

PEMANFAATAN KARET RIKLIM SEBAGAI BAHAN PENGISI KOMPON SOL KARET CETAK

Kutut Aji Prayitno, Sri Rahayu Gusmarwani

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
kututaji@kemenperin.go.id, kututaji@gmail.com

INTISARI

Karet riklim merupakan karet daur ulang dari karet tervulkanisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan karet riklim sebagai bahan pengisi kompon sol karet cetak. Pada penelitian ini ban bekas (motor dan mobil) dibuat menjadi karet riklim dengan mencacah menjadi partikel-partikel kecil. Karet riklim selanjutnya digunakan sebagai campuran bahan pengisi pembuatan kompon sol karet cetak dengan perbandingan carbon black dan karet riklim adalah 39:0 phr (kontrol), 26:13 phr (F1), 13:26 phr (F2), dan 0:39 phr (F3). Kompon karet selanjutnya divulkanisasi dengan variabel waktu 10(T1), 15(T2), dan 20(T3) menit.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa karet riklim ban bekas dapat digunakan sebagai bahan pengisi sol karet. Kenaikan jumlah karet riklim (phr) yang ditambahkan menjadikan nilai kekerasan yang menurun dan nilai ketahanan kikis yang meningkat dari sol karet cetak yang dihasilkan. Sedangkan penambahan waktu vulkanisasi menjadikan nilai kekerasan yang meningkat dan nilai ketahanan kikis yang menurun. Nilai kekerasan dan ketahanan kikis optimal adalah pada formula 1 (F1) dengan waktu vulkanisasi 20 menit (T3). Penambahan karet riklim ban bekas menurunkan suhu akhir dekomposisi, namun menaikkan kadar abu produk jadinya.

Kata kunci : karet riklim, ban bekas, bahan pengisi, sol karet cetak

PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak kita jumpai barang jadi karet yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya ban kendaraan, sarung tangan karet, sol sepatu, dan sebagainya. Konsumsi barang jadi karet yang terus meningkat di masyarakat, akan menghasilkan limbah barang karet yang semakin meningkat juga. Sebagai contoh penggunaan ban kendaraan bermotor. Ban merupakan salah satu komponen yang penting dalam sebuah kendaraan. Namun demikian setiap ban yang diproduksi memiliki usia pemakaian yang terbatas. Usia rata-rata ban untuk dapat digunakan dan memiliki fungsi yang baik maksimal 5-8 tahun. Setelah melewati usia pakai tersebut, ban tidak dapat digunakan kembali bagi kendaraan dikarenakan faktor keamanan dan kenyamanan.

Jumlah ban bekas yang tidak layak pakai akan semakin meningkat dengan peningkatan penggunaan kendaraan bermotor. Limbah ban bekas ini dapat menimbulkan masalah lingkungan yang cukup serius mengingat karet tervulkanisasi sulit terdegradasi secara alami. Selain itu, apabila limbah tersebut dibakar, maka akan menimbulkan polusi udara.

Salah satu alternatif untuk menekan limbah karet tersebut yaitu dengan cara didaur ulang menjadi campuran bahan pembuat barang

jadi karet yang sama atau barang jadi karet bentuk lain. Barang karet bekas tidak dapat digunakan langsung dalam proses komponding, sehingga diperlukan proses pengolahan yang disebut pembuatan karet riklim (*reclaimed rubber*).

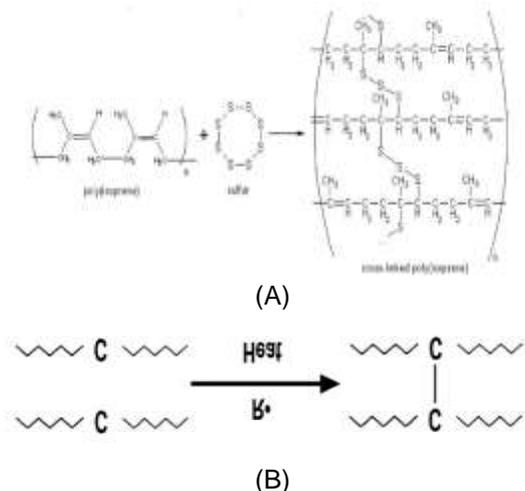
Karet riklim (*reclaimed rubber*) merupakan karet daur ulang yang dibuat dari karet tervulkanisasi [Wicaksono, 2007]. Proses pembuatan karet riklim dapat dilakukan dengan cara mekanis dan kimia [Ball, 1947]. Beberapa cara pembuatan karet riklim adalah dengan devulkanisasi ultrasonik, devulkanisasi termal, devulkanisasi kimia, serta dengan metode kemomekanikal dan termomekanikal [Rodgers, 2004]. Karet riklim ini dapat digunakan untuk mengurangi biaya produksi dan membantu mengeluarkan udara selama proses pencetakan kompon karet [Ciesielski, 1999].

Karet daur ulang atau karet riklim dapat ditambahkan kedalam karet baru sebagai salah satu dari dua hal. Karet riklim dapat dihitung sebagai bahan baku (elastomer) atau dapat difungsikan sebagai bahan pengisi atau *filler* [Rodgers, 2004].

Kompon karet adalah campuran bahan karet alam dan atau karet sintetis dengan bahan kimia karet [Anonimus, 2009]. Sedangkan komponding adalah proses memasukan bahan kimia kompon kedalam karet. Proses

pencampuran kompon karet terdiri dari tiga tahapan, yaitu mastikasi, inkorporasi dan finishing [Santosa, 2008].

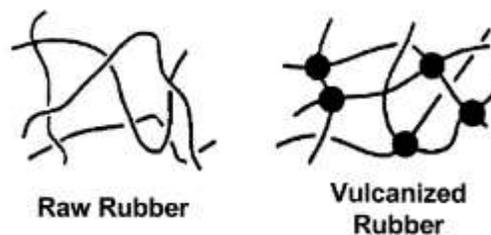
Cetak vulkanisasi merupakan proses pencetakan dan pemasakan kompon karet dalam alat cetakan sol secara vulkanisasi dengan tekanan, suhu dan waktu tertentu [Anonimus, 2009]. Vulkanisasi adalah proses penerapan tekanan dan panas kepada suatu campuran elastomer dan bahan kimia untuk menurunkan plastisitas dan meningkatkan elastisitas, kekuatan dan kemantapan [Anonimus, 2008].



Gambar 1. Mekanisme reaksi vulkanisasi belerang (A) dan peroksida (B)

Bahan pemvulkanisasi yang umum digunakan adalah belerang dan peroksida, karena logam oksida dengan mudah mendorong oksidasi elastomer yang menyebabkan kegagalan [Rodgers, 2004]. Belerang merupakan bahan pemvulkanisasi yang paling banyak digunakan dalam industri pengolahan karet [Ciesielski, 1999]. Belerang digunakan terutama untuk memvulkanisasi jenis karet yang molekulnya mengandung ikatan rangkap seperti karet alam, SBR, BR, NBR, dan EPDM [Anonimus, 2008].

Menurut Rogers (2004) dengan adanya panas, sulfur/belerang bereaksi dengan ikatan olefin berdampingan dengan rantai utama polimer atau rantai independen dari dua molekul polimer untuk membentuk ikatan silang antar rantai molekul. Sulfur dapat memadukan berbagai cara untuk membentuk jaringan ikatan silang karet tervulkanisasi. Sulfur dapat muncul sebagai monosulfida, disulfida, dan ikatan polisulfida.



Gambar 2. Struktur karet sebelum dan sesudah vulkanisasi

Bahan pengisi berfungsi sebagai bahan penguat (*reinforcement*) yang dapat merubah sifat fisis barang karet dan dapat digunakan sebagai pengurang biaya produksi (memperbesar volume barang karet). Setiap bahan pengisi mempunyai efek penguatan yang berbeda terhadap barang jadi karetnya. Efek tersebut dipengaruhi oleh jenis partikel, ukuran partikel, bentuk dan permukaan partikel [Prasetya, 2012]. Beberapa bahan pengisi yang sering digunakan adalah *carbon black*, silika, dan kapur/kalsium karbonat [Ciesielski, 1999].

Carbon black kemungkinan merupakan partikel *reinforcement* yang digunakan secara meluas di industri pengolahan karet. Terdapat beberapa cara berbeda dalam pembuatan *carbon black*. Metode tertua adalah dengan membakar *vegetable oil* pada lampu kecil, kemudian mengumpulkan *carbon black* yang terakumulasi pada dinding penutup lampu. Metode ini digunakan oleh orang China kuno dengan menyebutnya sebagai metode *lampblack* [White dan Kim, 2008].

METODE PENELITIAN

1. Bahan yang digunakan

- Ban mobil dan motor bekas
- Standar Indonesian Rubber-13
- Styrene Butadiene Rubber-1502
- Butadiene Rubber-01
- Carbon Black
- Kalsium
- Minarex Oil
- ZnO
- Asam Stearat
- Polyethylene Glycol-400
- Butylated Hydroxytoluene
- 2-Mercptobenzothiazole
- Dibenzothiazyl disulphide
- Tetramethyltiuram monosulfide
- Sulfur/ Belerang

2. Alat yang digunakan

- a. *Grinder* (Mesin Pencacah)
- b. *Two Roll Mill*
- c. Neraca Analitik
- d. *Press Molding*
- e. *Molding*
- f. *Thermogravimetri/Differentia Thermal Analyzer*
- g. Shore A Durometer
- h. Din Abrasion Tester

3. Prosedur Penelitian

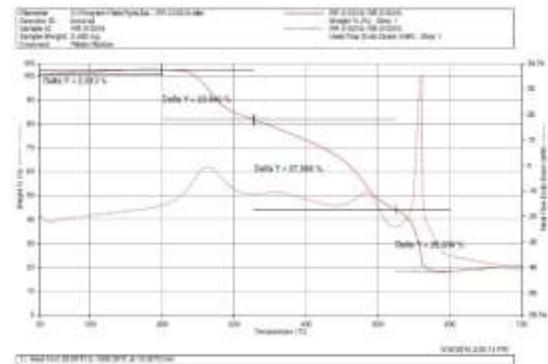
Rancangan Formulasi bahan

Nama Bahan	Fungsi	Komposisi (phr)			
		Kontrol	F1	F2	F3
SIR 13	<i>Raw Material</i>	16,67	16,67	16,67	16,67
SBR 1502	<i>Raw Material</i>	33,33	33,33	33,33	33,33
KBR 01	<i>Raw Material</i>	50	50	50	50
Karet Riklim	<i>Filler</i>	-	13	26	39
Carbon Black	<i>Filler</i>	39	26	13	-
Kalsium	<i>Filler</i>	25	25	25	25
Minarex Oil	<i>Softener</i>	3,75	3,75	3,75	3,75
ZnO	<i>Activator</i>	6,24	6,24	6,24	6,24
Asam Stearat	<i>Activator</i>	2,5	2,5	2,5	2,5
PEG 4000	<i>Activator</i>	1,7	1,7	1,7	1,7
BHT	<i>Antioxidant</i>	1,25	1,25	1,25	1,25
MBT	<i>Accelerator</i>	1,08	1,08	1,08	1,08
MBTS	<i>Accelerator</i>	1,08	1,08	1,08	1,08
TMTM	<i>Accelerator</i>	0,03	0,03	0,03	0,03
Belerang	<i>Vulcanizing Agent</i>	2	2	2	2

Ban mobil dan motor bekas dicacah menggunakan mesin *grinder* hingga berbentuk powder.

Raw material dimastikasi menggunakan *two roll mill* pada suhu 70 ± 5 °C selanjutnya ditambahkan bahan pengisi (*filler*), *softener*, *activator*, *antioxidant*, dan *accelerator* sedikit demi sedikit kedalam *raw material*. Penambahan sulfur/belerang dilakukan terakhir setelah semua bahan baku tercampur. Apabila kompon sudah homogen, kompon dидiamkan selama 24 jam pada suhu 27 ± 2 °C dengan kelembapan udara 65 ± 5 %. Kompon selanjutnya divulkanisasi dengan suhu 145 ± 5 °C dengan tekanan 100 kg/cm² dengan variasi waktu vulkanisasi 10, 15 dan 20 menit. Sol karet cetak yang dihasilkan selanjutnya dilakukan pengujian thermal menggunakan TG/DTA dan diuji kekerasan serta ketahanan kikisnya.

PEMBAHASAN



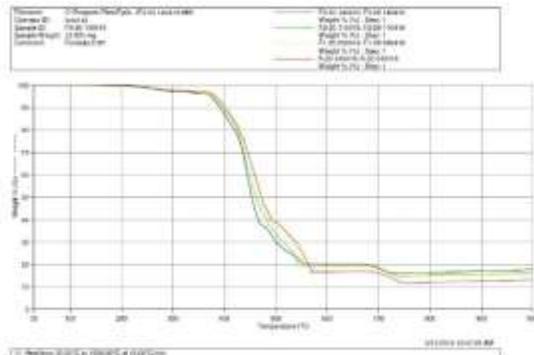
Gambar 3. Hasil Pengujian Sampel Karet Riklim dengan TG/DTA

Gambar 3 merupakan hasil pengujian sampel karet riklim ban bekas yang diuji menggunakan TG/DTA. Dapat dilihat pada suhu 30-200°C grafik TGA menunjukkan kenaikan berat sebesar 2,013%. Kenaikan berat tersebut dapat diidentifikasi sebagai adanya reaksi oksidasi pada sampel karet riklim. Reaksi oksidasi tersebut dimungkinkan terjadi karena adanya bahan yang bersifat anti oksidan. Penambahan anti oksidan merupakan hal yang lazim pada pembuatan barang jadi karet. Anti oksidan berfungsi untuk menangkal radikal bebas dari lingkungan yang dapat mempercepat proses perusakan barang jadi karet.

Grafik TGA pada suhu 200-320°C menunjukkan penurunan berat sejumlah 20,046%, sedangkan grafik DTA menunjukkan bahwa pada rentang suhu tersebut karet riklim mengalami reaksi yang berlangsung secara eksotermis (digambarkan dari grafik yang melengkung ke atas). Penurunan berat tersebut dapat diidentifikasi sebagai mulai berlangsungnya proses dekomposisi material karet riklim. Bahan-bahan yang terdekomposisi di awal-awal waktu suhu dekomposisi (suhu rendah) merupakan bahan-bahan yang berfungsi sebagai *softener*.

Pada suhu 320-520°C grafik TGA menunjukkan penurunan berat sebesar 37,568%. Pada rentang suhu tersebut, material yang terdekomposisi merupakan material polimer/elastomer. Sedangkan pada suhu 520-600°C grafik tersebut menunjukkan penurunan berat sebesar 25,938% dengan grafik DTA yang menunjukkan reaksi eksotermis cukup tinggi. Pada suhu tersebut diindikasikan terjadi dekomposisi karbon yang berasal dari carbon black yang merupakan *filler* dari ban.

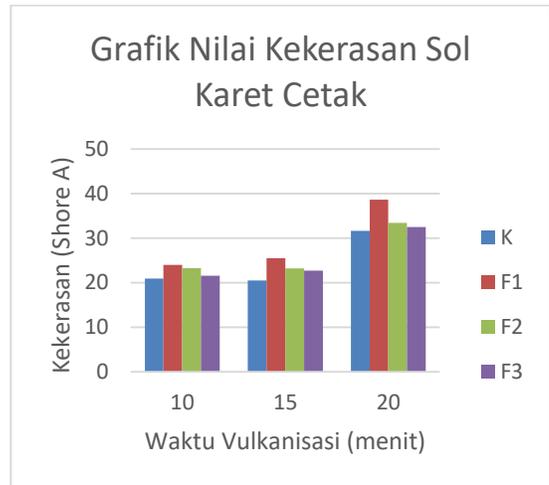
Produk sol karet cetak yang dihasilkan juga diuji menggunakan TG/DTA untuk mengetahui pengaruh penggunaan *filler* dari karet riklim ban bekas terhadap suhu dekomposisinya.



Gambar 4. Hasil pengujian sol karet cetak formula K,F1,F2 dan F3 dengan TG/DTA

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa sol karet cetak semua formula mulai terdekomposisi pada suhu 230°C, namun memiliki suhu akhir dekomposisi yang berbeda. Sampel kontrol mencapai dekomposisi sempurna pada suhu 750°C dengan berat abu tersisa 11,91%, sampel F1 terdekomposisi sempurna pada suhu 740°C dengan berat abu tersisa 15,333%, sampel F2 terdekomposisi sempurna pada suhu 740°C dengan berat abu tersisa 14,905%, dan sampel F3 terdekomposisi sempurna pada suhu 726°C dengan berat abu tersisa 16,081%.

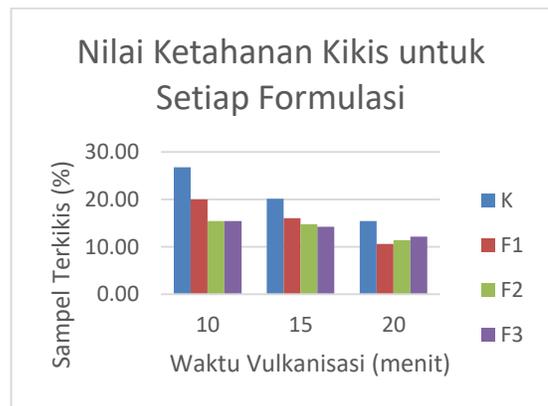
Penggunaan karet riklim ban bekas sebagai bahan pengisi sol karet cetak menurunkan suhu akhir dekomposisi bahan, namun menambah kadar abu dari bahan tersebut. Penurunan suhu akhir dekomposisi bisa diidentifikasi sebagai penurunan kualitas ikatan kimia akibat penambahan karet riklim kedalam kompon sol karet cetak. Sedangkan penambahan kadar abu dapat disebabkan karena bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan ban kendaraan bermotor mengandung banyak abu, sehingga penambahan karet riklim dari ban bekas kendaraan bermotor akan meningkatkan kadar abu dari barang jadi karetnya. Namun demikian pengaruh penggunaan karet riklim ban bekas terhadap penurunan suhu dekomposisi barang jadinya tidak terlalu signifikan. Secara sifat termal karet riklim ban bekas masih dapat diaplikasikan sebagai bahan pengisi pengganti *carbon black* dengan perubahan sifat termal yang tidak terlalu jauh.



Gambar 5. Hasil Pengujian Kekerasan Sol

Dari gambar 5, dapat diamati pengaruh waktu vulkanisasi terhadap kekerasan sol karet cetak yang dihasilkan. Semakin lama waktu vulkanisasi, maka kekerasan sol karet cetak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini dimungkinkan karena pada variasi suhu 10 menit dan 15 menit proses vulkanisasi kompon sol karet cetak belum selesai. Sehingga reaksi ikatan kimia antar bahan-bahan yang digunakan belum sempurna.

Kekerasan sol karet cetak yang dihasilkan akan menurun dengan semakin banyaknya jumlah karet riklim yang ditambahkan. Bahan pengisi dari karet riklim ban bekas memiliki sifat menurunkan kekerasan pada barang jadi karetnya. Hal ini kemungkinan dikarenakan karena interaksi antarmuka dari bahan pengisi dan matrik tidak baik. Dengan demikian, ketika karet riklim ban bekas hendak diaplikasikan untuk menjadi bahan pengisi kompon karet perlu dilakukan penambahan bahan pengisi lain yang mempunyai sifat *reinforcing* misalnya silica.



Gambar 6. Hasil Pengujian Ketahanan Kikis

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa presentase sampel terkikis semakin menurun seiring dengan penambahan waktu vulkanisasi. Ketahanan kikis terbaik diperoleh dari waktu vulkanisasi 20 menit. Hal ini dikarenakan pada waktu vulkanisasi 20 menit sampel telah mencapai reaksi vulkanisasi sempurna, sehingga struktur ikatan sampel menjadi lebih kompak dan tahan terhadap gesekan (pengikisan).

Dari gambar 6, dapat diamati juga pengaruh dari penambahan karet riklim terhadap ketahanan kikis sol karet cetak yang dihasilkan. Pada waktu vulkanisasi 10 dan 15 menit, semakin banyak karet riklim yang ditambahkan, akan menurunkan nilai ketahanan kikis barang jadi karetnya. Pada waktu vulkanisasi 20 menit, nilai ketahanan kikis meningkat seiring dengan penambahan karet riklim. Hal ini kemungkinan dikarenakan dalam karet riklim masih terdapat ikatan silang antara karet elastomer dan sulfur, sehingga karet riklim yang ditambahkan tidak banyak menambah ikatan kimia dengan bahan-bahan lain. Penambahan karet riklim pada kompon karet tidak menambah jumlah ikatan rangkap karbon yang berpotensi menjadi ikatan silang sulfur.

KESIMPULAN

1. Karet riklim ban bekas dapat digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) kompon sol karet cetak.
2. Pengaruh dari jumlah (phr) karet riklim yang ditambahkan adalah semakin banyak karet riklim ban bekas yang ditambahkan, akan menurunkan nilai kekerasan dan menaikkan nilai ketahanan kikis sol karet cetak yang dihasilkan. Kondisi optimum diperoleh dari formula 1 (F1) dengan waktu vulkanisasi 20 menit (T3).
3. Pengaruh dari waktu vulkanisasi adalah semakin lama waktu vulkanisasi akan meningkatkan nilai kekerasan dan menurunkan nilai ketahanan kikis sol karet cetak yang dihasilkan. Kondisi optimum diperoleh pada waktu vulkanisasi 20 menit.
4. Penambahan karet riklim ban bekas menurunkan suhu akhir dekomposisi bahan, namun meningkatkan kadar abu dari produk sol karet cetaknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Wiwien, Darsono dan Wisjachudin Faisal (2010) *Kajian Metode Vulkanisasi Karet Alam Bebas Nitrosamin dan protein Alergen*, Prosiding PPI – PDIPN 2010 Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN, Hal 161-169.
- Anonimus (2009) *Standar Nasional Indonesia SNI 0778:2009 Sol Karet Cetak*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Anonimus (2008) *Materi Diklat Pembuatan Barang Karet : Kimia dan Teknologi Vulkanisasi*, Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor.
- Ball, J.M., William Welch, Fred E. Traflet (1947) *Reclaimed Rubber: The Story of an American Raw Material*, Rubber Reclaimers Association, New York.
- Bukit, Nurdin dan Erna Frida (2011) *Pengolahan Ban Bekas Berwawasan Lingkungan menjadi Bamber pada Outomotif*, Jurnal Teknologi Indonesia Vol 34, Edisi Khusus 2011, Hal 123-131.
- Choudhury, Namita Roy, Prajna P De dan Naba K Dutta (2010) *Thermal Analysis of Rubbers and Rubbery Materials*, Smithers Rapra Technology Ltd, United Kingdom.
- Ciesielski, A. (1999) *An Introduction to Rubber Technology*, Rapra Technology Limited, United Kingdom.
- Nurhajati, Dwi Wahini (2009) *Pemanfaatan Karet Skrap Limbah Vulkanisir Ban untuk Kompon Pedal Sepeda Motor*, Majalah Kulit, Karet, dan Plastik Vol 25 No 1, Hal. 23-30.
- Prasetya, Hari Adi (2012) *Arang Aktif Serbuk Gergaji sebagai Bahan Pengisi untuk Pembuatan Kompon Ban Luar Kendaraan Bermotor*, Jurnal Riset Industri Vol. VI No. 2, Hal. 165-173.
- Rodgers, Brendan (2004) *Rubber Compounding Chemistry and Application*, Marcel Dekker Inc., New York.
- Ronggur, Jabosar, Ahmad Fadli dan Bahrudin (2014) *Model Kinetika Reaksi Vulkanisasi Karet Alam dengan Filler Abu Sawit*. Jurnal Sains dan Teknologi 13 (2), Hal. 35-42.
- Santosa, Agus Muji (2008) *Materi Diklat Pembuatan Barang Karet : Mastikasi dan Komponding*, Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor.

White, James L., dan Kwang-Jea Kim (2008) *Thermoplastic and Rubber Compounds Technology and Physical Chemistry*, Carl Hanser Verlag, Munich.

Wicaksono, Rumpoko, Sutardi, Umar Santoso, Herminiwati (2007) *Pembuatan Karet Riklim dari Ban Bekas dengan Microwave untuk Bahan Campuran Karet Alam*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.