

Pengaruh Nisbah *Compatibilizer* MNR/MAPP dan Waktu Pencampuran Terhadap Morfologi dan Sifat *Thermoplastic Vulcanizate* Berbasis Karet Alam

Nengsi Yanti, Nirwana, Bahruddin

Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

ABSTRAK

The use of appropriate and effective compatibilizer can improve the morphology and properties of material Thermoplastic Vulcanizate (TPV). This study aimed to determine the effect of the ratio of Maleated Natural Rubber (MNR) and Maleated Polypropylen (MAPP) as compatibilizer and the effect of mixing time on the morphology and properties of TPV natural rubber based. TPV samples were made in a two stage process, namely the stage of making compound and TPV material manufacturing phase. Stage of compound manufacturing is done by using a roll mill at room temperature and 20 rpm of roll speed. Compound materials include natural rubber (SIR 20), filler hybrid fly ash/carbon black and additives sulfur. The second stage of the dynamic vulcanization is carried out in the internal mixer at 175°C and 60 rpm of rotor speed, mixing of rubber compound, polypropylen (PP) and double compatibilizer MNR / MAPP. Ratio of rubber compound / PP made permanent 30/70, while the ratio MNR / MAPP varied 30/70, 50/50, 70/30. Time mixing in internal mixers varied 8, 12, 16 and 20 minutes. TPV samples tested include tensile properties (standard ISO 527-2 type 5A), morphology and water absorption properties. The test results showed that the ratio of compatibilizer MNR / MAPP and mixing time affects the morphology and properties of TPV. TPV tensile properties increased with increasing mixing time to reach the optimum point and will decrease the mixing time in the past when the optimum point. Best tensile properties and morphology obtained with compatibilizer ratio MNR / Mapp 70/30 and 8 minutes mixing time with a value of 3.34 MPa tensile strength; 19.75% elongation at break; elastic modulus of 50.90 MPa and water absorption 0.759%.

Kata kunci: abu sawit; carbon black; compatibilizer ; TPV; waktu pencampuran

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara penghasil karet alam terbesar kedua setelah Thailand, dengan produk utamanya adalah *Standard Indonesian Rubber* (SIR)-20. Standar kualitasnya didasarkan pada Standart Nasional Indonesia (SNI: 06-1903-1990), dimana komposisi maksimum komponen bukan karet adalah: kotoran 0,20%, abu 1,00%, zat menguap 0,80%, dan nitrogen 0,60% [Bahruddin dkk, 2007]. Karet merupakan hasil bumi yang bila diolah dapat menghasilkan berbagai macam produk yang amat dibutuhkan dalam kehidupan. Teknologi karet sendiri semakin berkembang dan akan terus berkembang seiring berjalannya waktu dan

akan semakin banyak produk yang dihasilkan dari industri ini. Pembuatan bahan *thermoplastic vulcanizate* (TPV) dari bahan karet alam merupakan potensi produk Indonesia yang menjanjikan pada masa sekarang maupun yang akan datang. TPV memiliki sifat seperti karet yang tervulkanisasi, namun bisa diproses seperti plastik.

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa karet alam mempunyai daya ikat yang baik dengan plastik poliolefin, dan dapat terdistribusi dengan baik dalam matriks plastik jika fasanya divulkanisasi [Sabet dan Datta, 2000]. Material TPV yang sudah dikembangkan ke tahap komersial

umumnya berasal dari bahan baku karet sintetik (seperti Etilen Propilen Diene Terpolimer atau EPDM) dan mulai menggantikan penggunaan *thermoset rubber*, terutama dalam bidang otomotif, peralatan rumah tangga, peralatan elektronik, perkakas dan lain-lain [Blanco, 2002]. Disamping itu, kombinasi karet alam dengan termoplastik memungkinkan peningkatan sifat-sifat karet alam, mengubah karet alam menjadi bahan baru, dan penggunaannya dapat diperluas [Pascual dkk, 2005].

Blend Karet alam dan Polypropilen akan menghasilkan produk yang tidak kompak dan memiliki sifat mekanis kurang baik. Sifat-sifat tertentu menyebabkan NR kurang cocok bila digabungkan dengan material nonorganik seperti PP tanpa adanya bahan aditif dan *compatibilizer*. Untuk mengatasinya perlu menambahkan bahan aditif dan *compatibilizer*. Pemberian bahan *aditif* dan *compatibilizer* terhadap komposit bertujuan untuk meningkatkan kekompakan dan daya ikatan rekat antar komponen penyusun karet sehingga tidak membentuk rongga pada material TPV yang dihasilkan [Febrianto dkk, 1999]

Penggunaan *compatibilizer* pada komposit plastik dapat meningkatkan sifat adhesi antarmuka antara partikel *filler* (hidrofilik) dengan matrik polimer (secara umum hidrofobik) dan dispersi dalam matrik. Pemilihan *compatibilizer* yang efektif adalah sangat penting untuk meningkatkan sifat fisik komposit polimer tersebut [Eastwood dan Dadmun, 2002]. Selain itu penambahan *compatibilizer* dapat mengurangi kerusakan akibat pengaruh oksidasi yang mengakibatkan pemutusan rantai-rantai polimer [Iswanto, 2005]

Compatibilizer yang umum digunakan untuk campuran karet alam adalah *silane* dan *trans-polyoctenylene rubber* atau TOR [Bahruddin dkk, 2007]. Pada penelitian ini *compatibilizer* yang digunakan untuk meningkatkan kekompakan *blend* NR dan PP adalah

compatibilizer ganda yaitu *Maleated Natural Rubber* (MNR) dan *Maleated Anhydride Polypropilen* (MAPP). *Compatibilizer* MNR dapat mengikat gugus NR pada karet alam sehingga terbentuk kompatibilitas dan meningkatkan nilai *elongation at break* [Nakason, 2006]. Penggunaan *compatibilizer* MAPP dapat meningkatkan sifat mekanik seperti *tensile strength* dan *elongation at break* [Bahruddin dkk, 2007]. Penelitian ini juga menggunakan *filler hybrid* sebagai bahan pengisi yaitu abu sawit dan *carbon black*. *Filler hybrid* yang digunakan pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan *performance* material TPV yang dihasilkan [Rattanasom dkk, 2006].

Pada penelitian ini, secara khusus akan dilakukan pembuatan material TPV dari campuran karet alam jenis SIR20 dan *polipropilen* dengan menggunakan *compatibilizer* MNR/MAPP dan *filler* abu sawit-*carbon black*. Penambahan *compatibilizer* dan teknik pencampuran yang baik, serta penggunaan *filler hybrid* bertujuan untuk menggabungkan keunggulan antara abu sawit dengan *carbon black* yang dapat meningkatkan sifat mekanik TPV karet alam tersebut. Kondisi proses yaitu kecepatan motor, suhu dan waktu proses yang optimum akan dapat meningkatkan morfologi dan sifat TPV. Pada penelitian ini kondisi proses yang digunakan yaitu pada suhu 175 °C dan kecepatan rotor 60 rpm, sedangkan waktu pencampuran di internal mixer divariasikan.

Fokus pengkajian meliputi kondisi optimum proses yaitu pengaruh nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP dan waktu pencampuran di *internal mixer* terhadap morfologi, sifat mekanik, dan serapan air pada TPV.

2. Bahan dan Metode Eksperimen

2.1 Bahan

Karet alam yang digunakan sebagai komponen elastomer adalah jenis SIR-20 yang diproduksi oleh PT. Rickry Rumbai,

Pekanbaru. Polypropylene yang digunakan sebagai komponen thermoplastic adalah Polytam PF1000 (*film grade*) dengan MFI 10 g/10 menit pada 230 °C dan densitas 0,91 g/cm³, diproduksi oleh PT. Pertamina (persero), Plaju Abu sawit/Carbon black digunakan sebagai bahan isian, abu sawit diperoleh dari PT Sarikat Putra Riau, sorek, Pekanbaru dan Carbon black yang digunakan type N330 dengan diameter 31 nm, Iodine Absorption Number 83. Sulfur digunakan sebagai curative agent produksi oleh PT. Ganda Mekar, Indonesia. Mercaptodibenzo-thiazole disulfide (MBTS) digunakan sebagai akselerator, produksi oleh Nanjing Chemical Plant, China. Zinc oxide digunakan sebagai activator produksi oleh Global Chemical, Thailand. Asam stearat digunakan sebagai ko-aktivator, produksi oleh PT. Sumi Asih Oleochemical Industry, Indonesia. Trimethylquinone (TMQ) tipe Flectol TMQ digunakan sebagai anti degradant produksi oleh Flexys, Germany dan *paraffin* digunakan sebagai plastisizer, diproduksi oleh PT Pertamina *Revinery Unit IV* Cilacap.

2.2 Penyiapan *Filler hybrid* (Abu Sawit-Carbon Black)

Filler yang digunakan adalah campuran abu sawit dan *carbon black*. Abu sawit diperoleh dari pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) yaitu PT. Sarikat Putra Riau di Sorek dari sisa pembakaran cangkang dan *fiber* dalam *boiler*, dimana hasil pembakaran tersebut terbagi atas 2 bagian *bottom ash* dan *fly ash*. Pada penelitian ini menggunakan *fly ash* abu sawit, sedangkan *carbon black* diperoleh dari Arzeta Chemical untuk proses vulkanisir ban. *Fly ash* terlebih dahulu dihaluskan dengan menggunakan ayakan, agar didapat ukuran yang lebih kecil. Ukuran *fly ash* yang dipakai dalam penelitian ini adalah 200 mesh, dimana pengayakan dilakukan pada Laboratorium Teknologi Bahan, Teknik Sipil, Universitas Riau dan kemudian dilakukan

pengujian kadar silika pada abu sawit, karena tipikal *fly ash* yang mengandung silika cukup tinggi baik digunakan sebagai *filler*. Setelah itu abu sawit dicampurkan dengan *carbon black* dengan perbandingan sesuai dengan variabel *filler hybrid* yang digunakan.

2.3 penyiapan Maleated Natural Rubber (MNR)

Karet alam dimastikasi di dalam internal mixer jenis Banbury type B60 B selama 2 menit dengan temperatur 135 °C, kecepatan rotor 60 rpm. Setelah dimastikasi karet di blend dengan menambahkan maleat anhidrida (MA) 10 phr selama 10 menit. Lalu campuran di refluks guna untuk menghilangkan MA yang tidak tergrafting dengan toluena pada suhu 110 °C selama 3 jam, kemudian produk MNR di oven dengan suhu 40 °C selama 24 jam.

2.4 Penyiapan Kompon Karet

Karet terlebih dahulu dimastikasi dengan menggilingnya dalam *roll mill* sampai teksturnya halus dan lunak. Mastikasi karet berguna untuk merenggangkan partikel-partikel karet agar bahan-bahan aditif yang ditambahkan pada saat pembuatan kompon karet dapat tercampur merata. Selanjutnya dicampurkan dengan *plasticizer paraffin* dan *filler hybrid* pada suhu kamar dengan kecepatan putaran *roll* 20 rpm sampai penyebaran *filler* tersebut dianggap merata. Kemudian ditambahkan bahan aditif ZnO dengan menaburkan secara merata pada permukaan karet yang sedang digiling, dan karet kembali digiling selama ±1 menit sampai ZnO tercampur merata. Setelah itu ditambahkan zat-zat aditif lain sesuai urutan pada tabel 1.

2.5 Pencampuran Material dalam Internal Mixer

Di dalam *internal mixer* dilakukan pencampuran PP, kompon karet, dan *compatibilizer* MNR/MAPP. Kadar *compatibilizer* 5 phr, waktu pencampuran

divariasikan 8, 12, 16, dan 20 menit. Nisbah compatibilizer MNR/MAPP juga divariasikan 30/70, 50/50, 70/30. Tahapan proses pencampuran pada *internal mixer* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Tahapan proses pencampuran material untuk membuat kompon karet dalam *roll mill*

No	Aktivitas	Kuantitas (phr)	Menit ke-
1	Karet (<i>Natural Rubber</i>)	100	0
2	<i>Filler Hybrid</i>	30	15
3	Penambahan <i>Plasticizer</i>	5	20
4	Penambahan ZnO	5	30
5	Penambahan Asam Stearat	2	35
6	Penambahan TMQ	1	40
7	Penambahan MBTS	0,6	45
8	Penambahan Sulfur	3	50
9	Penghentian proses pencampuran	-	60

Tabel 2 Tahapan proses pencampuran material dalam *intenal mixer*

No	Aktivitas	Menit ke			
1	Pelelehan PP	0	0	0	0
2	Penambahan kompon karet	3	3	3	3
3	Penambahan MNR/MAPP	5	5	5	5
4	Penghentian proses pencampuran	8	12	16	20

*nisbah MNR/MAPP divariasikan untuk tiap sampel

2.6 Pengujian Sifat *Tensile*

Pengujian sifat mekanik meliputi: *stress-strain*, *izod impact*, *tearing* dan *hardness*. Penyiapan sampel dilakukan dalam dua tahap, yaitu pembuatan lembaran (slab) dan pemotongan lembaran tersebut menjadi spesimen uji. Ukuran slab adalah 15 x 21 cm dengan ketebalan 2; 4; 0,5 dan 6 mm masing-masing untuk pengujian *stress-strain*, *izod impact*,

tearing dan *hardness*. Kondisi operasi pada saat pembuatan slab adalah tekanan 200 bar dan suhu 230 °C. Selanjutnya seluruh spesimen disimpan dalam suatu kantong kedap udara pada suhu 25 °C sampai waktu pengujian dilakukan.

Analisa *tensile* merupakan analisa untuk mengetahui kekuatan tarik suatu material sampai material tersebut patah, atau dapat juga didefinisikan sebagai analisa untuk mengetahui besarnya gaya yang terjadi pada material pada saat dilakukan uji tarik sampai material tersebut patah. Alat yang biasanya digunakan untuk melakukan uji *tensile* adalah *universal testing machine*. Sebelum melakukan uji *tensile*, material yang akan diuji harus dibentuk menjadi spesimen-spesimen yang ukurannya disesuaikan dengan standar yang digunakan yaitu ISO 527-2 *type 5A*. Sebelum dilakukan analisa uji tarik, sampel campuran PP/NR dibentuk seperti lembaran *flat* dengan menggunakan alat *hot press*.

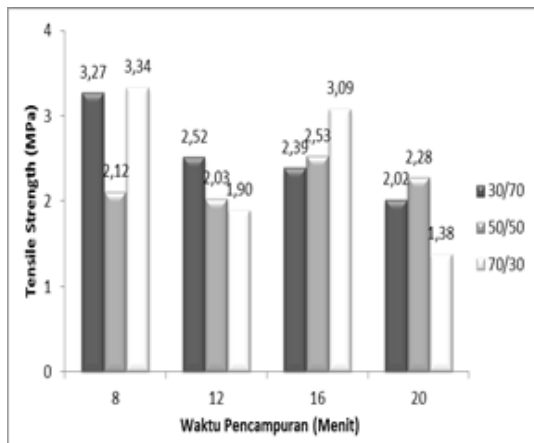
Alat *hot press* diset pada suhu 170°C, kemudian sampel yang telah berada didalam cetakan dipanaskan hingga mencair sempurna. Sampel *dipress* dengan tekanan 50 bar selama 10-15 menit. Hal ini bertujuan untuk membuang udara yang kemungkinan ada pada sampel. Keadaan ini dapat diamati dari tidak adanya lagi bunyi yang ditimbulkan ketika alat *press* dibuka. Udara pada sampel dapat mengakibatkan lembaran yang terbentuk tidak penuh dan rata. Setelah itu, sampel didinginkan dan terbentuklah sampel campuran PP/NR dalam bentuk lembaran-lembaran.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Sifat *Tensile*

Parameter yang menjadi dasar utama dalam menilai sifat mekanik suatu material adalah nilai *tensile strength*, *elongation at break* dan *elastic modulus*. Hasil analisa uji tarik material TPV untuk variasi nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP dalam setiap waktu pencampuran di

internal mixer dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



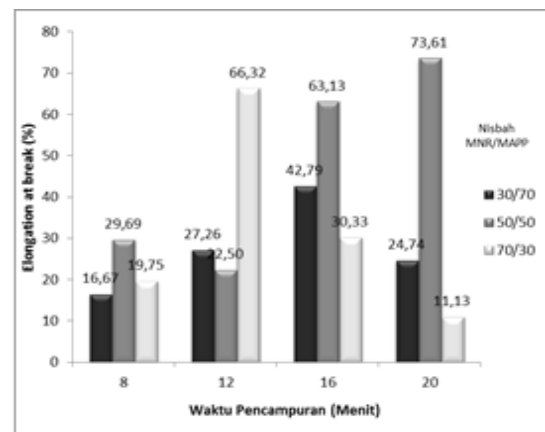
Gambar 1 Pengaruh nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP terhadap *Tensile Strength*

Dari Gambar 1, dapat dilihat pengaruh nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP untuk setiap variasi waktu pencampuran di *internal mixer* pada material TPV terhadap *tensile strength*. Dilihat secara keseluruhan sifat *tensile strength* cenderung tidak stabil. Jika dibandingkan dengan peneliti terdahulu Ramadhan [2011], nilai *tensile strength* pada penelitian ini cukup rendah. Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 30/70 nilai *tensile strength* cenderung menurun seiring bertambahnya waktu pencampuran. Penurunan nilai *tensile strength* terjadi karena campuran material TPV tidak kompatibel, *compatibilizer* MNR/MAPP kurang optimal dalam menurunkan tegangan antar muka pada campuran NR dan PP.

Nisbah *compatibilizer* yang tidak seimbang dapat menyebabkan salah satu *compatibilizer* dengan kadar yang sedikit tidak dapat mengoptimalkan penurunan tegangan antarmuka pada material TPV. Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 nilai *tensile strength* cenderung tetap seiring bertambahnya waktu pencampuran dalam *internal mixer*. Hal ini terjadi karena penggunaan *compatibilizer* ganda dengan kadar yang seimbang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan interaksi kimia komponen-komponen pada campuran NR dan PP. Dengan kadar yang

seimbang *compatibilizer* dapat bekerja secara *hybrid* dan menimbulkan interaksi yang dapat menurunkan tegangan muka dan menghasilkan adhesi yang lebih baik, sehingga dapat membantu meningkatkan dispersi dan mempertahankan reflokulasi partikel NR yang terdispersi.

Nilai *tensile strength* pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 cenderung tidak stabil pada variasi waktu pencampuran di *internal mixer*. Walaupun pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 memiliki nilai *tensile strength* yang tidak stabil, nilai *tensile strength* terbaik didapatkan pada nisbah ini yaitu 3,34 MPa dengan waktu pencampuran 8 menit



Gambar 2 Pengaruh nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP terhadap *Elongation at break*

Dari Gambar 2 dapat dilihat pengaruh nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP untuk setiap variasi waktu pencampuran di *internal mixer* pada material TPV terhadap *elongation at break*. Nilai *elongation at break* secara keseluruhan mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu pencampuran di *internal mixer*. Peningkatan ini terjadi karena waktu pencampuran yang relatif lama akan membuat campuran *compound* karet dengan PP semakin homogen [Folkes dan Hope, 1993]. Waktu pencampuran yang relatif lama akan mengakibatkan semakin seringnya gesekan yang terjadi antarmolekul karet, PP, dan bahan-bahan adiktif serta *compatibilizer* MNR/MAPP. Akibat aksi gesekan yang terjadi semakin meningkat selama proses pencampuran,

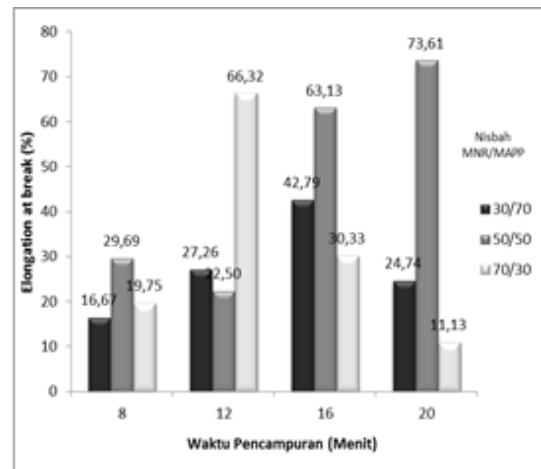
sehingga ukuran partikel menjadi lebih kecil dan dispersi fasa NR pada *compound* karet dalam matrik PP lebih merata [Bahruddin dkk, 2007].

Jika dibandingkan dengan peneliti terdahulu Baihaki [2011], nilai *elongation at break* pada penelitian ini cukup rendah. Material yang terbentuk dari gabungan NR dan PP kurang kompatibel. *Compatibilizer* kurang optimal dalam menyeragamkan campuran TPV berbasis karet alam dengan *filler* abu sawit/*carbon black*. Tetapi pengaruh nisbah *compatibilizer* dan waktu pencampuran memiliki nilai *elongation at break* yang beragam, terjadi peningkatan nilai *elongation at break* seiring bertambahnya waktu pencampuran pada penelitian ini.

Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 30/70 nilai *elongation at break* cenderung naik perlahan seiring bertambahnya waktu pencampuran di *internal mixer*, namun kembali terjadi penurunan pada menit ke 20. Kenaikan nilai ini tidak terlalu drastis, namun peningkatannya ini sudah cukup baik untuk waktu pencampuran yang relatif lama. Pada nisbah 30/70 *compatibilizer* mampu menurunkan tegangan muka dan meningkatkan adhesi pada campuran *compound* karet dan PP walaupun tidak optimal.

Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 nilai *elongation at break* meningkat seiring bertambahnya waktu pencampuran di dalam *internal mixer*. Peningkatan nilai *elongation at break* terjadi karena *compatibilizer* ganda MNR/MAPP bekerja secara *hybrid* sehingga material TPV yang dihasilkan menjadi lebih kuat. Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 nilai *elongation at break* cenderung tidak stabil seiring bertambahnya waktu pencampuran di *internal mixer*. Terlihat pada waktu pencampuran 12 menit nilai *elongation at break* yang cukup tinggi yaitu 66,32%. Tetapi terjadi penurunan nilai yang drastis pada waktu pencampuran selanjutnya 16 dan 20 menit masing-masing yaitu 30,33%

dan 11,13%. Ketidakstabilan ini terjadi karena *compatibilizer* tidak pada kadar yang seimbang untuk penurunan tegangan muka antarfasa *compound* karet dan PP.



Gambar 3 Pengaruh nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP terhadap *Modulus Elastis*

Dari Gambar 3 dapat dilihat pengaruh nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP untuk setiap variasi waktu pencampuran di *internal mixer* pada material TPV terhadap *modulus elastic*. Berbanding terbalik dengan nilai *elongation at break*, nilai *modulus elastic* secara keseluruhan semakin menurun seiring bertambahnya waktu pencampuran di *internal mixer*. Nilai *modulus elastic* pada penelitian ini tergolong sangat besar yaitu 54,21 Mpa, hal ini mengindikasikan material yang terbentuk akibat penambahan *compatibilizer* ganda dapat menambah ketangguhan bahan material TPV yang dihasilkan. *Compatibilizer* ganda MNR/MAPP dapat meningkatkan interaksi antara fasa terdispersi karet alam dengan matriks PP sehingga material menjadi lebih kuat dan meningkatkan nilai *modulus elastic*.

Sifat *modulus elastic* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu pencampuran di *internal mixer*. Penurunan nilai *modulus elastic* disebabkan karena *compatibilizer* ganda lebih efektif dalam meningkatkan ketangguhan bahan material TPV pada waktu pencampuran yang relatif singkat. Karet alam yang divulkanisasi terlalu lama

dapat menyebabkan penurunan sifat vulkanisat [Ghosh dkk, 2003]. Peningkatan optimum nilai *modulus elastic* terdapat pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 30/70 yaitu 54,21 MPa dan waktu pencampuran 8 menit. Pada Tabel 3 terdapat perbandingan nilai *tensile strength* dan *elongation at break* dengan jenis *compatibilizer* yang berbeda.

Penelitian ini menghasilkan sifat mekanik yang jauh lebih rendah daripada penelitian-penelitian sebelumnya, yaitu untuk nilai *tensile strength* sebesar 3,34 MPa dan nilai *elongation at break* hanya sebesar 73,61%. Penurunan sifat ini disebabkan oleh *compatibilizer* MNR/MAPP kurang berfungsi dengan baik. *Compatibilizer* MAPP kurang optimal dalam memodifikasi *interface* pada Polipropilen (PP) dan menstabilkan campuran molekul karet yang ter Vulkanisasi. Sedangkan penambahan *compatibilizer* MNR seharusnya tidak dilakukan di *internal mixer*. Fase yang dimodifikasi adalah permukaan karet alam, sehingga seharusnya penambahan *compatibilizer* MNR dilakukan pada *compound* karet di *roll mill* agar *compound* karet dapat dimodifikasi secara maksimal oleh MNR. Kemudian kompon karet dicampurkan dengan PP dan *compatibilizer* MAPP di *internal mixer*.

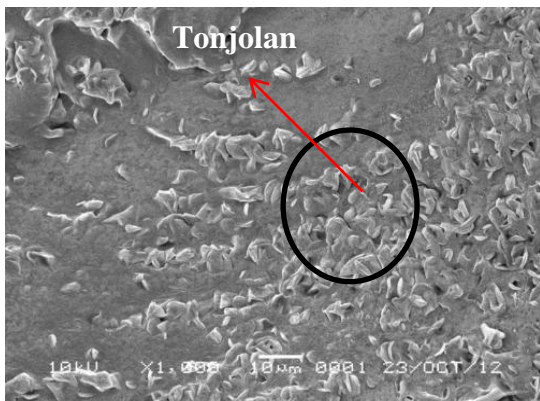
Nilai *modulus elastic* pada penelitian ini mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Baihaki [2011], Ramadhan [2011], Martani [2012] dengan *modulus elastic* masing-masing 35 MPa, 36,2 MPa dan 38,069 MPa. Nilai *modulus elastic* pada penelitian ini mencapai 54,21 MPa. Hal ini disebabkan karena penambahan salah satu *compatibilizer* yaitu MNR yang menyebabkan terjadinya penambahan kadar NR pada campuran dan menambah ketangguhan bahan pada material TPV. *Compatibilizer* MAPP juga mengikat PP dengan baik sehingga ketangguhan bahan TPV lebih kuat.

Tabel 3 Perbandingan *Tensile Strength* Pada material TPV berbasis karet alam dengan Jenis *Compatibilizer* yang Berbeda

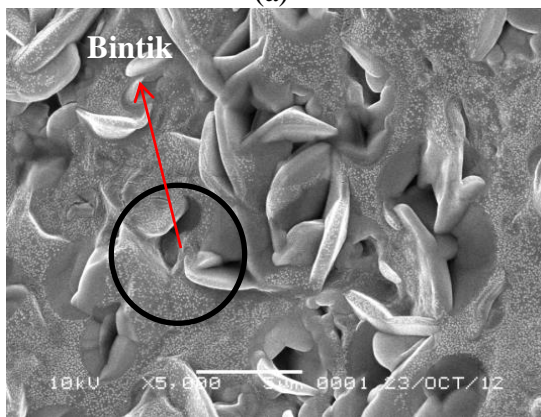
Jenis Campuran	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	<i>Elongation at break</i>
NR/PP dengan <i>compatibilizer Silane</i> dan penambahan <i>filler</i> Silika [Kuriakose, 1985]	8,9	200
NR/PP dengan <i>compatibilizer Trans-Polyoctenylene Rubber</i> atau TOR [Halimatuddahlia dkk, 2005]	4,3	250
NR/PP dengan <i>compatibilizer diakumul peroksida</i> dan <i>N-N-m Phenylenebismaleimide</i> [Halimatuddahlia dan ismail, 2008]	22,4	128,1
NR/PP dengan <i>compatibilizer</i> MAPP dan <i>filler carbon black</i> 45 phr [Bahruddin dkk, 2009]	9,8	413
NR/PP dengan <i>compatibilizer</i> MAPP, <i>filler</i> abu sawit 30 phr [Bahruddin dkk, 2012]	9,6	209
NR/PP dengan <i>compatibilizer</i> MNR/MAPP dan <i>filler</i> abu sawit/carbon black [Penelitian ini, 2013]	3,34	73,61

3.2 Analisa Morfologi *Thermoplastic Vulcanizate* (TPV)

Analisa morfologi dilakukan pada sampel dengan penggunaan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 dan waktu pencampuran di *internal mixer* selama 8 menit serta sampel dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 dan waktu pencampuran di *internal mixer* selama 20 menit. Mikrograf SEM dari kedua sampel itu dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



(a)



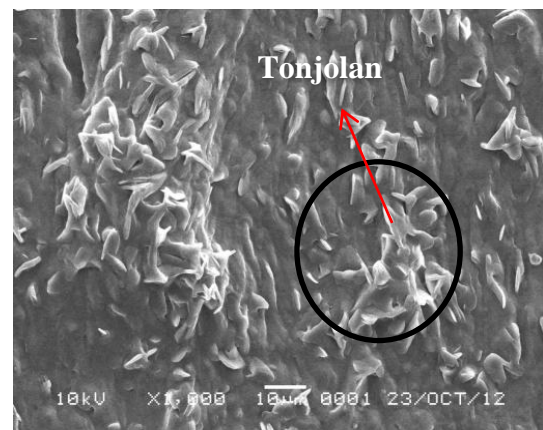
(b)

Gambar 4 Mikrograf SEM pada material TPV dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 pada waktu pencampuran 8 menit (a) perbesaran 1.000x, dan (b) perbesaran 5.000x

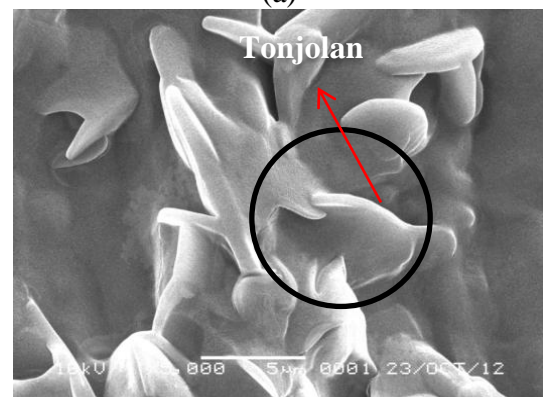
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa terdapat tonjolan *filler* dan bintik-bintik bahan aditif lain yang tidak merata pada material TPV. Tonjolan yang berukuran $\geq 5 \mu\text{m}$ ini disebabkan karena waktu pencampuran yang relatif singkat yaitu 8 menit membuat *filler* tidak dapat terdispersi dengan baik oleh karet alam sehingga *filler* tidak tercampur merata dan tidak homogen sehingga terjadi aglomerisasi. *Compatibilizer* MNR/MAPP mengikat *filler* dan NR dengan baik agar terjadi kestabilan pada material TPV tetapi waktu pencampuran yang relatif singkat mengakibatkan material yang dihasilkan kurang homogen secara keseluruhan dan mengakibatkan morfologi material TPV kurang halus.

Tonjolan dan bintik pada Gambar 4 (a) adalah partikel abu sawit dan *carbon black* yang tidak terdistribusi dengan baik

di dalam matriks karet sehingga terjadi aglomerasi. Pada waktu pencampuran di dalam *internal mixer* fasa terdispersi (*compound* karet) kurang terdispersi dengan baik pada fasa pendispersinya (PP). Gambar 4 (b) dengan perbesaran 5.000x memperlihatkan tonjolan dan rongga kosong yang menunjukkan bahwa karet termasuk tidak bercampur baik dalam matriks PP. Rongga kosong antar polimer dan *filler* terjadi karena kecenderungan abu sawit yang membentuk aglomerasi. Abu sawit cenderung membentuk aglomerisasi karena silika pada abu sawit memiliki gugus hidroksil yang akan membentuk ikatan hydrogen dengan molekul silika atau material kimia lain yang bersifat polar.



(a)



(b)

Gambar 5 Mikrograf SEM pada material TPV dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 pada waktu pencampuran 20 menit (a) perbesaran 1.000x, dan (b) perbesaran 5.000x

Pada Gambar 5 tidak terlihat adanya bintik-bintik bahan aditif seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5 memiliki

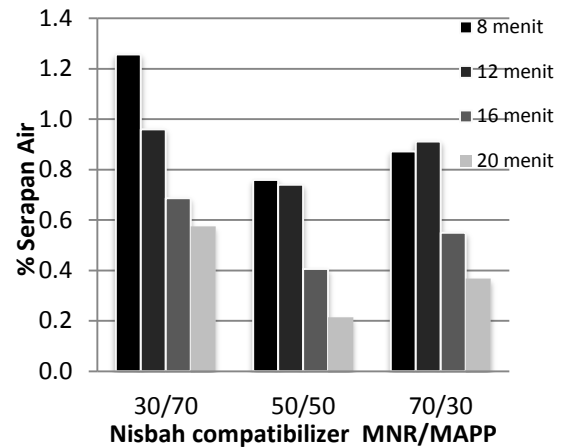
struktur yang lebih halus dan penyebaran *filler* yang merata. Struktur halus pada TPV terjadi karena pencampuran yang lama yaitu 20 menit menyebabkan modifikasi *interfase* karet alam lebih sempurna sehingga distribusi karet sebagai fasa terdispersi pada PP sebagai fasa pendispersi lebih sempurna dan campuran yang dihasilkan lebih homogen [Folkes dan Hope 1993]. Hal ini juga ditunjukkan dengan nilai *elongation at break* yang tinggi yaitu 73,61 %.

Gambar 5 memperlihatkan interaksi yang bagus antara *compatibilizer* dengan campuran *compound* karet. *Compatibilizer* bekerja dengan baik dibuktikan tidak adanya retakan yang terbentuk serta sedikitnya aglomerasi partikel-partikel abu sawit pada kondisi nisbah *compatibilizer* 50/50 dan waktu pencampuran di *internal mixer* selama 20 menit. Sedangkan Gambar 4 dapat dilihat adanya aglomerasi *filler* abu sawit. Aglomerasi yang terbentuk juga akan menimbulkan retakan-retakan pada permukaan material, akibat dari terganggunya interaksi antara fasa terdispersi karet alam dengan matriks PP yang disebabkan oleh penggumpalan dan interaksi oleh *filler* yang lebih kuat terhadap matriks PP daripada karet alam.

Gambar 4 dan 5 sebenarnya merupakan 2 TPV terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini. Gambar 4 merupakan TPV terbaik dengan nilai *tensile strength* dan *modulus elastic* tertinggi. Gambar 5 merupakan TPV terbaik dengan nilai *elongation at break* tertinggi. Dengan mempertimbangkan nilai sifat mekanik yang lain maka diambil kondisi terbaik TPV adalah yang ditampilkan pada Gambar 5 yaitu TPV dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 dengan waktu pencampuran di *internal mixer* selama 20 menit.

3.3 Sifat Serapan Air

Perbandingan persen serapan air dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP dapat dilihat Pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik perbandingan persen serapan air

Dari Gambar 6 dapat dilihat pengaruh nisbah *compatibilizer* terhadap persen penyerapan air, dimana pada waktu pencampuran 8 menit dapat dilihat persen penyerapan air dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 memiliki persen penyerapan air yang kecil yaitu 0,759%, lalu disusul dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 yaitu 0,873% dan persen penyerapan air terbesar pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 30/70 yaitu 1,256 %. Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 30/70 persen penyerapan air mengalami nilai yang paling besar, peningkatan nilai persen penyerapan air ini disebabkan karena *compatibilizer* MNR dan MAPP bekerja kurang optimum sehingga tidak dapat mengikat *filler* dan NR dengan baik, *filler* yang tidak terikat sempurna oleh *compatibilizer* akan mengakibatkan material TPV menyerap air lebih banyak, disebabkan oleh sifat dari *filler* abu sawit yang relatif menyerap air [Gusnita, 2010].

Persentase penyerapan air dengan waktu pencampuran di *internal mixer* 12 menit cenderung tinggi. Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 30/70 memiliki nilai 0,960%, sedangkan pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 terjadi penurunan persen penyerapan air yaitu 0,793 %, lalu persen penyerapan air pada material TPV naik lagi pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 yaitu 0,911%. Kenaikan persen penyerapan air

disebabkan karena adanya rongga-rongga udara pada material TPV yang tidak terisi penuh oleh *filler* dan bahan aditif lain sehingga mengakibatkan material TPV mudah menyerap air. Persen penyerapan air pada pencampuran di *internal mixer* selama 12 menit cukup tinggi mencapai 1%, tetapi nilai ini tidak melewati nilai serapan air yang diperbolehkan yaitu 1,5% [Ismail dkk, 2001].

Sampel dengan waktu pencampuran 16 menit memiliki nilai persen penyerapan air yang kecil. Sampel dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 memiliki persen penyerapan air 0,406 %. Pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 dan 30/70 memiliki persen penyerapan air yang cukup besar yaitu 0,594% dan 0,686 %.

Sampel yang mengalami kenaikan massa paling rendah adalah sampel karet vulkanisat dengan nisbah 50/50 dan waktu pencampuran 20 menit. Massa sampel TPV dengan nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 50/50 hanya menyerap air 0,001 gram dengan persen penyerapan air sebesar 0,215 %. Hal ini disebabkan karena waktu pencampuran yang lama mengakibatkan *compatibilizer* mengikat *filler* dengan baik sehingga jumlah rongga-rongga udara di dalam karet vulkanisat lebih sedikit dan air yang terserap juga lebih sedikit.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 30/70 cenderung mempengaruhi sifat *tensile strength* menjadi menurun, nisbah 50/50 cenderung membuat sifat *tensile* stabil, sedangkan nisbah 70/30 cenderung meningkatkan sifat *tensile* pada *Thermoplastic Vulcanizate* berbasis karet alam dengan *filler* abu sawit/*carbon black*. Waktu pencampuran di *internal mixer* pada titik optimum dapat meningkatkan sifat *tensile Thermoplastic Vulcanizate*, semakin lama waktu pencampuran di *internal mixer* maka semakin baik morfologi *Thermoplastic Vulcanizate*.

Kondisi terbaik secara keseluruhan didapatkan pada nisbah *compatibilizer* MNR/MAPP 70/30 dan waktu pencampuran di *internal mixer* selama 8 menit dengan nilai *tensile strength* 3,34 MPa; *elongation at break* 19,75 %; *modulus elastic* 50,90 MPa dan serapan air 0,759 %.

5. Saran

Proses pembuatan kompon di *roll mill* sebaiknya lebih diperhatikan, pembuatan kompon dihentikan setelah sampel benar-benar homogen. Proses pengepresan sebaiknya dilakukan segera setelah TPV dikeluarkan dari *internal mixer* agar TPV mudah dibentuk menjadi slab dan energi yang dibutuhkan untuk pengepresan tidak terlalu besar.

Daftar Pustaka

- Bahrudin, Sumarno, G. Wibawa, dan N. Soewarno, 2007, Morfologi dan Properti Campuran Karet Alam/Polypropylene Yang Divulkanisasi Dinamik Dalam Internal Mixer, [http://eprints.undip.ac.id/2173/1/ArtikelBahrudin Ibrahim ITS 5.pdf](http://eprints.undip.ac.id/2173/1/ArtikelBahrudin%20Ibrahim%20ITS%205.pdf), 28 Februari 2012.
- Bahrudin, Sumarno, G. Wibawa, dan N. Soewarno, 2007, The Effect of Maleated Polypropylene on the Morphology and Mechanical Properties of Dynamically Vulcanizate Natural Rubber/Polypropylene Blend, *Proceeding of 14th Regional Symposium on Chemical Engineering*, Yogyakarta, 4-5 Desember 2007
- Bahrudin, Ida Zahrina dan Said Zul Amraini, (2009), "Pengaruh Filler Carbon Black terhadap Sifat dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropylene", *Prosiding Seminar Nasional Asosiasi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia (Aptekindo)*, 19-20 Oktober, Bandung.

- Bahrudin, Ida Zahrina, Zulfansyah, Adhy Prayitno, Adrianto Ahmad., 2012, Sifat dan Morfologi Komposit Karet Alam-Polipropilen yang Diperkuat dengan Sabut Buah Sawit dan Abu Sawit, Universitas Riau.
- Baihaki, 2011, Pengaruh Kadar *Plasticizer Minarex* Dan Nisbah *Filler Hybrid* Abu Sawit/*Carbon Black* Terhadap Morfologi Dan Sifat *Thermoplastic Vulcanizate* Berbasis Karet Alam, *Skripsi*, Universitas
- Blanco, A. 2002. A Soft Touch and Cosmetic Perfection, *Proquest Scientist Journal*: 36.
- E.A. Eastwood, M.D. Dadmun., (2002). Compatibilization of poly (vinyl chloride) and polyolefin elastomer blends with multiblock/blocky chlorinated polyethylenes. *Polymer*, 43, 6707–6717
- Febrianto, F. M.Yoshooka, Y. Nagai, M. Mihara and N. Shiraishi. 1999. Composites of Wood and Trans-1,4-Isoprene Rubber: Mechanical, Physical and Flow Behavior. *J. Wood Sci*:45;38-45
- Folkes, M. J, dan P. s. Hope. 1993. *Polymer Blend and alloys*. London: Chapman & Hall
- Ghosh, P., Katare, S., Patkar, P., Caruthers, J.M., Venkatasubramanian, V., dan K.A. Walker, (2003), “Sulfur Vulcanization of Natural Rubber for Benzothiazole Accelerated Formulations: From Reaction Mechanisms to a Rational Kinetic Model”, *Rubber Chemistry and Technology*, 76, hal. 592-694
- Gusnita, I., 2010, Pengaruh Rasio Massa Abu Sawit–Karet Alam Terhadap Morfologi dan Sifat Material *Thermoplastic Vulkanizate*, *Skripsi*, Universitas Riau.
- Halimatuddahlia, H. Ismail dan H. Md. Akil, (2005), “The Effect of trans-Polyoctenylene Rubber and Dynamic Vulcanization on Properties of PP/EPDM/NR Blends”, *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, 21, 1, hal. 39-53.
- Halimatuddahlia dan H. Ismail., 2008, Kekuatan Tarik dan Kandungan Gel Campuran Karet Alam (NR) dan Polipropilena (PP: Pengaruh Penambahan Bahan Sambung Silang *Dicumil Peroksida* (DCP) dan *N-N-m-Phenylenebismaleimide* (HVA-2), Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Ismail, H., Salmah, dan M. Nasir., 2001. Dynamic Vulcanization of Rubberwood Filled Polypropylene/Natural Rubber Blend, *Polymer Testing*, Vol. 20: 819-823.
- Iswanto, A.H., 2005. *Polimer Komposit*, Skripsi, Universitas Sumatera Utara.
- Kuriakose, B., S.K. Chakraborty dan S.K. De, 1985, Scanning Electron Microscopy Studies on Tensile Failure of Thermoplastic Elastomers From Polypropylene-Natural Rubber Blends, *Materials Chemistry and Physics*, 12, 157-170.
- Martani, Russita, 2012, Optimalisasi Proses Pencampuran untuk Meningkatkan Morfologi dan Sifat Thermoplastic Vulcanizate Berbasis Karet Alam dengan Compatibilizer Maleated Natural Rubber (MNR), Universitas Riau, Pekanbaru.
- Nakason, C., S. Saiwari, dan A. Kaesaman, 2006, Thermoplastic Vulcanizates Based on Maleated Natural Rubber/Polypropylene Blends: Effect of Blend Ratios on Rheological, Mechanical, and Morphological Properties, *Polymer Engineering and Science*, 46, hal.594-600.
- Pascual, S., D. Derouet, dan P Phinyocheep, 2005, Polymer Grafted NR by Radical Controlled Grafting. *Thai-French Seminar: Rubber from Trees to End-Products*, Bangkok: 20-21 June 2005.
- Ramadhan, Aska., 2011, Pengaruh Rasio Massa Filler Hibrid Abu Sawit (Fly Ash)/Carbon Black Terhadap

Morfologi dan Sifat Komposit Polipropilen/Karet Alam, *Skripsi*, Universitas Riau.
Rattanasom, N., Saowapark, T., dan Deeprasertkul, C. 2006. Reinforcement of Natural Rubber with

Silica/Carbon black Hybrid Filler, *Polymer Testing*: 369-377.
Sabet, S.A., dan Datta, S., 2000, Thermoplastic Vulcanizates. Paul D.R., dan C.B. Bucknall, *Polymer Blends*. Vol 2. *John Wiley & Sons*: 517-555.