

## PENGARUH PENAMBAHAN ALKANOLAMIDA TERHADAP KARAKTERISTIK PEMATANGAN DAN KEKERASAN VULKANISAT KARET ALAM BERPENGISI SILIKA

Harry Laksana Tampubolon, Darwis Syarifuddin Hutapea, Indra Surya  
Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara,  
Jl. Almamater Kampus USU Medan 20155, Indonesia.  
Email: harry.laksana@student.usu.ac.id

### Abstrak

Dengan menggunakan system vulkanisasi sulfur terakselerasi semi efisien, penelitian mengenai pengaruh penambahan alkanolamida terhadap karakteristik pematangan dan kekerasan Vulkanisat karet alam berpengisi silika telah dilakukan. Alkanolamida dihasilkan dari turunan minyak sawit yang direaksikan dengan dietanolamin. Alkanolamida dimasukkan kedalam kompon-kompon karet alam yang berpengisi silika dengan ketentuan 1,0; 3,0; 5,0; 7,0; 9,0; bsk. Diperoleh bahwa alkanol amida mempersingkat waktu scorch dan waktu pematangan dari karet. Alkanolamida juga menyebabkan peningkatan perbedaan tork, modulus tensile, kekuatan tarik dan kerapatan sambung silang dengan penambahan hingga 5,0 bsk alkanolamida, kemudian menurun bersamaan dengan penambahan alkanolamida selanjutnya.

**Kata kunci :** Alkanolamida, Waktu Pematangan, waktu scorch, Sambung silang, Vulkanisat Karet Alam.

### Abstract

By using a semi-efficient sulfur accelerated vulcanization system, a research about the effect of the alcanolamide on cure characteristics and hardness properties of natural rubber filled silica and alcanolamide been done. Alcanolamide produced from palm oil derivatives reacted with dietanolamine. Alcanolamide added into rubber with levels 1.0, 3.0; 5.0; 7.0; 9.0; phr. It was found that alcanolamide gave shorter Scorch time and cure time. Alcanolamide also exhibited higher torque different, tensile moduli, tensile strength, and crosslink density up to 5.0 phr and then decrease with future increasing addition of alcanolamide.

**Keywords:** alcanolamide, cure time, Scorch time, crosslink density, vulcanizate natural rubber

### Pendahuluan

Vulkanisasi adalah reaksi sambung silang (*crosslinking*) molekul- molekul karet oleh sulfur (belerang), sehingga dihasilkan suatu vulkanisat karet yang elastis dan kuat [1]. Keelastisan dan kekuatan karet alam dapat ditingkatkan lagi dengan cara menambahkan pengisi penguat (*reinforcing filler*) kedalam karet tersebut. Pengisi dan penguat yang banyak digunakan dalam industri karet adalah silika dan carbon black. Kedua pengisi penguat ini memiliki sifat kimia permukaan yang berbeda satu dengan yang lainnya. Setiap jenis pengisi memberikan sifat-sifat tertentu kepada karet akibat dari permukaan kimianya yang sangat spesifik. Dibandingkan dengan karbon black, pengisi penguat dari silika memiliki permukaan yang sangat mudah menyerap air. Kehadiran gugus-gugus silanol, menyebabkan permukaan silika menjadi berketup (polar) dan bersifat asam sehingga mempengaruhi reaksi vulkanisasi/ pematangan [2]. Gugus silanol ini relatif tidak kompatibel (*incompatible*) dengan karet alam, sehingga interaksi antara karet dengan pengisi menjadi lemah. Disebabkan oleh sifat kimia permukaan yang lebih berketup dan berhidrat, maka silika merupakan pengisi alternatif yang kurang memuaskan. Suatu alternatif untuk meningkatkan reaktivitas dari pengisi penguat silika terhadap karet alam yaitu dengan

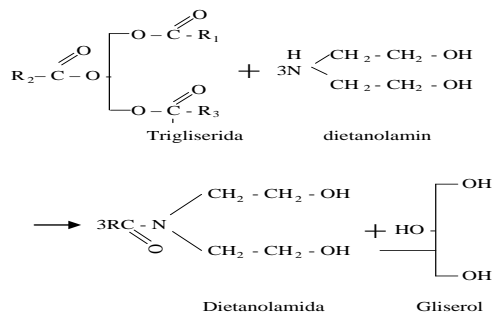
menggunakan alkanolamida turunan minyak sawit sebagai bahan penyerasi. Molekul-molekul alkanolamida tersebut memiliki sifat polar dan non polar, dimana rantai hidrokarbon yang panjang bersifat polar sedangkan gugus amidanya bersifat sangat polar. Penelitian ini meneliti Pengaruh penambahan Alkanolamida terhadap karakteristik pematangan dan kerapatan sambung silang pada penguatan karet alam dengan silika dengan menggunakan sistem vulkanisasi sulfur terakselerasi semi-efisien.

### Teori

Vulkanisasi adalah suatu proses dimana molekul karet yang linier mengalami reaksi sambung silang sulfur (*sulfur-crosslinking*) sehingga menjadi molekul polimer yang membentuk rangkaian tiga dimensi. Reaksi ini merubah karet yang bersifat plastis (lembut) dan lemah menjadi karet yang elastis, keras dan kuat. Vulkanisasi juga dikenal dengan proses pematangan (*curing/cure*), dan molekul karet yang sudah tersambung silang (*crosslinked rubber*) dirujuk sebagai vulkanisat karet (*rubber vulcanizate*). Vulkanisat karet tidak lagi bersifat lengket (*tacky*), tidak melarut tetapi hanya mengembang didalam pelarut organik tertentu [3].

**Metodologi Penelitian**

Pembuatan dietanolamida dilakukan dengan meraksikan RBDPS (*Refined Bleached Deodorized Palm Stearin*) dengan dietanolamin pada tekanan atmosfer. Sebanyak 91,6 gram RBDPS dan 42,16 gram dietanolamin dimasukkan ke dalam labu yang berukuran 1 liter. Penggunaan penambahan katalis Natrium Metoksida yang terlebih dahulu telah dilarutkan dalam metanol (10 gram:40 ml) bertujuan untuk mempercepat proses reaksi amidasi. Campuran bahan tersebut kemudian diaduk selama 5 jam pada suhu 70-80 °C. Hasil dari reaksi tersebut kemudian diekstraksi dengan menggunakan larutan dietileter dan larutan NaCl jenuh di dalam corong pisa. Karena sifat dari dietanolamida yang tidak larut dalam larutan garam, tetapi dapat larut dalam larutan yang bersifat non-polar maka secara otomatis alkanolamida akan larut dalam dietileter. Pemisahan hasil ekstraksi dilakukan berdasarkan sifat dari kedua larutan antara dietileter dan larutan NaCl jenuh yang tidak saling bercampur menyebabkan terbentuknya dua lapisan. Lapisan atas merupakan campuran dietileter yang melarutkan alkanolamida, maka lapisan tersebut disahkan kemudian dirotary evaporator untuk memperoleh alkanolamida. Reaksi pembentukan dietanolamida ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1. Reaksi antara trigliserida dengan dietanolamida membentuk dietanolamidan dan gliserol**

Digunakan Karet Alam grade SMR L. Bahan komponding yang lain adalah Sulfur, Zink Oxide, Asam Stearat, N-isopropyl-N' phenyl-p-phenylenediamine (IPPD), Benzothiazolil disulfide (MBTS).

Senyawa karet alam disediakan menurut resep sistem vulkanisasi semi-efisien. Tipikal resepnya dapat dilihat pada tabel 1. Pencampuran karet alam dan bahan-bahan lainnya dilakukan pada *two-roll mill*. Pencampuran karet alam dengan bahan-bahan lain dilakukan secara bertahap hingga keadaan homogen pada suhu ± 65-75 °C. Kemudian hasil pencampuran berupa lembaran tersebut dimasukkan ke dalam freezer pada suhu ± 21-25 °C selama ± 24 jam.

Pengujian waktu pematangan optim dilakukan dengan menggunakan *Monosanto Oscillating-Disk Rheometer* dengan suhu 150 °C. Vulkanisasi yang dilakukan menggunakan KAO Tech hot press pada suhu 150 °C dengan waktu pematangan t<sub>90</sub> yang telah diperoleh dari data pengujian waktu vulkanisasi/pematangan optimum. Pengukuran Kekerasan Vulkanisat dilakukan berdasarkan ASTM D 2240 dengan menggunakan Durometer Shore A.

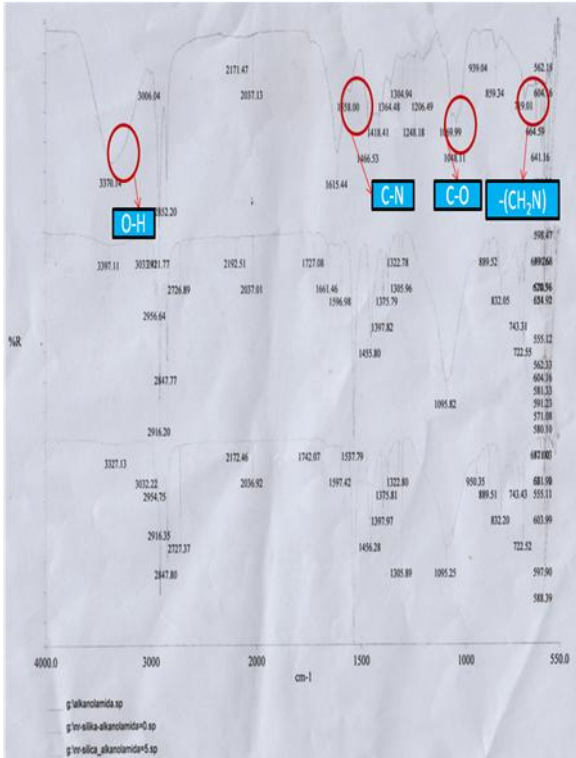
**Hasil dan Pembahasan**

Hasil dari pembuatan alkanolamida dibuktikan melalui bilangan gelombang yang terbentuk dari gugus karbonil amida yang diperlihatkan pada gambar 2, dimana munculnya pita serapan pada bilangan gelombang C-N (1558 cm<sup>-1</sup>). Pada bilangan gelombang daerah 3356 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi gugus OH. Pada bilangan gelombang 1069 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi stretching C-O. Pada bilangan gelombang 717 merupakan -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub> yang merupakan rantai hidrokarbon alkil rantai panjang [4].

**Tabel 1. Sistem vulkanisasi sulfur terakselerasi semi-efisien.**

No	Nama Bahan	Kompon A (bsk)*	Kompon B (bsk)*	Kompon C (bsk)*	Kompon D (bsk)*	Kompon E (bsk)*	Kompon F (bsk)*
1	Karet alam	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	ZnO	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
3	Asam stearat	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
4	MBTS	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
5	IPPD	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
6	Sulfur	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
7	Silika	30	30	30	30	30	30
8	Alkanolamida	0	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0

\*) bagian per-seratus karet



Gambar 2. FT-Infra Red dari Alkanolamida

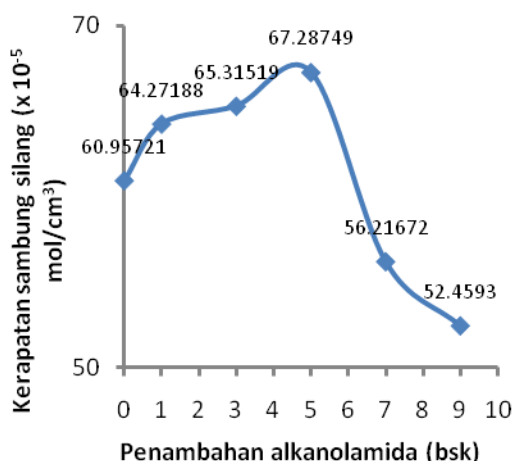
Pengaruh alkanolamida terhadap Karakteristik Pematangan Kompon Karet Alam Berpengisi Silika ditunjukkan pada tabel 2. Diperlihatkan bahwa waktu scorch dan waktu pematangan semakin singkat dengan bertambahnya penambahan alkanolamida pada kompon karet berpengisi silika. Hal ini kemungkinan disebabkan karena alkanolamida bertindak sebagai

bahan yang membantu atau berkontribusi positif terhadap proses pematangan (*co-curing agent*), dimana gugus amina dari alkanolamida yang basa dapat meningkatkan derajat keasaman (pH) dari kompon karet alam sehingga menyebabkan percepatan pematangan kompon karet tersebut. Setiap bahan yang lebih bersifat basa akan mempercepat proses pematangan kompon karet, karena bahan-bahan yang bersifat asam dapat melambatkan (retardasi) pengaruh dari bahan pencepat (*accelerator*) [5].

Penambahan alkanolamida dengan kadar hingga 5,0 bagian per-seratus karet (bsk). ke dalam kompon Karet Alam berpengisi silika menghasilkan kompon karet alam berpengisi silika dan alkanolamida dengan nilai perbedaan Tork (Tork maksimum – Tork minimum) yang semakin meningkat. Hal ini dapat disebabkan, alkanolamida dapat bertindak sebagai bahan yang membantu proses atau reaksi sambung silang (*curative agent*), yaitu dapat membentuk sambung silang tambahan, baik sambung silang secara kimia maupun sambung silang fisikal antara silika dengan karet alam. Penambahan sambung-silang ini menyebabkan peningkatan kerapatan sambung silang vulkanisat karet [6-7]. Sedangkan total kerapatan sambung silang secara relatif dapat diukur dari nilai perbedaan tork (Tork maksimum – Tork minimum). Pengaruh alkanolamida tersebut ditunjukkan pada Tabel 2. Penambahan alkanolamida dengan kadar lebih tinggi dari 5,0 bsk. menyebabkan nilai perbedaan Tork (Tork maksimum – Tork minimum) dari vulkanisat karet alam berpengisi tersebut menjadi menurun.

Tabel 2. Karakteristik Pematangan Kompon Karet Alam Berpengisi Silika dan Alkanolamida

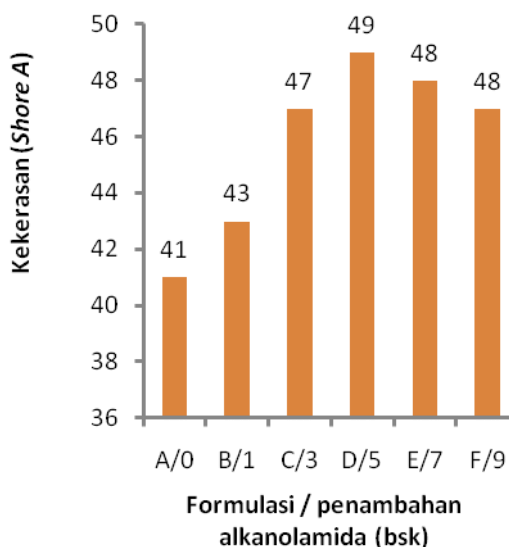
Karakter Pematangan	Kompon Karet Alam-Silika dan Alkanolamida					
	A 0.0 bsk	B 1.0 bsk	C 3.0 bsk	D 5.0 bsk	E 7.0 bsk	F 9.0 bsk
scorch time, m.m	4.16	4.08	3.70	2.57	2.33	1.85
t <sub>90</sub> , m.m	9.67	8.72	6.87	5.19	4.69	4.11
tork maksimum, dN.m	10.34	10.29	11.40	11.60	9.40	9.16
tork minimum, dN.m	1.23	0.78	0.85	0.51	0.24	0.24
tork (maks.– min.), dN.m	9.11	9.51	10.55	11.09	9.16	8.92



**Gambar 3.** Grafik Kerapatan sambung silang vulkanisat karet alam berpengisi silika dan alkanolamida

Kerapatan sambung silang vulkanisat karet berpengisi tersebut meningkat dengan ditambahkan alkanolamida ke dalam kompon karet alam berpengisi silika hingga kadar 5,0 bsk., penambahan yang lebih banyak menyebabkan kerapatan sambung silang menjadi turun.

Alkanolamida juga mempengaruhi kekerasan vulkanisat karet alam berpengisi silika ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Kekerasan vulkanisat karet alam berpengisi silika dan alkanolamida

Kompon karet alam berpengisi silika hingga 5,0 bsk. menghasilkan vulkanisat karet alam berpengisi silika dan alkanolamida dengan kekerasan (*hardness*) yang lebih tinggi, dan

menurun dengan penambahan alkanolamida lebih dari 5,0 bsk. Hal ini disebabkan jumlah/kadar yang lebih banyak dari alkanolamida tersebut membuat alkanolamida bertindak sebagai bahan yang dapat melarutkan bahan-bahan kuratif, sehingga menurunkan kerapatan sambung silang yang mungkin dibentuk. Penjelasan ini konsisten dengan nilai perbedaan Tork (Tork maksimum – Tork minimum) dari kompon-kompon karet alam berpengisi tersebut yang diperlihatkan pada tabel 2.

### Kesimpulan

Alkanolamida meningkatkan laju pematangan kompon karet alam berpengisi silika. Peningkatan laju pematangan dari kompon karet alam berpengisi silika disebabkan oleh senyawa amida yang bersifat basa. Dimana senyawa yang bersifat basa dapat mempercepat proses pematangan atau vulkanisat karet. Kekerasan vulkanisat karet berpengisi tersebut meningkat dengan ditambahkan alkanolamida ke dalam kompon karet alam berpengisi silika hingga kadar 5,0 bsk., penambahan yang lebih banyak menyebabkan Kekerasan vulkanisat menjadi turun.

### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Laboratorium Kimia Organik F-Mipa Usu dan kepada PT Karet Deli yang telah memberikan fasilitas sehingga penelitian dapat dilakukan.

### Daftar Pustaka

- [1] Indra Surya, *Pengaruh penambahan Bis (3-trietoksisililpropil)tetrasulfida pada penguatan silika terhadap sifat-sifat uji tarik karet alam*, Jurnal Teknologi Proses, Vol. 1 No. 1 Juli 2002.
- [2] H. Ismail dan Hashim, A. S, *Pengenalan Penyebatan dan Pemrosesan Getah*, Penerbit Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia, 1998.
- [3] M. R. Silverstein, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, Fourth edition. p.166-170, John Wiley & Son, New York 1916.
- [4] H. L. Stephen, *Rubber Technology*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, p. 19-50, 1973.
- [6] G. Kraus, *Interactions of Elastomerad Reinforcing Fillers*, Rubber Chem Technol, p 1070 - 1114, 1965.
- [7] K. E. Polmanteer and Lentz, C. W., *Reinforcing Studies – Effect of Silica Structure on Properties and Crosslink Density*, Rubber Chem Technol, p 795-809, 1975.