler*) yang digunakan terdiri dari campuran dua komponen. Kemampuan *filler* untuk memperbaiki sifat vulkanisat dipengaruhi oleh tipe elastomer, sifat alami *filler*, dan jumlah *filler* yang digunakan (Ali, dkk, 2014).

Kompatibiliser (Compatibilizer)

Untuk meningkatkan daya rekat permukaan bahan pada proses pencampuran dan menstabilkan kondisi morfologi dalam campuran polimer, berbagai metode telah dikembangkan. Secara umum, ada dua keadaan untuk meningkatkan kompatibilitas yaitu *immiscible blends* dan *reactive blending*, *immiscible blends* yakni dengan cara menambahkan polimer yang sudah difungsionalisasi sehingga mampu meningkatkan interaksi tertentu atau bereaksi secara kimia. Fungsionalisasi dapat dilakukan sebelum pencampuran polimer atau sekaligus dalam proses pencampuran dalam mesin pencampur (internal mixer) sehingga akan terbentuk blok atau *graft-copolymers*, halogenasi, sulfonasi, formasi *hydroperoxide*, dan lain-lain.

Metode Pengolahan Elastomer

Termoplastik

Berikut beberapa metode yang digunakan dalam pengolahan Elastomer Termoplastik :

a. Metode grafting

Yaitu mencangkokkan monomer maupun polimer ke rantai polipropilena. Dengan teknik ini polipropilena memperoleh sifat-sifat tambahan yang diperlukan untuk aplikasi khusus tanpa mengubah sifat asli yang diinginkan.

b. Metode Vulkanisasi Dinamik

Yaitu membuat lateks alam dengan cara diperam dan dipanaskan dengan ditambahkan sulfur.

c. Metode Iradiasi

Yaitu Lateks alam yang divulkanisir dengan menggunakan teknologi nuklir dimana sinar gamma Cobalt-60/berkas elektron sebagai sumber energi.

III. Metodologi

Metode Penelitian

Metode pembuatan termoplastik elastomer terdiri dari 3 (tiga) tahap, yaitu (Sukatik, 2012):

- Degradasi polipropilena dengan inisiator Benzoil Peroksida.
- *Grafting Polipropilene* dengan Maleat Anhidrid (PP-g-MA).
- Pencampuran Komposit PP-g-MA, Karet Alam dengan *Carbon Black filler*.

Analisa Data yang dilakukan

Berikut adalah analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini :

1. Uji Kestabilan, densitas komposit dibandingkan dengan densitas air.

2. Morfologi Permukaan Campuran, melihat struktur mikro pori-pori dan bentuk partikel dibawah *Scanning Electron Microscopy* (SEM).
3. Pengujian Karakteristik
 Pengujian karakteristik meliputi pengukuran Fisik (densitas dan morfologi campuran) dan pengukuran mekanik (uji kuat tarik ASTM D-638, uji perpanjangan putus persamaan menurut SNI 03-2015-2006 dan uji ketahanan minyak ASTM D471).

IV. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi *carbon black filler* terhadap komposit Polipropilena dan Karet Alam, dimana variasi *carbon black filler* yaitu 0%, 1%, 2% dan 3%. Sedangkan untuk variasi Polipropilena berbanding Karet Alam yaitu (30/70)%, (30/69)%, (30/68)% dan (30/67)%. Sehingga campuran satu (1) terdiri dari PP/NR/CB = (30/70/0)%, campuran dua (2) terdiri dari PP/NR/CB = (30/69/1)%, campuran tiga (3) terdiri dari PP/NR/CB = (30/68/2)% dan campuran empat (4) terdiri dari PP/NR/CB = (30/67/3)%

Data Hasil Uji Campuran

Elastomer Termoplastik itu sendiri dibuat melalui pencampuran PP-g-MA dengan Natural Rubber ditambah dengan *carbon black filler*. Termoplastik Elastomer yang dihasilkan di analisis secara visual dengan data hasil pengamatan seperti tabel berikut ini :

Tabel 3. Data Hasil Uji Campuran

Komposisi	Campuran (%)			
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
PP-g-MA	30	30	30	30
NR	70	69	68	67
Carbon Black	0	1	2	3
Sifat Fisik				
Densitas (g/ml)	1,104	1,043	1,052	0,917
Sifat Mekanik				
Uji Perpanjangan (%)	268,36	225,00	203,16	143,00
Uji Kuat Tarik (N/mm ²)	0,699	0,914	1,021	1,66
Uji ketahanan minyak (%)	36,4	32	27,3	18,2

Berikut adalah tabel Standar British Plastic Federation (BPF) terutama untuk sifat kekuatan tarik dan densitas dari termoplastik elastomer (www.bpf.co.uk):

Tabel 4. Standar British Plastic Federation (BPF)

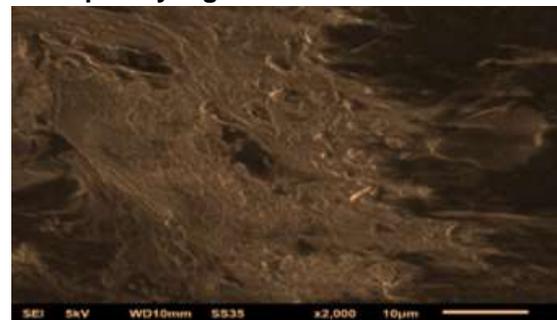
Sifat Elastomer Termoplastik	Range Standar BPF
Kekuatan tarik (N/mm ²)	0,50 – 2,4
Density (g/ml)	0,91 – 1,3

Pengaruh Variasi Komposisi CB terhadap Sifat Morfologi Permukaan Campuran

Morfologi komposit PP/NR dengan penambahan *carbon black filler* dapat dilihat menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) merk JEOL 6510LA yang dilaksanakan di Universitas Negeri Jakarta. Gambar 2 dan 3 menunjukkan hasil analisis strukturmikro antara komposit yang ditambahkan *filler* dengan komposit yang tidak ditambahkan *filler*



Gambar 2. Struktur Morfologi untuk komposit yang tidak ditambahkan *filler*

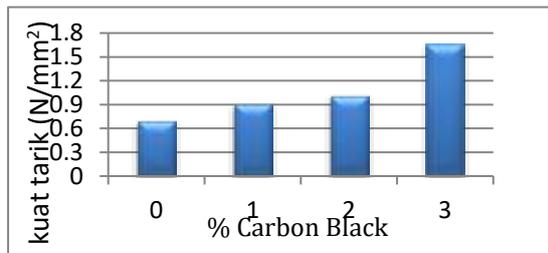


Gambar 3. Struktur Morfologi untuk komposit yang ditambahkan *filler*

Dari Gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa pada komposit yang tidak ditambahkan *filler* morfologi permukaannya terlihat lebih *smooth*, hal tersebut karena partikel karet yang bersifat lentur dan lunak dibandingkan dengan komposit yang ditambahkan *filler* yang terlihat lebih kasar, hal tersebut merupakan konsekuensi dari pemakaian *carbon black filler* yang mempunyai sifat keras dengan bentuk fisik berupa partikel-partikel kecil dengan ukuran partikel 200 mesh.

Pengaruh Variasi Komposisi Carbon Black terhadap Sifat Kuat Tarik Komposit

Pengujian nilai kuat tarik dan nilai perpanjangan putus komposit dilakukan menggunakan alat Hydraulic Universal Material Tester 50 kN di Laboratorium Polsri Palembang yang mengacu pada standar ASTM D-638. Berdasarkan data pada Tabel 4, maka didapat grafik pengaruh variasi jumlah *carbon black filler* terhadap sifat kuat tarik komposit yang dapat dilihat pada Gambar 4. Grafik data hasil uji kuat tarik campuran.



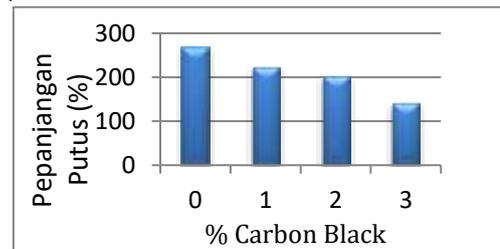
Gambar 4. Grafik Pengamatan Variasi Carbon Black Filler terhadap Uji Kuat Tarik [campuran 1=PP/NR/CB:(30/70/0)%, campuran 2 = PP/NR/CB:(30/69/1)%, campuran 3 = PP/NR/CB:(30/68/2)%, campuran 4 = PP/NR/CB:(30/67/3)%]

Dari grafik dapat dilihat nilai sifat kuat tarik elastomer termoplastik yang dihasilkan telah memenuhi *range* standar sifat kuat tarik elastomer termoplastik berdasarkan *British Plastic Federation* (BPF) (0,5-2,4 N/mm²), dimana semakin banyak *filler* yang digunakan kekuatan tariknya semakin meningkat. Kenaikan sifat tersebut adalah konsekuensi dari pemakaian *carbon black* yang relatif tidak mempunyai sifat elastis sehingga pada saat terjadi perekatan adhesi antar fasa tersebut akan mengikat kuat dan mengeras karena terisi oleh partikel *filler*. Meskipun demikian terdapat titik lemah pada batas fasa komposit tersebut, dimana ikatan antara permukaan molekul karet, molekul polipropilena dan partikel *filler* terdapat batas permukaan yang mempunyai sifat fisik yang berbeda sehingga dapat menyebabkan pemisahan fasa pada kondisi tertentu (saat diberikan tegangan tarik maksimum) yang dapat menyebabkan sifat mekanik paduan menjadi kurang baik. Untuk campuran komposit dengan kekuatan tarik terbaik adalah pada campuran keempat dengan rasio PP/NR/CB = 30%/67%/3% sebesar 1,66 N/mm². Namun hal ini juga sangat dipengaruhi oleh teknik pencampuran. Pada campuran PP/NR komponen PP dan *filler* CB adalah fasa terdistribusi dan komponen NR adalah fasa matrik. Ukuran partikel yang semakin kecil dan dispersi yang semakin merata dari fasa terdistribusi dapat menghasilkan sifat kekuatan tarik campuran yang semakin meningkat.

Pengaruh Variasi Komposisi Carbon Black terhadap Sifat Perpanjangan Putus Komposit

Berdasarkan data pada Tabel 4, maka didapat grafik pengaruh variasi jumlah *carbon black filler* terhadap sifat perpanjangan putus komposit yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Grafik Data Hasil uji perpanjangan putus campuran.

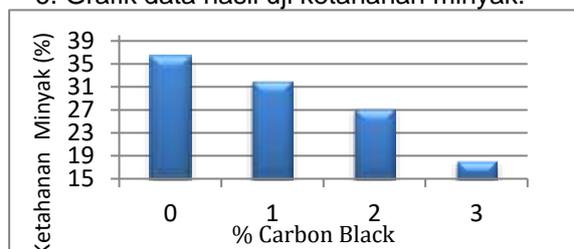


Gambar 5. Grafik Pengamatan Variasi Carbon Black Filler terhadap Uji Perpanjangan Putus [campuran 1 = PP/NR/CB:(30/70/0)%, campuran 2 = PP/NR/CB:(30/69/1)%, campuran 3 = PP/NR/CB:(30/68/2)%, campuran 4 = PP/NR/CB:(30/67/3)%]

Dari grafik diatas dapat dilihat variasi jumlah *carbon black filler* mempengaruhi sifat perpanjangan putus yang dimiliki komposit, dimana semakin banyak *carbon black filler* yang digunakan maka sifat perpanjangan putus campuran akan semakin rendah. Penurunan sifat tersebut adalah konsekuensi dari pemakaian *carbon black* yang relatif lebih banyak tidak mempunyai sifat elastis sehingga perekatan antar molekul yang ada di dalam campuran pada saat penarikan berkurang, dan menyebabkan berkurangnya sifat perpanjangan putus komposit (Bahruddin,2010). Untuk campuran komposit dengan sifat perpanjangan putus terbaik adalah pada campuran pertama dengan rasio PP/NR/CB = 30%/70%/0% sebesar 268,32%.

Pengaruh Variasi Komposisi Carbon Black terhadap Sifat Ketahanan Minyak dari Komposit

Berdasarkan data pada tabel 4, maka didapat grafik pengaruh variasi jumlah *carbon black filler* terhadap sifat ketahanan minyak dari komposit yang dapat dilihat pada gambar 6. Grafik data hasil uji ketahanan minyak.



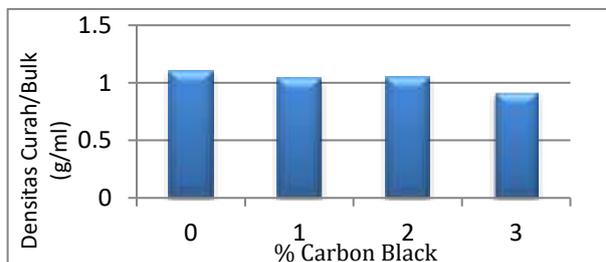
Gambar 6. Grafik Pengamatan Variasi Carbon Black Filler terhadap Uji Ketahanan Minyak [campuran 1=PP/NR/CB:(30/70/0)%, campuran 2 = PP/NR/CB:(30/69/1)%, campuran 3 = PP/NR/CB:(30/68/2)%, campuran 4 = PP/NR/CB:(30/67/3)%]

Analisa ketahanan terhadap minyak dilakukan dengan menggunakan minyak IRM

903 (tinggi kandungan napthenik/aromatik). Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin banyak campuran *filler* maka ketahanan terhadap minyak semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa *carbon black filler* yang tercampur dalam komposit menyebabkan menurunnya adhesi antar fasa pada saat minyak IRM mengisi diantara molekul komposit. Komposisi terbaik untuk komposit adalah pada campuran PP/NR/CB=30%/70%/0% sebesar 36,4%. Dimana nilai ketahanan minyak juga dipengaruhi oleh berat awal dan penimbangan komposit.

Pengaruh Variasi Komposisi Carbon Black terhadap Nilai Densitas Campuran

Berdasarkan data pada tabel 4, maka didapat grafik pengaruh variasi jumlah *carbon black filler* terhadap nilai densitas komposit yang dapat dilihat pada gambar 7. Grafik data hasil uji densitas campuran.



Gambar 7. Grafik Pengamatan Variasi Carbon Black Filler terhadap Nilai Densitas [campuran 1 = PP/NR/CB:(30/70/0)%, campuran 2 = PP/NR/CB:(30/69/1)%, campuran 3 = PP/NR/CB:(30/68/2)%, campuran 4 = PP/NR/CB:(30/67/3)%]

Peningkatan sifat kerapatan terjadi pada komposisi CB 0% massa yaitu sebesar 1,104 g/ml, sifat kerapatan tersebut mengalami penurunan terendah pada komposisi CB 3% massa yaitu sebesar 0,917 g/ml, hal ini menunjukkan bahwa kompatibilitas yang relatif baik antara PP/NR/CB terjadi pada komposisi CB yang relatif rendah untuk rasio PP/NR 30/70. Kemungkinan penurunan sifat kerapatan terjadi karena rongga yang terbentuk akibat dari sifat karakteristik fasa campuran yang tidak dapat campur (*immiscible blend*), namun hal ini juga dipengaruhi oleh teknik pencampuran. Dimana nilai densitas yang dihasilkan sesuai dalam range standar densitas elastomer termoplastik berdasarkan British Plastic Federation (BPF) (0,91-1,3 g/ml).

Berikut adalah Tabel 5. Perbandingan Sifat Mekanik Berbagai Sistem Campuran NR/PP pada Rasio Massa :

Tabel 5. Perbandingan Sifat Mekanik Berbagai Sistem Campuran NR/PP

Sistem Campuran	Sifat Mekanik	
	Kuat Tarik (N/mm ²)	Perpanjangan Putus (%)
NR/PP dengan kompatibilizer MA-g-PP dan penambahan carbon balck filler dengan metoda vulkanisasi dinamik (Bahruddin dkk,2010)	9,8	413
NR/PP dengan inisiator potasium persulfat 2% & SDS 1% (Suhardjodkk, 2011)	4,7	41,93
NR/PP dengan Sulfur 3 phr dan 5 phr di vulkanisasi dinamik dalam internal mixer (Bahruddin dkk, 2007)	1,5	70
NR/PP dengan penambahan carbon balck filler menggunakan metoda grafting (penelitian ini)	1,66	268,36

V. Kesimpulan

1. Campuran komposit polipropilena, karet alam dan *carbon black filler* yang dihasilkan memenuhi range standar sifat kuat tarik elastomer termoplastik yaitu 0,5-2,4 N/mm² dan memenuhi range standar densitas elastomer termoplastik yaitu 0,91-1,3 g/ml berdasarkan British Plastic Federation (BPF) dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing yang dapat dilihat pada Lampiran.
2. Penambahan *carbon black filler* berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik komposit Polipropilena dan Karet Alam. Berdasarkan pengamatan struktur mikro morfologi permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* menunjukkan bahwa *filler* tersebar merata di dalam komposit. Nilai kuat tarik terbaik didapatkan pada campuran keempat dengan rasio massa PP/NR/CB=30%/67%/3% sebesar 1,66 N/mm², sedangkan perpanjangan putus terbaik didapatkan pada campuran kesatu dengan rasio massa PP/NR/CB=30%/70%/0% sebesar 268,36%.

Daftar Pustaka

- Ali, F., R. D., M. Mezal, D. H., Valencia, 2014, *Pengaruh Penambahan Zeolit Dan Kulit Kerang Darah Terhadap Sifat Mekanis Rubber Compound*, Jurnal Teknik Kimia No. 3, Vol. 20, Agustus 2014.
- Bahruddin, Sumarno, Wibawa, G., Soewarno, N., 2007, "Morfologi dan Properti Campuran Karet Alam/Polypropylene yang Divulkanisasi Dinamik dalam Internal Mixer", Reaktor. Vol. 11, No. 2, Desember 2007, Hal : 71-77.

- Bahrudin, Zahrina, I., Amraini, S. Z., 2010, "Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap sifat dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropylene", Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 9, No. 2, Agustus 2010, 62-68.
- Bukit, N., 2012, "http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/61935/BAB%20II%20Tinjauan%20pustaka.pdf?sequence=2, diakses 15 Oktober 2015.
- Deswita, Sudirman, Karo, A. K., Sugiantoro, S., Handayani, A., 2006. "Pengembangan Elastomer Termoplastik Berbasis Karet Alam dengan Polietilen dan Polipropilen untuk Bahan Industri", Indonesian Journal of Materials Science, Vol. 8, No. 1, Oktober 2006, Hal : 52-57, ISSN : 1411-1098.
- Halimatuddahlia, Ismail, H., 2003. "Properties of Thermoplastic Elastomer Based on PP/EPDM/ENR25 and PP/EPDM/NR Blends", Jurnal Teknologi, 39(A).97-106, University Teknologi Malaysia.
- Halimatuddahlia, Surya, I., Maulida, 2008, "Modifikasi Bahan Elastomer Termoplastik Polipropilena/Karet Alam (PP/NR) dengan Proses Pemvulkanisasian Dinamik", Jurnal Penelitian Rekayasa, Volume 1, Nomor 2, Des. 2008.
- mixing ratio, Procedia Engineering 68 (2013), 439 – 445.
- Nasution, D.Y., 2012, "http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/61935/AB%20II%20Tinjauan%20pustaka.pdf?sequence=2, diakses 15 Oktober 2015.
- Sondari, D., Haryono, A., Ghozali, M., Randy, A., Suhardjo, K. A., Basuki, A., Surasno, 2010, "Pembuatan Elastomer Termoplastik Menggunakan Inisiator Potassium Persulfate dan Ammonium Peroxydisulfate", Indonesian Journal of Materials Science, Vol. 12, No. 1, Oktober 2010, Hal : 41- 45, ISSN : 1411-1098.
- Sudirman, Handayani, A., Darwinto, T., Yulius S.P.P, T., Surnani, A., Marlijanti, I., 2000, "Struktur mikro dan Sifat Mekanik Komposit Elastomer Termoplastik-Timbal Oksida", J. Mikroskopi dan Mikroanalisis, Vol. 3, No.1, 2000, ISSN : 1410-5594.
- Suwardjo, K. A., Basuki, A., Surasno, Randi, A., Sondari, D., 2011, "Modification of Natural Rubber to Thermoplastic Elastomer Material", Jurnal Riset Industri, Vol. V, No. 3, 2011, Hal : 283-292.
- Sukatik, 2012, "The Characteristic of the Elastomer Thermoplastic from Polystyrene and Height Concentrate Natural Rubber Latex Prepared by Emulsion Method", Poli Rekayasa Vol. 8, Nomor 1, Oktober 2012, ISSN : 1858-3709.
- Hulu, T., 2013, "http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/61935/BAB%20II%20Tinjauan%20pustaka.pdf?sequence=2, diakses 15 Oktober 2015.
- Wirjosentono, B. 2013. "http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/61935/BAB%20II%20Tinjauan%20pustaka.pdf?sequence=2, diakses 15 Oktober 2015.
- Standar Density dan Tensile Strength Elastomer Termoplastik., www.bpf.co.uk, di akses tgl 5 Juli 2016.