

# PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK BIJI KARET EPOKSI DAN BAHAN PENGISI PENGUAT TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPON KARET

(EFFECTS OF EPOXIDE RUBBER SEED OIL AND REINFORCING FILLER ON CHARACTERISTICS OF RUBBER COMPOUND)

**Popy Marlina**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

## **Abstract**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi penguat terhadap karakteristik kompon karet. Jenis bahan pengisi penguat yang digunakan dalam penelitian ini adalah hitam karbon dan silika. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) formula kompon karet, yaitu formula I (minyak biji karet epoksi 5 phr dan tanpa bahan pengisi), formula II (minyak biji karet epoksi 5 phr dan bahan pengisi jenis hitam karbon 40 phr), formula III (minyak biji karet epoksi 5 phr dan bahan pengisi jenis silika 40 phr). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak biji karet epoksi dan hitam karbon serta silika berpengaruh nyata terhadap kekerasan, tegangan putus, modulus 300%, dan ketahanan kikis kompon karet. Perlakuan terbaik diperoleh pada formulasi II (penambahan minyak biji karet epoksi 5 phr dan hitam karbon 40 phr) dengan karakteristik kompon karet meliputi, kekerasan 70 Shore A, tegangan putus 250,5 kg/cm<sup>2</sup>, modulus 300% 102 kg/cm<sup>2</sup> dan ketahanan kikis 128,7 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci** : Minyak biji karet epoksi, bahan pengisi penguat, hitam karbon, silika, kompon karet

## **Abstract**

*The research aimed to know the effects of epoxide rubber seed oil and reinforcing filler on characteristics of rubber compound. Reinforcing filler type used carbon black and silica. The experiment was designed into three formulas, such as formula I (epoxide rubber seed oil 5 phr and without filler), Formula II (epoxide rubber seed oil 5 phr and carbon black 40 phr), formula rubber seed oil 5 phr and silica 40 phr). The result show that the addition of epoxide rubber seed oil, carbon black and silica had significant effect on the hardness, tensile strength, modulus 300% and abration resistance. The best treatment was found to be the formula II (epoxide rubber seed oil of 5 phr and carbon black of 40 phr) with the rubber compound's characteristics of 70 shore A for hardness, 250,5 kg/cm<sup>2</sup> for tensile strength, 102 kg/cm<sup>2</sup> for modulus 300% and 128,7 kg/cm<sup>2</sup> for abration resistance.*

**Keyword**: Epoxide rubber seed oil, reinforcing filler, carbon black, silica, rubber compound

## PENDAHULUAN

Kualitas barang jadi karet sangat ditentukan oleh bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan serta teknologi cara pembuatannya. Komponen karet adalah campuran antara karet alam dengan bahan kimia yang ditentukan komposisinya dan pencampurannya dilakukan dengan cara penggilingan pada suhu  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Sayekti, 1999). Komposisi komponen karet berbeda-beda tergantung pada tujuan pembuatan barang jadi karetnya. Sebelum bahan baku karet alam dicampur dengan bahan pembantu, terlebih dahulu bahan baku karet tersebut dilunakkan (mastikasi) atau diplastisasi dengan cara digiling (Abednego, 1998).

Komponen karet merupakan bagian yang sangat penting dari sebuah barang jadi karet. Barang jadi karet sering rusak akibat pengerasan pada saat penyimpanan, pengangkutan dan penggunaannya. Pengerasan mengakibatkan kualitas produk barang jadi karet menurun. Pengerasan tersebut merupakan salah satu faktor kelemahan dari karet, dimana terjadi penurunan nilai elastisitas karet akibat pengaruh lama penyimpanan, pengangkutan dan penggunaannya. Salah satu akibat dari pengerasan tersebut, barang jadi karet sering mengalami retak (pecah) akibat panas matahari dan ozon sehingga terjadi pengusangan (Refrizon, 2003). Pengusangan akan mempengaruhi ketahanan fisik akibatnya barang jadi karet dalam pemakaiannya tidak bertahan lama.

Pengusangan komponen karet dapat dicegah dengan penambahan bahan pelunak dan bahan pengisi (Haris, 2004). Penambahan bahan pelunak pada karet dapat meningkatkan nilai elastisitas. Selain itu, bahan pelunak dapat membantu proses pencampuran agar berlangsung sempurna. Bahan pelunak atau dikenal sebagai *processing oil* yang berasal dari minyak bumi paling umum digunakan saat ini. Jenis *processing oil* yang sering digunakan adalah jenis *aromatic*, *naphthenic* dan *parafinic oil*.

*Processing oil* yang berasal dari minyak bumi mempunyai kelemahan tidak biodegradable, iritasi, korosif dan bersifat karsinogenik, selain itu persediaannya akan habis. Salah satu jenis *processing oil* yang dapat digunakan adalah minyak biji karet. Minyak biji karet bersifat *degradable* dan sumber dayanya dapat diperbaharui. Minyak biji karet yang digunakan sebagai bahan pelunak adalah minyak biji karet epoksi, yang merupakan hasil reaksi kimia dari minyak biji karet dengan senyawa epoksi. Senyawa epoksi merupakan produk komersial yang dapat diaplikasikan untuk beberapa kegunaan seperti pelentur (*plasticizer*), stabilizer dan coating pada resin polimer, serta merupakan surfaktan dan agen anti korosi, aditif pada minyak pelumas (Burfield *et al.*, 2003).

Modifikasi proses epoksidasi terhadap karet dilakukan secara tidak langsung pada lateks tetapi dengan menambahkan minyak yang telah mengalami epoksidasi ke dalam komponen karet. Keuntungan dari proses ini adalah mempermudah proses pelenturan karet, dan tingkat kelenturan karet yang diinginkan dapat diatur lebih mudah dengan mengatur konsentrasi penambahan minyak terepoksi, yang dalam penelitian ini menggunakan minyak biji karet.

Bahan pengisi berfungsi sebagai penguat (*reinforcing*) yang dapat memperbesar volume karet, dapat memperbaiki sifat fisis barang karet dan memperkuat vulkanisat (Boonstra, 2005). Efek penguatan bahan pengisi ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebarannya. Kekuatan vulkanisat karet masih dapat ditingkatkan dengan cara menambahkan pengisi penguat (*reinforcing filler*) ke dalam persenyawaan karet. Pengisi penguat yang banyak digunakan dalam industri karet adalah hitam karbon (*carbon black*) dan silika. Bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komponen karet yaitu silika dan hitam karbon. Kedua jenis pengisi ini

mempunyai ukuran partikel yang hampir sama satu dengan lainnya.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas maka untuk meningkatkan ketahanan kompon karet terhadap panas matahari dan ozon, pada penelitian ini digunakan minyak biji karet epoksi sebagai bahan pelunak (*softener*) dan bahan pengisi jenis silika dan hitam karbon yang ditambahkan pada saat pembuatan kompon karet. Tujuan penelitian ini untuk melihat pengaruh penambahan minyak biji karet epoksi, silika dan hitam karbon terhadap karakteristik kompon karet yang dihasilkan.

## BAHAN DAN METODA

### A. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi RSS, belerang, zink oksida, asam stearat, benzothiazyl disulphide (MBTS), tetramethyl thiuram disulphide (TMTD), peptizer, minyak biji karet epoksi, *carbon black* N330, trimethyl dihydro quinoline (TMQ), parafin wax, silika (vulcasil S).

### B. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi mesin *two roll mill*, hidrolik pres, rheometer, alat uji kekerasan, alat uji *tensile strength*, alat uji ketahanan sobek dan alat uji ketahanan kikis.

### C. Metoda Penelitian

#### 1. Formulasi kompon karet

Tabel 1. Formulasi kompon karet

Bahan	Formula (phr)		
	I	II	III
RSS	100	100	100
ZnO	5	5	5
Asam stearat	3	3	3
TMTD	1,5	1,5	1,5
MBTS	1	1	1
Minyak biji karet epoksi	5	5	5
Carbon black N330	-	40	-
Silika (vulcasil S)	-	-	40
Peptizer	0,15	0,15	0,15
Parafin wax	2	2	2
Belerang	1,5	1,5	1,5
TMQ	1,5	1,5	1,5

## 2. Pembuatan kompon dan vulkanisasi

Proses pembuatan kompon dilakukan dengan mesin *two roll mill*. Karet terlebih dahulu digiling sampai plastis (dimastikasi) selama kurang lebih 2 menit. Peptizer dimasukkan dan digiling kemudian zink oksida, asam stearat dan TMQ. Bahan pengisi dan minyak biji karet epoksi ditambahkan secara bergantian sambil terus digiling sampai kedua bahan tersebut tercampur homogen. Parafin wax, MBTS dan TMTD dimasukkan serta digiling sampai homogen dan terakhir belerang dimasukkan. Kompon yang sudah jadi dikondisikan selama 24 jam pada suhu  $27 \pm 2$  °C dan selanjutnya dibuat slab dengan menggunakan mesin pres hidrolik. Slab selanjutnya diuji sifat fisiknya.

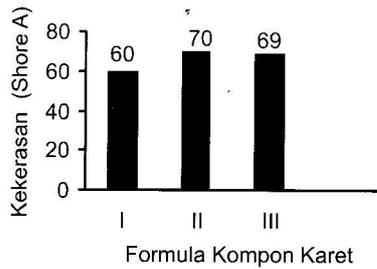
### Peubah yang diamati

Peubah yang diamati pada penelitian ini meliputi parameter kekerasan, tegangan putus, modulus 300%, ketahanan kikis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kekerasan (Shore A)

Uji kekerasan (*hardness*) dilakukan untuk mengetahui besarnya kekerasan vulkanisat karet, dilakukan dengan kekuatan penekanan tertentu. Nilai kekerasan kompon karet semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin keras (semakin tidak elastis). Hasil pengujian kekerasan kompon karet terendah diperoleh pada formula I (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan tanpa penambahan bahan pengisi) yaitu 60 Shore A dan hasil pengujian kekerasan kompon karet tertinggi diperoleh pada formula II (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi jenis hitam karbon), yaitu 70 Shore A Hasil pengujian kekerasan kompon karet dapat dilihat pada Gambar 1.



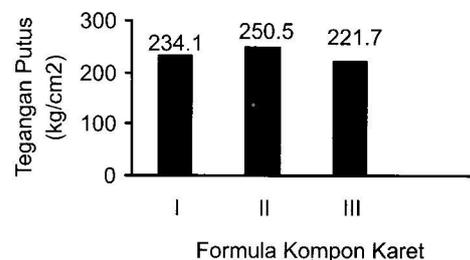
Gambar 1. Pengaruh minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi penguat terhadap kekerasan (Shore A) kompon karet.

Kekerasan kompon karet tergantung dari jumlah dan jenis bahan pelunak yang ditambahkan dalam penyusunan campuran (kompon). Minyak biji karet epoksi mengandung gugus oksiren sebagai akibat epoksidasi ikatan rangkap minyak biji karet. Gugus oksiren akan berikatan pada ikatan rangkap yang terdapat pada rantai poliisoprene sehingga ikatan rangkap akan putus. Dengan adanya pemutusan ikatan rangkap akan terjadi perubahan sifat fisik karet menjadi lebih elastis. Kekerasan kompon karet terjadi karena adanya reaksi ikatan silang antara gugus aldehida pada rantai poliisoprene (1-6 per-rantai) dengan gugus aldehida terkondensasi yang ada di dalam bahan bukan karet (Refrizon, 2003). Penambahan minyak akan melunakkan kompon dan akan menurunkan jumlah ikatan silang yang terbentuk (Thomas, 2003). Nilai kekerasan kompon karet terbaik diperoleh pada Formula II dengan perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi jenis hitam karbon (*carbon black*), yaitu 70 Shore A. Nilai kekerasan dipengaruhi oleh banyaknya bahan pengisi, ukuran partikel dan struktur molekul (Franta, 1989). Jika ditinjau dari ukuran partikel dan struktur molekul, maka *carbon black* mempunyai ukuran partikel lebih kecil akibatnya interaksi *carbon black* dengan molekul karet lebih baik, sehingga kompon lebih kaku dan keras. *Carbon black* mempunyai sifat yang lebih padat dan keras sehingga makin banyak *carbon black* yang ditambahkan ke

dalam karet akan meningkatkan kekerasan. Selain itu makin banyak ikatan yang terbentuk antara molekul karet dengan *carbon black* menyebabkan kompon karet lebih kaku dan keras (Nurhajati *et al.*, 1999). Bahan pengisi jenis silika mempunyai ukuran partikel yang hampir sama dengan bahan pengisi jenis hitam karbon, sehingga menghasilkan nilai kekerasan kompon karet yang hampir sama.

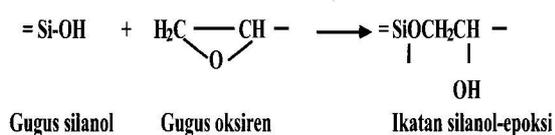
## B. Tegangan Putus (Tensile Strength, kg/cm<sup>2</sup>)

Tegangan putus merupakan besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji kompon karet sampai putus, dinyatakan dengan Newton untuk setiap mm<sup>2</sup> luas penampang potongan uji sebelum diregangkan. Jika nilai tegangan putus semakin besar, menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis (Basseri, 2005). Hasil pengujian tegangan putus pada kompon karet dari hasil penelitian dengan nilai tertinggi terdapat pada formula II (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi jenis hitam karbon), yaitu sebesar 250,5 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai tegangan putus kompon karet yang terendah terdapat pada formula III (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi jenis silika), yaitu sebesar 221,7 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian tegangan putus kompon karet pada semua perlakuan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi penguat terhadap kekerasan (Shore A) kompon karet.

Nilai tegangan putus kompon karet terbaik diperoleh pada formula II (perlakuan penambahan bahan pengisi jenis hitam karbon), yaitu sebesar 250,5 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan putus kompon karet dengan bahan pengisi jenis silika lebih rendah dari tegangan putus kompon karet tanpa bahan pengisi. Penurunan tegangan putus disebabkan oleh sifat interaksi antara silika dengan molekul karet molekul karet yang terikat dengan gugus epoksi. Molekul karet yang terikat dengan gugus epoksi akan menyebabkan karet menjadi berkutub, sehingga dapat menyebabkan terjadinya reaksi kimia antara gugus silanol dari silika dengan gugus epoksi dari molekul karet terepoksida dan membentuk ikatan silanol-epoksi. Reaksi tersebut merupakan reaksi pembukaan cincin, sehingga merubah struktur ruang molekul karet (Surya, 2002).



Gambar 3. Reaksi kimia gugus silanol dengan gugus oksiren (Sumber: Surya, 2002)

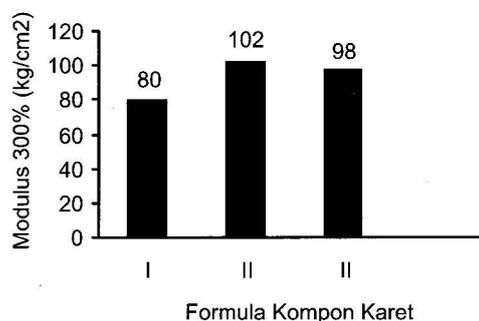
Menurut Gelling (1999), modifikasi kimia yang merubah struktur ruang teratur dari molekul karet terepoksida dapat menurunkan kekuatan (*strengths*) dari karet tersebut.

Penambahan bahan pengisi hitam karbon pada proses pembuatan kompon karet akan meningkatkan tegangan putus kompon karet. Peningkatan tegangan putus disebabkan oleh efek penguatan dari hitam karbon terhadap molekul karet yang terikat dengan gugus epoksi sebagai hasil interaksi minyak biji karet epoksi dengan molekul karet. Hitam karbon berinteraksi dengan karet secara fisik (adhesi) dan bukan secara kimia (Surya, 2002). Interaksi tersebut tidak merubah struktur ruang teratur dari molekul-molekul karet. Semakin kuat interaksi bahan pengisi dan karet maka semakin tinggi efisiensi penguatan

pengisi tersebut, sehingga semakin tinggi tegangan putus kompon karet yang dihasilkan.

### C. Modulus 300%

Modulus adalah besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai perpanjangan 300%, dinyatakan dengan kg, tiap cm<sup>2</sup> luas penampang potongan uji sebelum diregangkan. Nilai modulus semakin besar, menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis. Hasil pengujian modulus kompon karet terendah diperoleh pada formula I (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan tanpa penambahan bahan pengisi) yaitu 80 kg/cm<sup>2</sup> dan hasil pengujian modulus kompon karet tertinggi diperoleh pada formula II (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi jenis hitam karbon), yaitu 102 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian modulus kompon karet dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi penguat terhadap modulus 300% (kg/cm<sup>2</sup>) kompon karet.

Nilai modulus kompon karet tergantung jenis bahan pengisi yang digunakan. Bahan pengisi penguat (*reinforcing filler*) dengan jumlah optimum akan meningkatkan modulus kompon karet (Alfa, 2005). Peningkatan modulus disebabkan oleh interaksi antar bahan pengisi dengan karet. Nilai modulus kompon karet terbaik diperoleh pada Formula II (penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi

penguat jenis hitam karbon), yaitu 102 kg/cm<sup>2</sup>. Penambahan bahan pengisi penguat jenis silika dalam molekul karet menghasilkan vulkanisat yang lebih kaku dibanding vulkanisat yang tidak ditambahkan bahan pengisi (Formula I). Peningkatan modulus disebabkan interaksi antara bahan pengisi penguat dengan molekul karet, sehingga segmen molekul karet tidak dapat bergerak secara bebas pada permukaan bahan pengisi dan selanjutnya membentuk sambung silang (Dannenberg, 2001). Sambung silang ini memberikan kontribusi kepada jumlah kerapatan sambung silang (*total crosslink density*). Menurut Bonstra (2005), Peningkatan kerapatan sambung silang akan meningkatkan modulus.

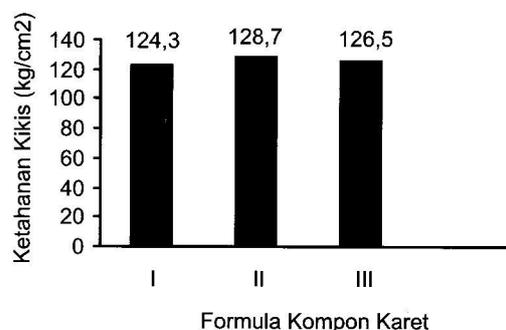
Penambahan hitam karbon pada proses pembuatan kompon karet akan meningkatkan modulus kompon karet. Peningkatan modulus, sama seperti penambahan silika disebabkan oleh interaksi antara hitam karbon dengan molekul karet.

#### D. Ketahanan Kikis (*abration resistance*, kg/cm<sup>2</sup>)

Pengujian ketahanan kikis (*abration resistance*), bertujuan untuk mengetahui ketahanan kikis dari vulkanisat karet yang digesekan pada sebuah ampelas kikis dengan mutu tertentu, dengan tekanan dan area tertentu (Thomas, 2003). Nilai ketahanan kikis kompon karet yang semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis. Hasil pengujian ketahanan kikis kompon karet terendah diperoleh pada formula I (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan tanpa penambahan bahan pengisi) yaitu 124,3 kg/cm<sup>2</sup> dan hasil pengujian ketahanan kikis kompon karet tertinggi diperoleh pada formula II (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi jenis hitam karbon), yaitu 128,7 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian ketahanan kikis kompon karet dapat dilihat pada Gambar 5.

Nilai ketahanan kikis terbaik diperoleh pada formula II (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan penambahan bahan pengisi penguat

jenis hitam karbon), yaitu 128,7 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai ketahanan kikis merupakan sifat penting yang harus dimiliki oleh produk karet, jika ketahanan kikis rendah maka produk yang dihasilkan akan mudah aus dan menyebabkan cepat terjadinya kebocoran.



Gambar 5. Pengaruh minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi penguat terhadap ketahanan kikis (kg/cm<sup>2</sup>) kompon karet.

Nilai ketahanan kikis kompon karet dengan penambahan bahan pengisi penguat jenis hitam karbon dan jenis silika lebih besar dibandingkan dengan nilai ketahanan kikis kompon karet tanpa penambahan bahan pengisi penguat. Hal ini disebabkan interaksi antara bahan pengisi penguat dengan molekul karet epoksi. Semakin panjang rantai molekul karet, semakin banyak ikatan yang terbentuk antara molekul karet dengan bahan pengisi penguat menyebabkan kompon karet lebih kaku dan keras sehingga kompon karet lebih tahan kikis (Nadilah *et al.*, 2000).

#### KESIMPULAN

1. Penambahan Minyak biji karet epoksi sebagai bahan pelunak dan bahan pengisi penguat jenis hitam karbon dan silika berpengaruh nyata terhadap karakteristik kompon karet yaitu kekerasan, tegangan putus, modulus 300% dan ketahanan kikis.
2. Penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi silika akan

- menurunkan nilai tegangan putus kompon karet.
3. Perlakuan terbaik diperoleh pada formulasi II (perlakuan penambahan minyak biji karet epoksi dan bahan pengisi jenis hitam karbon) dengan karakteristik kompon karet meliputi, kekerasan 70 Shore A, tegangan putus 250,5 kg/cm<sup>2</sup>, modulus 300% 102 kg/cm<sup>2</sup> dan ketahanan kikis 128,7 kg/cm<sup>2</sup>.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abednego. 1998. *Bahan Kimia Penyusun Kompon*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Alfa, A. A. 2005. *Bahan Kimia untuk Kompon Karet. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor. Bogor.
- Basseri, A. 2005. *Teori Praktek Barang Jadi Karet*. Balai Penelitian dan Teknologi Karet. Bogor. Bogor.
- Bonstra, B.B. 2005. *Journal of Rubber Age* 92 (6).
- Burfield. D.R., Lim, K.L., and Law, K.S. 2003. *Epoxidation of Natural Rubber Latices Methods of Preparation and Properties of Modified Rubbers*. *Journal of Applied Polymer Science*, 29(5): 1661-1673.
- Dannenberg, E.M. 2001. *Filler Choices in The Rubber Industry*. *Rubber Chemical Technology*. 55, P.860-880.
- Franta, I. 1989. *Elastomers and Rubber Compounding Materials, Manufacture, Properties and Application*. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- Gelling, I.R. 1999. *Chemistry Structure and Properties of Epoxidized Natural Rubber*. *Proceedings International Rubber Technology Conference*, Penang Malaysia.
- Haris, U. 2004. *Karet Alam Hevea dan Industri Pengolahannya*. Balai Penelitian Karet Bogor. Pusat Penelitian Karet. Lembaga Riset Perkebunan Indonesia.
- Nadilah, S., Herminiwati., dan Karsiati N. 2000. *Pemanfaatan Karet Riklim untuk Pembuatan Pedal Kendaraan Bermotor*. *Majalah Barang Kulit Karet dan Plastik*, Vol. XV, No. 1.
- Nurhajati, D.W., Agustin, S., dan Pramono. 1999. *Pembuatan Kompon Karet Paking Peredam Kejut Kendaraan Bermotor yang Memenuhi Persyaratan SNI 09-1298-1989*. *Majalah Barang Kulit Karet dan Plastik*, 15(1): 31-35.
- Refrizon. 2003. *Viskositas Mooney Karet Alam*. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sayekti. 1999. *Teknologi Pembuatan Barang Karet Secara Umum*. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Yogyakarta.
- Surya, I. 2002. *Pengaruh Penambahan Pengisi Penguat terhadap Sifat Uji Tarik Karet Alam Terepoksida*. *Jurnal Teknik Simetri*. 1 : 68-74.
- Thomas, J. 2003. *Disain Kompon*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.