

KARAKTERISASI PENGERINGAN BUSA KARET ALAM DI DALAM OVEN MICROWAVE

Maspanger. D.R., M. Irfan F¹⁾ dan E. Hartulistiyoso²⁾

1) Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor-Puslit Karet

2) Program Pascasarjana Teknologi Enjiniring Pertanian, Fateta-IPB

ABSTRAK

Busa sintetis masih mendominasi pasar, namun terdapat kecenderungan permintaan busa karet alam meningkat, karena memiliki keunggulan dalam sifat elastis dan umur pakai dibanding busa sintetis. Untuk pembuatan busa karet alam diperlukan tahap pengeringan yang selama ini dilakukan dengan cara konveksi udara panas pada suhu 60 – 70°C sekitar 24 jam. Aplikasi teknologi microwave diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengeringan tanpa berpengaruh pada kualitas busa karet alam yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan contoh yang dibuat dari lateks pekat berkadar karet 60%. Busa karet alam yang dikeringkan terlebih dulu dikenai perlakuan dengan pengukusan dan tanpa pengukusan. Selanjutnya dikeringkan di dalam oven microwave 1,2 kW dan di dalam oven udara panas pada suhu tetap 70 °C (kontrol). Hasil busa karet alam kering diuji menurut SNI 06 – 0999 – 1989. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanpa pengukusan tidak diperoleh busa karet alam yang memenuhi persyaratan visual maupun teknis. Terjadi penyusutan volume sekitar 50% untuk pemanasan dengan udara panas, dan 30% untuk pemanasan microwave. Busa karet alam hasil pengukusan yang dikeringkan di dalam oven microwave memiliki mutu yang setara dengan kontrolnya dan masih memenuhi standar mutu yang berlaku, yakni densiti 100-140 Kg/m³, kekerasan 25-35 kg, kepegasan pantul > 40%, tegangan putus > 4,9 N/cm², perpanjangan putus > 75%, ketahanan sobek > 3,9 N/cm, dan pampatan tetap < 10%. Pengeringan karet busa di dalam microwave ternyata jauh lebih singkat, mampu mereduksi 50-60% waktu pengeringan di dalam oven udara panas.

Kata Kunci : busa karet alam, microwave, pengeringan, karet alam

ABSTRACT

Synthetics foam still dominant at the market, but the demand of natural rubber foam increase, because it has an advantage such as: elasticity properties and a longer age wear compared with synthetics foam. Making of natural rubber foam needs drying process which usually used by convection of air heating at the temperature 65 – 70°C around 24 hours. The application of microwave technology is expected to increasing the drying efficiency without having an effect on the quality of rubber foam product. This experiment use samples that are made from rubber latex with 60% dry rubber content. Before rubber foam is dried, it should be prepare with steaming and without steaming. After that, rubber foam is dried in the oven microwave 1,2 kW and oven hot air with the temperature 70 °C (control). The physical properties of rubber foam product are tested according to SNI 06 – 0999 – 1989. Natural rubber foam without steaming is not match with visual standard and technical standard. The volume could be reduced by 50% for drying with hot air, and 30% for drying with microwave. Products from oven microwave have a same quality with a control and accordance with a quality of standard, such as density 100 – 140 Kg/m³, hardness 25 - 35 kg, resilience > 40%, tensile strength > 4,9 N/cm², elongation break > 75%, tear strength > 3,9 N/cm, and compression set < 10%. Drying time could be reduced by 50% - 60% compared with conventional hot air drying.

Keywords: natural rubber foam, microwave, drying, natural rubber

PENDAHULUAN

Karet alam (*natural rubber, Hevea Braziliensis*), merupakan komoditas tradisional sekaligus komoditas ekspor yang sangat penting peranannya sebagai penghasil devisa negara dari sub-sektor perkebunan, dan menjadi tumpuan pencaharian bagi lebih 8 juta keluarga petani (Budiman, 1993). Luas areal tanaman karet sekitar 3,2 juta hektar, dimana hampir 85 % (2.7 juta ha) merupakan perkebunan rakyat, sisanya Perkebunan Negara dan Swasta (Ditjenbun, 1999). Pada tahun 1999, produksi karet Indonesia mencapai 1,75 juta ton atau 26,2 % produksi karet alam dunia, menempatkan Indonesia sebagai produsen karet alam terbesar kedua setelah Thailand (IRSG, 1999).

Sebagai penghasil karet alam yang besar, konsumsi karet alam di dalam negeri dinilai masih terlalu rendah, di bawah 10% atau sekitar 0,6 kg per kapita, jauh di bawah Thailand (2,22 kg) atau Malaysia (15,14 kg per kapita). Rendahnya konsumsi tersebut terutama karena masih dominannya penggunaan produk karet sintetis impor, salah satunya adalah karet busa yang hingga kini sebagian besar dibuat dari karet sintesis poliuretan.

Data konsumsi karet busa alam di dalam negeri masih sukar dicari. Data yang tersedia umumnya hanya untuk busa sintetis. Berdasarkan BPS (1998), tingkat konsumsi busa dalam negeri baik dari impor maupun suplai lokal sebesar 19.213.289 lembar (Nilai Rp 46.781.848.000), Busa EVA sebesar 1.437.459 lembar (Nilai Rp 6.261.874.000), busa plastik sebanyak 722.000 meter (Nilai Rp 665.512.000) dan produk jadi jok kendaraan bermotor sebanyak 4.303 unit (Nilai Rp 186.286.000).

Perkembangan baru menunjukkan bahwa proses produksi poliuretan berisiko tinggi karena bahan bakunya (isosianat) beracun dan karsinogenik. Karena itu akhir-akhir ini ada kecenderungan meningkatnya permintaan karet busa dari lateks alam. Peluang tersebut perlu dimanfaatkan terlebih dalam suasana krisis ekonomi seperti dewasa ini, dengan sasaran menumbuhkan usaha di lingkup agroindustri karet.

Salah satu proses pembuatan busa karet alam adalah proses pengeringan. Pengeringan pada dasarnya ialah proses penghilangan air atau liquid yang mudah menguap dari padatan. Proses pengeringan merupakan salah satu bagian penting dari proses produksi yang menentukan pada laju produksi suatu produk. Tahap pengeringan busa karet alam dilakukan dengan cara konveksi udara panas pada suhu 60-70 °C selama 4 hingga 36 jam, tergantung ketebalan karet busa. Temperatur dipilih cukup rendah, karena jika terlalu tinggi menyebabkan karet busa lengket, berubah warna dan mengkerut (NRPRA, 1973).

Proses pengeringan dengan cara konveksi menghasilkan rambatan panas pada permukaan ke pusat bahan, sehingga terjadi perbedaan suhu antara suhu permukaan dengan suhu pusat bahan. Suhu permukaan akan lebih tinggi dibanding suhu pusat bahan. Tahanan terhadap rambatan panas sangat tergantung pada nilai konduktivitas bahan. Bahan dengan nilai konduktivitas yang rendah memerlukan waktu pengeringan yang cukup lama. Untuk memperbaiki kelemahan tersebut, maka diperlukan teknologi pengeringan yang lain, salah satunya adalah teknologi microwave.

Berbeda dengan cara pemanasan konvensional (konduksi, konveksi, dan radiasi), pemanasan dengan gelombang mikro menghasilkan pemanasan dengan laju yang relatif tinggi. Pemakaian panas sangat efisien karena yang dipanaskan hanya bahan tertentu yang bersifat polar. Bagian lain seperti dinding pemanas, alas bahan dan material logam lainnya tidak menyerap, hanya meneruskan atau memantulkan gelombang mikro yang diterimanya (www.howstuffworks.com).

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi antara 300 MHz sampai 300 GHz dengan panjang gelombang antara 1 mm sampai 1 m (Copson, 1975). Federal Communication Commission menetapkan bahwa untuk keperluan ISM (industrial-Scientific-Medical) digunakan 4 besaran frekuensi yaitu

BAHAN DAN METODE

Pembuatan karet busa

Pada penelitian ini dibuat 2 jenis ukuran sampel uji karet busa yakni ukuran A berdimensi 20 cmx8cm, tebal 5cm dan ukuran B berdimensi $\phi = 8,5$ cm dengan tebal 1,5 cm, dibuat dari lateks pekat berkadar karet = 60%. Formula bahan-bahan kimia yang digunakan untuk pembuatan karet busa disajikan pada Tabel 1.

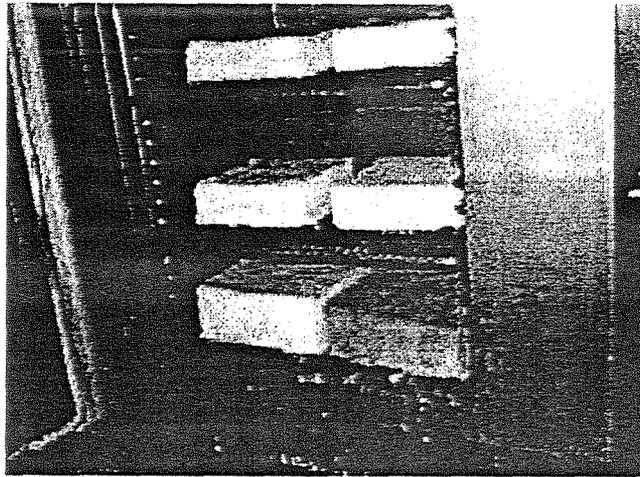
Tabel 1. Formula kompon lateks untuk karet busa

Bahan	Kadar	Bagian berat karet kering
Lateks dadih (KKK = 40%)	60%	100
Amonium oleat	lar.20%	1,0
Belerang (S)	disp.20%	2,5
ZDC	disp.50%	1,0
MBT	disp.50%	1,0
PBN	disp.50%	1,0
DPG	disp.50%	1,0
ZnO	disp.50%	5,0
NSF	lar.15%	0,5-1,0
NH ₄ Cl	lar.20%	0,5-1,0

Prosedur pembuatan karet busa diuraikan sebagai berikut. :

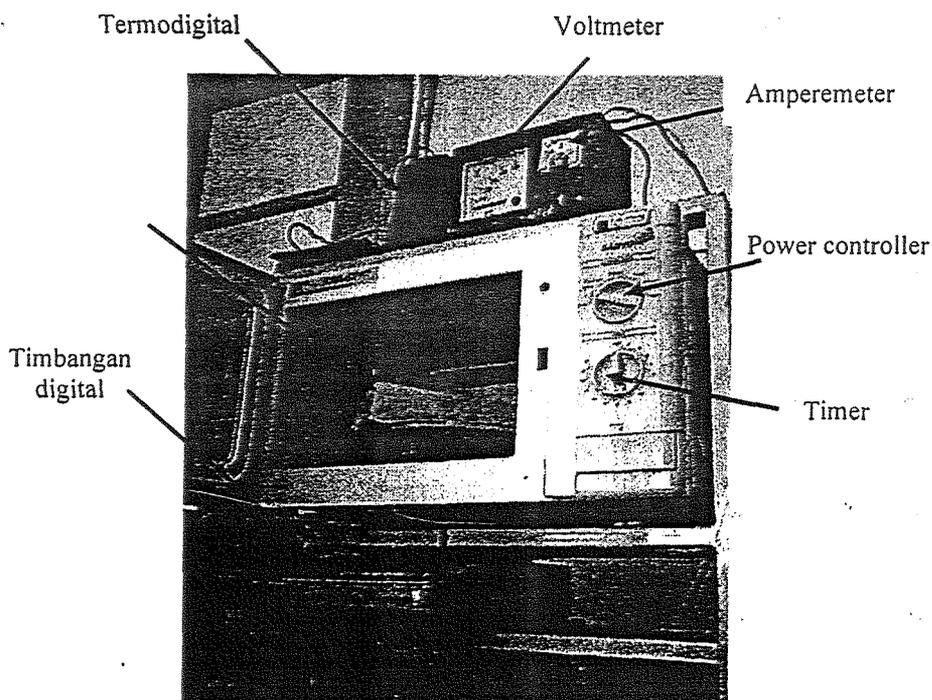
- Terlebih dulu dibuat dispersi bahan-bahan kimia seperti pada Tabel 1, dengan menggunakan *ball-mill*. Bahan kimia dimasukkan ke dalam guci yang didalamnya berisi bola-bola keramik, lalu diputar ± 60 rpm, selama 24 jam.
- Selanjutnya dilakukan pencampuran dan pengocokan kompon karet busa dengan *mixer* kue. Hasil pengocokan dituangkan ke dalam cetakan.
- Pada pencampuran ini, bahan pembentuk gel, yakni paduan belerang-DPG ditambahkan paling terakhir.
- Langkah berikutnya adalah mengukus kompon busa selama 1 jam di atas air mendidih. Hasil pengukusan dipress dengan *roll-mill* untuk mengeluarkan sebagian air
- Setelah dipres, busa basah kemudian dikeringkan di dalam oven udara panas pada suhu 70 °C atau di dalam oven microwave.

Peralatan Pengeringan Busa Karet Alam



Gambar 2. Pengeringan karet busa di dalam oven udara panas

Peralatan pengeringan busa karet alam terdiri dari oven listrik dan oven microwave. Oven listrik yang digunakan pada penelitian ini bermerek Mermet yang dilengkapi dengan pengontrol suhu dan kipas sirkulasi udara panas. Sedangkan oven microwave buatan Sanyo Electric Co. Ltd, No. EM240, input listrik 220 V, 5,5 A dan keluarannya 2450 MHz, 680 Watt. Power control pada oven microwave dipasang pada posisi *warm*.



Gambar 3. Pengeringan busa karet alam di dalam oven microwave

Peralatan pengeringan busa karet alam ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Oven microwave dilengkapi dengan pengontrolan suplai panas dan pengontrolan waktu. Tombol kontrol suplai panas dapat diputar pada berbagai posisi seperti posisi

warm, *defrost*, *simming*, *roast* dan *re-heat*. Sebagai contoh pada posisi *warm* suplai listrik ke *magnetron* diberikan secara periodik setiap 17 detik selama 6 detik. Pada posisi yang lebih tinggi, misal posisi *defrost*, periodik kerja *magnetron* meningkat menjadi setiap 10 detik. Dengan peningkatan periode suplai gelombang tersebut, suhu bahan akan turut meningkat.

Pengamatan dan Pengujian

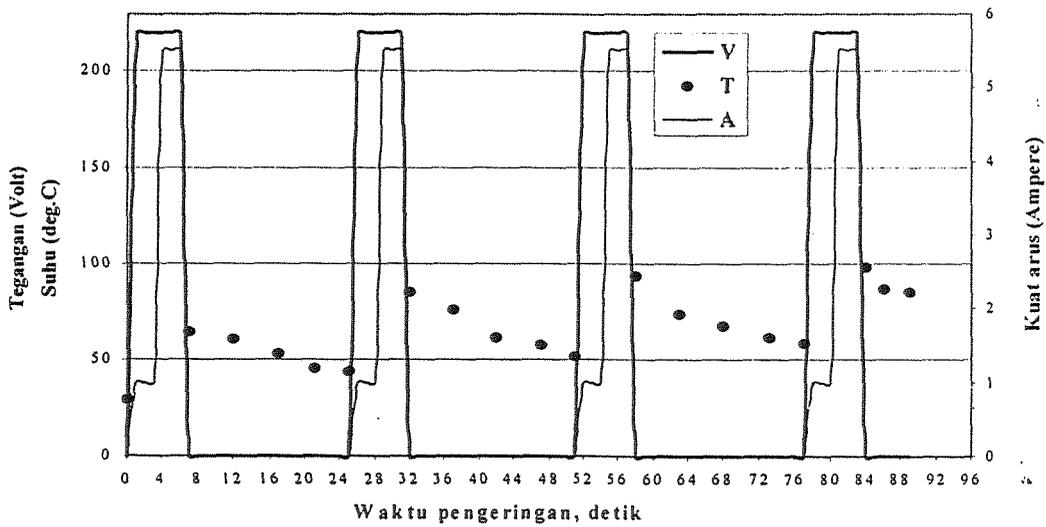
- Selama karet busa dikeringkan dilakukan pengukuran berat secara langsung dengan memasang neraca digital dibawah oven. Pengeringan dihentikan jika beratnya sudah konstan. Dengan mengetahui nilai kadar air awal atau akhir, maka dapat diplot kurva penurunan kadar air karet busa selama pengeringan berlangsung.
- Selain berat, dilakukan pula pengukuran suhu bahan, tegangan dan kuat arus. Karena keterbatasan peralatan, pengamatan suhu hanya dapat dilakukan pada selang magnetron berhenti bekerja. Selain itu pengukuran tegangan dan kuat arus hanya dapat dilakukan di bagian input.
- Karet busa kering yang dihasilkan selanjutnya diuji sifat-sifat mutunya di laboratorium uji fisika BPTK Bogor. Pengujian meliputi uji kekerasan dengan metode uji ISO 2439, kepegasan pantul (ISO 4662), ketahanan sobek (BS4443 part 6), pampatan tetap (ASTM D395), berat jenis (ASTM D3574), perpanjangan putus (ASTM D412) dan tegangan putus (ASTM D412).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja Oven Microwave dan Suhu Bahan

Perubahan tegangan, kuat arus dan suhu bahan selama pengeringan berlangsung diperlihatkan pada Gambar 4. Tampak arus listrik bekerja secara diskrit setiap 17 detik selama 6 detik. Suhu bahan berada pada rentang fluktuatif 50-90 °C, relatif tinggi sesaat setelah magnetron berhenti bekerja. Sensor suhu terbuat dari logam (Ni-Cr) yang memungkinkan berperan sebagai antena sewaktu ruang oven dipenuhi gelombang elektromagnetik, menyebabkan termometer digital tidak berfungsi selama *magnetron* aktif, sehingga suhu puncak dari bahan masih belum diketahui.

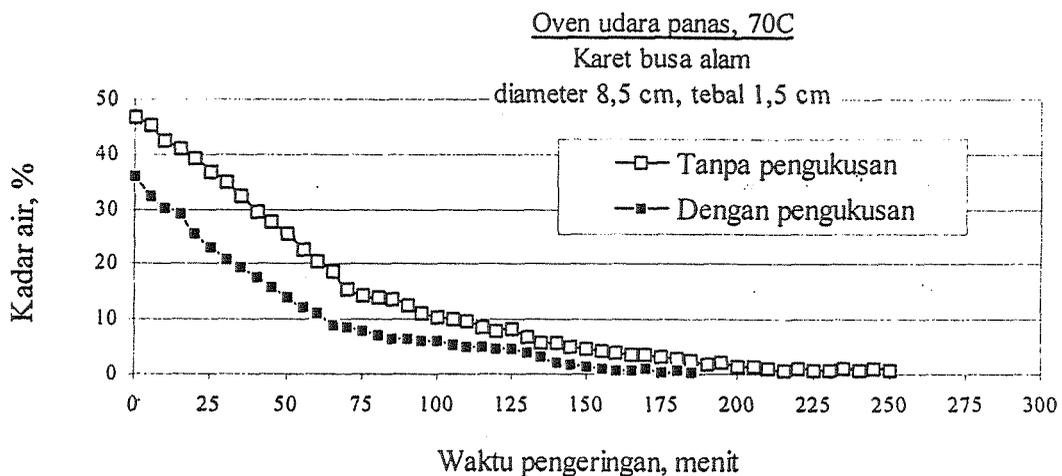
Pada Gambar 4 terlihat bahwa kuat arus tidak langsung mencapai puncaknya (5,5 A) tapi berhenti dulu pada posisi 1 A selama sekitar 3 detik, selanjutnya 3 detik pada posisi puncak. Hal ini kemungkinan arus listrik terlebih dulu digunakan untuk mengisi kapasitor sebelum dipakai oleh *transformer-magnetron*. Tampak pula terdapat *time-lag* sekitar 17 detik sebelum magnetron kembali bekerja. Dengan demikian untuk setiap menitnya, *magnetron* hanya bekerja sekitar 3 kali, atau dalam 1 jam bekerja 180 kali, dimana setiap kalinya mensuplai daya sebesar $180 \times [(1A \times 220V \times 3\text{det}) + (5,5A \times 220V \times 3\text{det})] = 257.4 \text{ kW} \cdot \text{det} = 257.4 \text{ kW} \cdot (1/3600 \text{ jam}) = 0.0715 \text{ kWh}$. Jika arus listrik terus bekerja (kontinu), diperlukan daya listrik 1,2 kWh. Dengan demikian konsumsi daya listrik pada posisi *warm* sesungguhnya sangat rendah, sekitar 6% dari daya terpasang.



Gambar 4. Perubahan tegangan dan kuat arus listrik serta suhu karet busa yang dikeringkan di dalam oven microwave

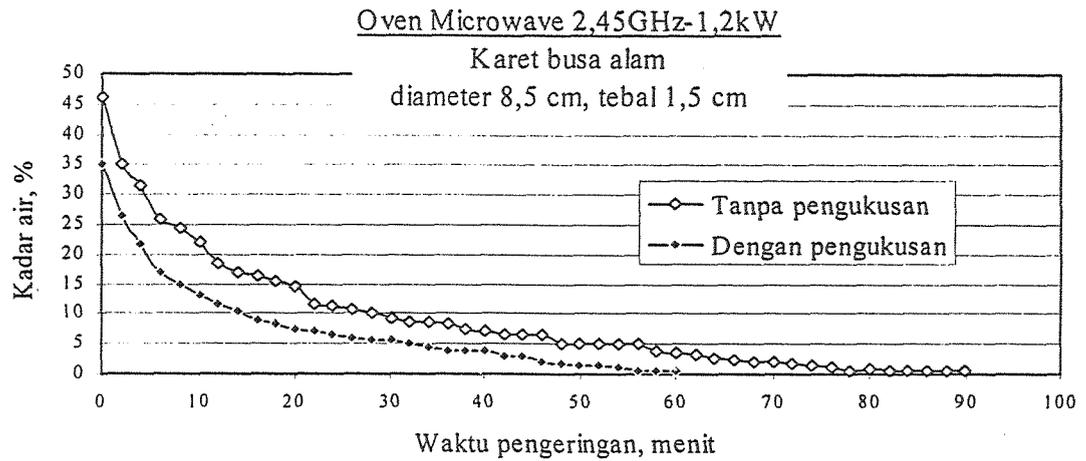
Karakteristik Pengeringan

Kurva penurunan kadar air selama pengeringan di dalam oven microwave dan oven udara panas disajikan pada Gambar 5, 6 dan Gambar 7. Pada Gambar 5 dan 6 terlihat bahwa dibanding karet busa dengan pengukusan, karet busa tanpa pengukusan memerlukan waktu pengeringan yang lebih lama, yakni 250 menit (oven udara panas) dan 90 menit (oven microwave). Sedangkan jika dengan pengukusan, hanya memerlukan waktu 180 menit (oven udara panas) dan 90 menit (oven microwave). Lebih cepatnya pengeringan karet busa hasil pengukusan disebabkan kadar air awalnya lebih rendah. Setelah divulkanisasi secara dikukus, struktur karet busa basah telah stabil, sehingga aman untuk dikeluarkan sebagian airnya dengan cara dipress.



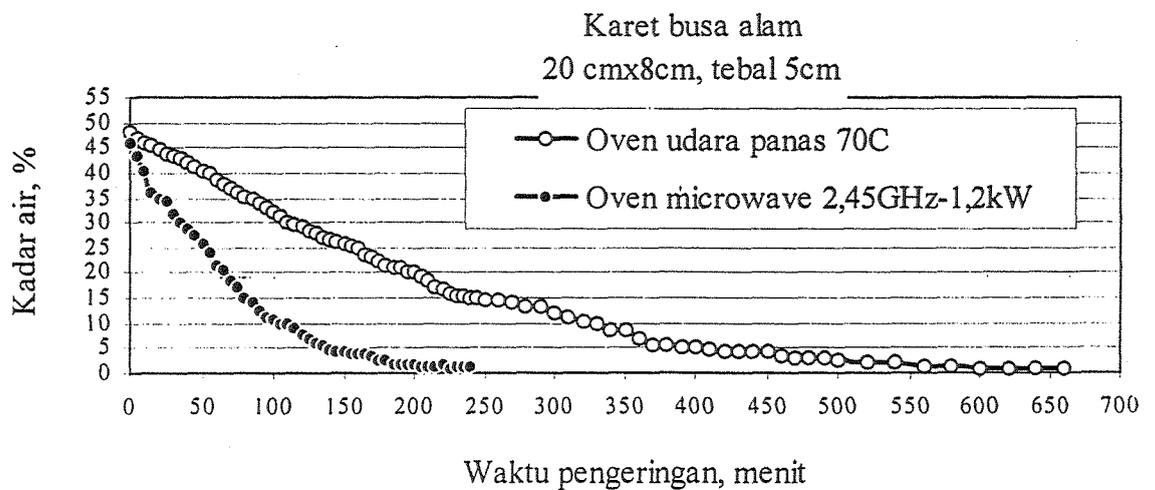
Gambar 5. Profil kadar air karet busa selama pengeringan di dalam oven udara panas

Pada gambar 7 tampak bahwa pengeringan karet busa didalam oven microwave jauh lebih singkat , hanya sekitar 250 menit, dibanding di dalam oven udara panas yang memerlukan waktu hingga 670 menit. Hal ini dikarenakan penetrasi gelombang pendek mampu langsung ke setiap bagian bahan menyebabkan molekul-molekul air secara serentak berotasi-vibrasi, sehingga terdapat keseragaman pelepasan panas di setiap titik di dalam bahan. Mekanisme ini memungkinkan kecepatan pengeringannya relatif tinggi dibanding kecepatan pengeringan dengan menggunakan sistem udara panas.

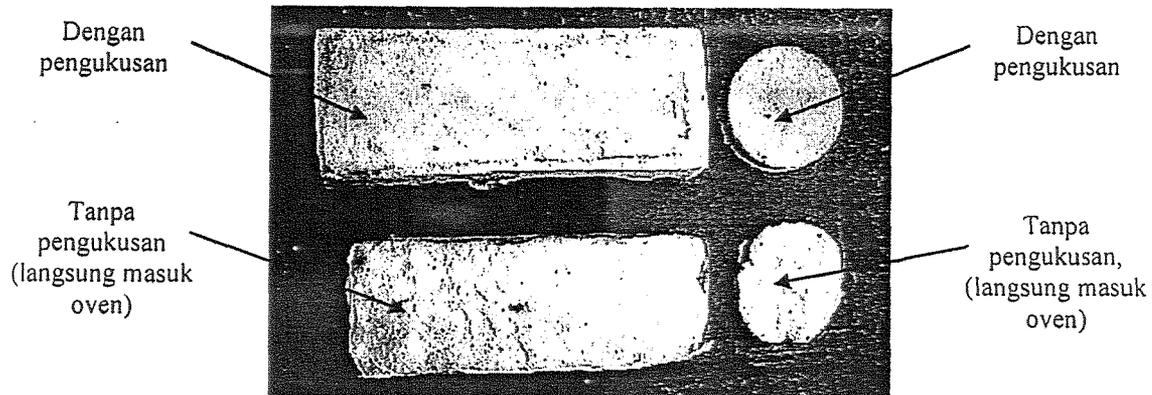


Gambar 6. Profil kadar air karet busa selama pengeringan di dalam oven microwave

Karet busa yang tanpa mendapat perlakuan pengukusan sebelum dikeringkan, ternyata mengalami penyusutan (*shrinkage*) dan dinilai sebagai produk *reject* (Gambar 8) karena dari penampilan visualnyapun sudah tidak memenuhi persyaratan (kegagalan bentuk).



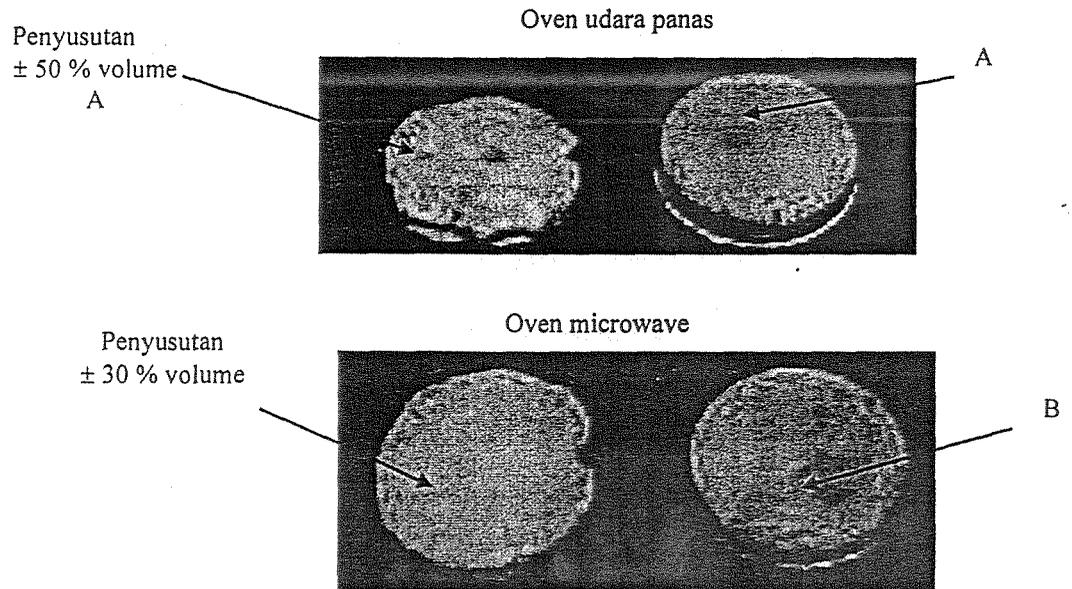
Gambar 7. Perbandingan profil kadar air karet busa selama pengeringan di oven udara panas dan oven microwave.



Gambar 8. Bentuk karet busa hasil pengeringan

Kemungkinan penyebab penyusutan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

- Pengukusan merupakan perlakuan pemberian panas agar karet tervulkanisasi. Setelah dikukus, proses vulkanisasi telah terhenti, struktur busa telah stabil, bersifat sebagai material termoset dan aman jika diperas airnya (secara dipres), sehingga langkah berikutnya yakni pemanasan di dalam oven hanya merupakan proses pengeringan. Radiasi gelombang mikropun kemungkinan hanya berpengaruh terhadap molekul air, sedangkan terhadap senyawa-senyawa polar lain, seperti bahan pembusa NH_4Cl dan NHF tidak lagi berpengaruh karena keduanya sudah habis bereaksi pada tahap vulkanisasi (pengukusan).
- Jika tidak dikukus, karet busa masuk oven masih berkadar air tinggi dan masih mentah, belum tervulkanisasi (*uncured*), sehingga di dalam oven, karet busa secara serentak menjalani proses vulkanisasi bersama-sama dengan pengeringan.
 - Didalam oven udara panas : karena udara merupakan penghantar panas yang kurang baik (dibanding uap) maka proses vulkanisasi maupun pengeringan berjalan lambat, timbul case hardening, karet terlalu lama berkondisi *uncured*, menyebabkan struktur busa yang tersusun atas rongga-rongga udara mengalami kerusakan, berakibat timbulnya penyusutan.
 - Di dalam oven microwave : gelombang mikro kemungkinan berpengaruh terhadap komponen-komponen polar selain air, seperti bahan pembusa NH_4Cl dan NHF yang kondisinya masih belum bereaksi/tervulkanisasi, berakibat kinerja pembusaan terganggu. Namun gangguan tersebut tampaknya masih perlu dipelajari lebih mendalam karena hasil percobaan menunjukkan penyusutannya lebih rendah dibanding hasil pengeringan dengan udara panas, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 9.
 - Penyusutan volume untuk yang langsung dikeringkan di dalam oven udara panas mencapai sekitar 50%, sedangkan untuk yang di microwave hanya 30%. Informasi ini memberi harapan bahwa perlakuan tanpa pengukusan di dalam microwave masih memungkinkan untuk dilaksanakan melalui modifikasi proses, misal secara injeksi uap ke dalam ruang pengering. Jika perlakuan langsung ini berhasil, akan bermanfaat untuk penyederhanaan tahapan proses dengan tereliminasinya tahap pengukusan dan pengepresan, sekaligus mengurangi biaya produksi



Gambar 9. Penyusutan volume akibat tanpa perlakuan pengukusan

Sifat Fisika

Hasil pengujian sifat fisika sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2, menunjukkan bahwa karet busa yang dikeringkan di dalam oven microwave dan di dalam oven udara memiliki mutu yang tidak jauh berbeda. Keduanya masih memenuhi standar mutu menurut SNI 1241.85 .

Tabel 2. Hasil uji sifat fisika karet busa

Sifat fisika	Metode uji	Hasil pengeringan dengan		Standar mutu SNI 1241.85
		Oven microwave	Oven udara panas	
Tegangan Putus, N/cm ²	ASTM D412	9	10	> 4.9
Perpanjangan putus, %	ASTM D412	100	90	> 75
Berat jenis, kg/cm ³	ASTM D3574	129	132	100 – 140
Pampatan tetap, %	ASTM D395	7,8	7,2	< 10
Kekerasan, kg	ISO 2439	28	30	25 – 35
Kepegasan pantul, %	ISO 4662	54	52	> 40
Ketahanan sobek, N/cm	BS 4443-6	5,4	5,2	> 3.9

KESIMPULAN

- Hasil percobaan menunjukkan bahwa terjadi kegagalan bentuk berupa penyusutan volume jika karet busa langsung dikeringkan tanpa terlebih dulu mendapat perlakuan pengukusan, namun penyusutan di dalam oven microwave kemungkinan masih dapat dihindarkan jika ke dalam oven diinjeksikan uap dalam jumlah tertentu.

- Pengeringan karet busa di dalam microwave ternyata jauh lebih singkat, mampu mereduksi 50-60% waktu pengeringan di dalam oven udara panas.
- Hasil uji sifat fisika menunjukkan bahwa kualitas karet busa hasil pengeringan dengan microwave setara dengan kualitas karet busa hasil pengeringan dengan udara panas dan masih memenuhi standar kualitas yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Blackley, DC, 1966, High Polymer Latices : Their Science and Technology Volume 1&2. Applied Science Publishers Ltd., London.
- BPS, 1999, Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor, Jakarta
- BPS, 2000, Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor, Jakarta
- Budiman, AFS., 1996, Prospek Karet Alam dan Tantangannya. Langkah Antisipasi Penurunan Harga Karet Alam Indonesia. Warta Perkaretan, 12(2), 5-6.
- Conan dan Wohler, 1989, Physical Evaluation of Foam Latex Sponger. India Rubber World. vol 21, 179-180.
- Direktorat Jenderal Perkebunan, 1999, Statistik Perkebunan Indonesia 1997-1999.
- <http://howthingswork.virginia.edu/>
- <http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/h2o.html>
- <http://www.colorado.edu/physics/2000/microwaves/waterrotates4.html>
- <http://www.gallawa.com/microtech/howcook.html>
- <http://www.howstuffworks.com/rate.htm?id=microwave.htm>
- <http://www.svetlana.com/docs/techbulletins>
- International Rubber Study Group. 1999. Rubber Statistical Bulletin. Vol.53, No.8, 46p.
- Natural Rubber Producers and Research Association, 1973,. An introduction to latex foam manufacture. NR Technical Bulletin, NRPA, London, 24p.
- Nelson, S.O, 1987. *Potential Agricultural Application of Radio and Microwave Energy*. Transaction of ASAE 30(3): 818 – 822.
- Peter L. John and AT Rowley, 1996, Dielectric Drying, Drying Technology, 14(5), 1063-1098.