

KARAKTERISTIK KARET PERAPAT PADA KATUP TABUNG LPG MENGGUNAKAN BAHAN PENGISI DARI PASIR KUARSA

CHARACTERISTICS OF RUBBER SEAL ON THE LPG CYLINDER VALVE USING FILLER FROM QUARTZ SAND

Rahmaniar

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang
Jalan Perindustrian II No. 12 Km. 9 Palembang 30152
e-mail: rahmaniar_ee@yahoo.co.id

Diterima:5 Oktober 2016;Direvisi:10 Oktober -15 November 2016;Disetujui: 17 November 2016

Abstrak

Tujuan penelitian untuk mendapatkan formulasi kompon karet perapat pada katup tabung LPG yang memenuhi SNI 7655:2010. Formulasi kompon karet dilakukan dengan variasi ukuran partikel bahan pengisi pasir kuarsa (A) yaitu A_1 :100 mesh dan A_2 : 400 mesh dan variasi pasir kuarsa yang digunakan (B) yaitu B_1 :50 phr, B_2 :55 phr dan B_3 :60 phr. Parameter uji yang diamati adalah kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus dan pampatan tetap. Hasil pengujian karet perapat pada katup tabung LPG yang baik memenuhi syarat SNI 7655:2010 terdapat pada formula A_2B_1 (ukuran partikel pasir kuarsa 400 mesh dan jumlah pasir kuarsa yang digunakan 50 phr), didapat nilai kekerasan 56 shore A, tegangan putus 17,6 MPa, perpanjangan putus 590% dan pampatan tetap 5,81%.

Kata Kunci : karet perapat, kompon karet , pasir kuarsa.

Abstract

This study aimed to obtain rubber compound formulations of rubber seal on the LPG cylinder valve that meets SNI 7655: 2010. The formulation of rubber compound was performed by using variation of particle size of the filler quartz sand (A) of A_1 :100 mesh and A_2 :400 mesh and variations of quartz sand used (B) was B_1 :50 phr, B_2 :55 phr and B_3 :60 phr. The observed parameters for compounds were hardness, tensile strength, elongation at break and compression set. The test result of rubber seal on the LPG cylinder valve was well qualified SNI 7655-2010 A_2B_1 (particle size of the quartz sand of 400 mesh and quartz sand used was 50 phr), contained in the formula with the value of 56 shore A for hardness, 17,6 MPa for tensile strength, 590% for elongation at break and 5,81% for compression set .

Keywords : rubber seal, rubber compound, quartz sand

PENDAHULUAN

Pemerintah pada tahun 2010 mengeluarkan peraturan tentang penerapan SNI wajib untuk karet perapat pada katup tabung LPG. Hal ini merupakan salah satu upaya perlindungan terhadap industri dalam negeri sekaligus perlindungan terhadap konsumen pengguna produk (Herjanto, 2011). Produk Karet perapat pada katup tabung LPG merupakan karet yang digunakan sebagai kelengkapan untuk perapat (*seal*) pada katup tabung Liquefied Petroleum Gas (LPG) pada saat regulator dipasang yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kebocoran gas pada waktu pengisian atau penggunaan tabung LPG serta memperkuat kedudukan regulator. (SNI 7655:2010). Karet perapat pada

katup tabung LPG merupakan kunci untuk menjaga agar sambungan antara katup dan regulator menjadi rapat, atas dasar inilah Kementerian Perindustrian membuat kebijakan yang mewajibkan *rubber seal* berstandar SNI yaitu Peraturan Menteri Nomor 6 tahun 2012 tentang pemberlakuan SNI karet perapat pada katup tabung LPG secara wajib. (Wijaya, 2015).

Produk ini wajib mencantumkan label SNI sebagai indikator pemenuhan produk standar SNI. Produk *rubber seal* merupakan produk yang berbahan karet. Menurut Emaputra. 2015. Indonesia di bidang produk berbasis karet memiliki *market share* sebesar 12,75% di ASEAN dengan pesaing utama Thailand. Pertumbuhan karet di Indonesia dari tahun 2003 sampai tahun 2012, rata-rata

impor karet alam dalam bentuk lain yaitu 61,9% dan impor lateks karet alam yaitu 23,3%. Adapun SNI wajib yang mengatur produk berbasis karet baru terdapat 9 lingkup salah satunya “Karet Perapat pada Katup Tabung LPG”, dengan demikian peningkatan kuantitas dan kualitas SNI wajib pada produk-produk yang berbahan dasar karet diharapkan dapat mendukung produk-produk karet Indonesia dalam persaingan dengan kelima negara ASEAN lain.

Tabung gas LPG sering mengalami kebocoran hal ini dikarenakan sosialisasi masyarakat bawah masih sangat kurang dan langkah untuk mengurangi kebocoran gas LPG masih kurang tepat. Sumber utama kebocoran tabung gas LPG pada saat memasang regulator pada tabung, dimana kondisi seal karet yang terpasang ditabung sudah lemah sehingga tidak dapat menahan tekanan gas dari tabung pada saat regulator dipasang. Bahan karet jika mendapatkan tekanan secara terus menerus daya elastis karet akan menurun, hal ini dikarenakan seal karet mendapat tekanan pada saat dimasukkan kedalam tabung gas, tekanan uap LPG cair dalam tabung sekitar 5-6,2 kg/cm², terkena panas, (Harsono, 2010; Sartika, 2012).

Untuk mengatasi penurunan elastisitas pemakaian seal karet digunakan karet alam sebagai bahan baku dan pasir kuarsa sebagai bahan pengisi dalam proses pembuatan barang jadi karet.

Proses pembuatan kompon karet yaitu pencampuran bahan baku dan bahan penunjang lainnya. Bahan baku dalam penelitian ini karet kompo 4, ketersediaan kompo sebagai bahan baku cukup banyak, kompo merupakan limbah karet padat yang dibuat dari bahan *lump tanah* dan *scrap* pohon, kompo 4 mempunyai kriteria diantaranya karet harus kering dan warnanya coklat tua., tidak terlihat adanya kotoran (Zuhra, 2006; Nuyah dan Marlina, 2015).

Dalam penelitian ini menggunakan pasir kuarsa sebagai bahan pengisi untuk pembuatan “Karet Perapat pada Katup Tabung LPG”. Pasir kuarsa merupakan hasil alam yang melimpah dan tersebar di

Indonesia, senyawa dalam bahan galian yang berupa mineral, pasir kuarsa tersebar merata dengan kualitas dan ciri khas yang berbeda tergantung kondisi daerah, salah satu jenis pasir kuarsa yaitu pasir kuarsa silika, dengan pengotor alumina dan besi yang rendah. Pasir kuarsa dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar, senyawa yang terdapat pada bahan tambang yang mengandung kristal-kristal silika (SiO₂) (Della *et al*, 2002; Sunarya, 2008; Bragmann and Goncalves, 2006; Hadi *et al*, 2010).

Pasir kuarsa disamping sebagai bahan pengisi dalam pembuatan produk karet, pasir kuarsa dapat dikembangkan pada industri ban, karet, semen, beton, keramik, tekstil, baja, gelas, presipitat dan pembuatan silikon (Smallman and Bishop, 2000; Sulistiyono, 2004; Siswanto *et al*, 2012).

Penelitian karet yang menggunakan pasir kuarsa diantaranya penggunaan bahan pengisi nanokomposit silika karbida pada pembuatan kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua, dimana hasil penelitian menunjukkan kombinasi ukuran nano komposit silika karbida dan waktu vulkanisasi berpengaruh nyata terhadap sifat fisik kompon karet (Marlina dan Rahmaniar, 2012). Nano silika dari bahan baku silika lokal (pasir kuarsa) sebagai *filler* kompon karet dapat diaplikasikan pada *rubber air bag* (Siswanto *et al*, 2012).

Perlakuan ekstrak kayu secang, campuran pasir kuarsa dengan kulit kerang dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan usang kompon karet yang dihasilkan (Rahmaniar *et al*, 2015). Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan formulasi kompon karet perapat pada katup tabung LPG yang memenuhi SNI 7655:2010.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompo 4, TiO₂,

pigmen hijau, pasir kuarsa 100 mesh, pasir kuarsa 400 mesh, 6 PPD, zink oxyde (ZnO), asam stearat (SA), *N-Cyclohexyl-2-benzothiazyl sulfenamide* (CBS), TMTD (*Tetrametilturam disulfida*), dan belerang (*sulphur*).

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *open mill L 140 cm* D18 cm kapasitas 1 kg, neraca analitis, timbangan *Mettler p120* kapasitas 1200 g, *glassware*, timbangan duduk merek *Berkel* kapasitas 15 kg, *cutting scraf* besar, alat press, cetakan *sheet*, gunting, *sieve shaker* dan oven.

Metode

Penelitian dilakukan dengan beberapa percobaan dilaboratorium untuk pembuatan kompon karet perapat pada katup tabung LPG, faktor pertama variasi ukuran partikel pasir kuarsa (A), A₁:100 mesh dan A₂:400 mesh, faktor kedua variasi jumlah pasir kuarsa (B), B₁:50 phr, B₂:55 phr dan B₃:60 phr. Formula kompon karet perapat pada katup tabung LPG terdapat pada Tabel 1.

Parameter yang diamati meliputi kekerasan (ASTM D 2440-1997), tegangan putus (ISO 37, 1994), perpanjangan putus (ISO 37, 1994), dan pampatan tetap (ASTM D 395-1994).

Tabel 1. Formula kompon karet perapat pada katup tabung LPG.

Nama Bahan	Formula (phr)					
	100 mesh(A ₁)			400 mesh(A ₂)		
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
Pasir kuarsa	50	55	60	50	55	60
Compo 4	100	100	100	100	100	100
TiO ₂	5	5	5	5	5	5
Pigmen	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
6 PPD	1	1	1	1	1	1
ZnO	5	5	5	5	5	5
Asam stearat	1	1	1	1	1	1
CBS	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
TMTD	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Sulfur	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Prosedur kerja

Prosedur pembuatan kompon dimana pencampuran (*mastikasi*) dilakukan dengan menggunakan *open mill*, dengan tahapan sebagai berikut :

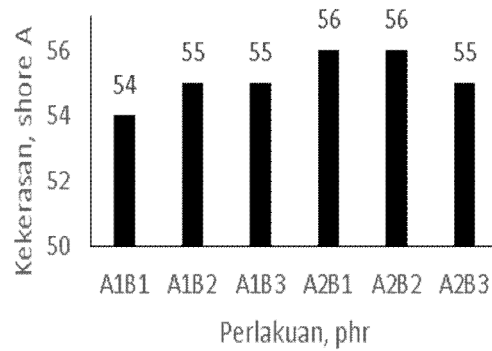
1. Kompo 4 dimastikasi selama 1-3 menit hingga karet menjadi lunak.
2. Bahan penggiat ditambahkan dalam campuran lalu digiling selama 2-3 menit.
3. Antioksidan ditambahkan dan digiling selama 2-3 menit.
4. Bahan pengisi sesuai formula, digiling selama 3-8 menit.
5. Bahan pencepat ditambahkan, lalu campuran digiling selama 1-3 menit.
6. Kompon dipotong setiap sisinya sebanyak 3 kali selama 3 menit.
7. Belerang ditambahkan ke dalam campuran, lalu campuran digiling hingga menjadi homogen. Lakukan pengaturan jarak roll pada cetakan sheet sebesar 5 cm untuk penentuan ketebalan kompon.
8. Kompon dikeluarkan dari *open mill*, lalu diletakkan di atas plastik transparan.
9. Kompon dipotong sesuai dengan ukuran cetakan karet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekerasan

Kekerasan merupakan besarnya nilai kekerasan vulkanisat karet dengan kekuatan penekanan tertentu (Wahyudi, 2005). Hasil pengujian kekerasan tertinggi pada perlakuan A₂B₁ dan perlakuan A₂B₂ dengan nilai kekerasan 56 shore A. Nilai kekerasan terendah diperoleh pada perlakuan A₁B₁ dengan nilai kekerasan 54 shore A.

Nilai kekerasan karet perapat pada katup tabung LPG terdapat pada Gambar 1. Hasil uji yang memenuhi SNI 7655:2010 karet perapat pada katup tabung LPG untuk kekerasan yaitu 55-56 shore A, terdapat pada perlakuan 2 sampai dengan perlakuan 6, formula 1 tidak memenuhi SNI 7655:2010 yaitu 54 Shore A (SNI 7655:2010 syarat mutu untuk parameter kekerasan 60 ± 5 Shore A).



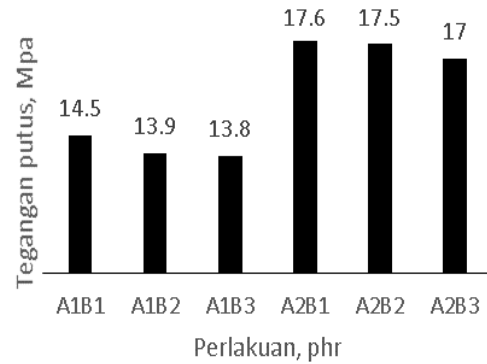
Gambar 1. Kekerasan karet perapat pada katup tabung LPG

Penambahan pasir kuarsa dalam pembuatan barang jadi karet cenderung menaikkan nilai kekerasan, hal ini dikarenakan pasir kuarsa mengandung senyawa SiO_2 97,13% dan 99,46% (Rahmaniar *et al*, 2015; Sumarno *et al*, 2015), dimana atom-atom silika tersusun atas satuan-satuan tetrahedron SiO_4 dengan satu atom silika sebagai pusat dengan empat atom oksigen terikat pada sudut tetrahedron. Gaya-gaya yang mengikat tetrahedral ini berasal dari ikatan ionik dan kovalen sehingga ikatan tetrahedral kuat (Van and Lawrench, 1992). Senyawa SiO_2 merupakan material yang memiliki kekuatan mekanik dan stabilitas termal yang tinggi (Sulastri dan Kristianingrum, 2010; Ngatiyo, 2013). Bahan pengisi dapat meningkatkan sifat fisik dan memperbaiki karakteristik barang jadi karet, sehingga dengan penambahan jumlah pasir kuarsa menjadikan produk yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu karet perapat pada katup tabung LPG.

Tegangan putus

Hasil pengujian tegangan putus tertinggi pada perlakuan A_2B_1 dengan nilai 17,6 MPa. Nilai tegangan putus terendah diperoleh pada perlakuan dengan nilai 13,8 MPa. Nilai tegangan putus karet perapat pada katup tabung LPG terdapat pada Gambar 2.

Hasil uji untuk semua perlakuan memenuhi SNI 7655:2010 karet perapat pada katup tabung LPG (SNI 7655:2010 syarat mutu untuk parameter tegangan putus min 10 MPa).

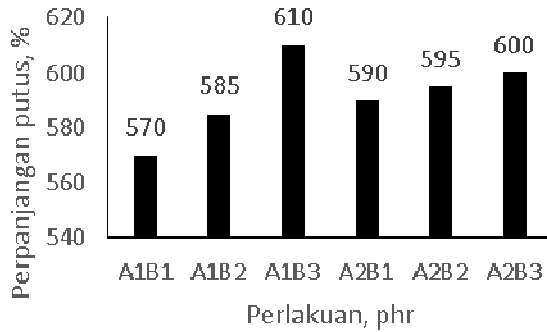


Gambar 2. Tegangan putus karet perapat pada katup tabung LPG.

Barang jadi karet dalam proses pembuatannya dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan yang digunakan, hal ini dikarenakan interaksi pasir kuarsa dengan semakin kecilnya ukuran partikel dengan jumlah berat pasir kuarsa yang sama yaitu perlakuan A_1B_1 terhadap perlakuan A_2B_1 akan meningkatkan nilai tegangan putus barang jadi karet sekitar 21,4%. Ukuran partikel semakin kecil cenderung menaikkan nilai tegangan putus, semakin kecil ukuran partikel yang digunakan menghasilkan produk dapat meningkatkan kualitas barang jadi karet yang dihasilkan, diantaranya permukaan kompon, tingkat porositas dan kekuatan dari produk tersebut (Rhodes, 1990), disamping hal tersebut pengaruh ukuran partikel semakin kecil menyebabkan dispersi dan homogenitas partikel bahan pengisi menjadi lebih merata dalam matrik karet sehingga sifat kuat fisika dan mekanis bahan elastomer karet alam ter Vulkanisasi juga lebih bagus (Stern, 1967).

Perpanjangan putus

Hasil pengujian perpanjangan putus tertinggi pada perlakuan A_1B_3 dengan nilai perpanjangan putus 610%. Nilai perpanjangan putus terendah diperoleh pada perlakuan A_1B_1 dengan nilai perpanjangan putus 570%. Nilai perpanjangan putus karet perapat pada katup tabung LPG terdapat pada Gambar 3.



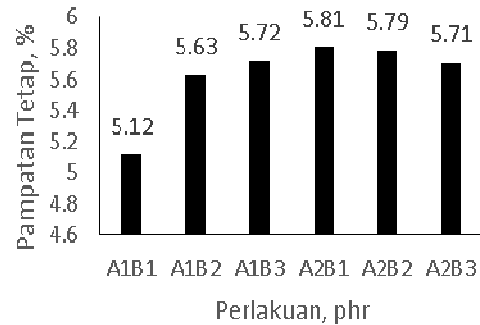
Gambar 3. Perpanjangan putus karet perapat pada katup tabung LPG.

Hasil uji perpanjangan putus untuk semua perlakuan memenuhi SNI 7655:2010 karet perapat pada katup tabung LPG (SNI 7655:2010, syarat mutu untuk parameter perpanjangan putus min 300%). Nilai perpanjangan putus terdapat kenaikan nilai dengan adanya penambahan bahan pengisi dari pasir kuarsa, yang dapat diakibatkan naiknya derajat ikatan silang, hal ini disebabkan homogennya pencampuran dalam pembautan kompon karet.

Nilai perpanjangan putus paling tinggi terdapat pada perlakuan A₁B₃ dan perlakuan A₂B₃, nilai ini disebabkan pasir kuarsa mempunyai peran untuk meningkatkan mutu karet melalui nilai perpanjangan putus, hal ini dikarenakan pasir kuarsa mengandung senyawa SiO₂ sekitar 55,3-99,7% (Fairus *et al.*, 2009; Email, *et al.* 2013). Keelastisan karet ditentukan oleh nilai perpanjangan putus, sehingga memperbaiki karakteristik barang jadi karet, dengan demikian produk yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu karet perapat pada katup tabung LPG.

Pampatan Tetap

Hasil pengujian pampatan tetap tertinggi pada perlakuan A₂B₁ dengan nilai pampatan tetap 5,81%. Nilai pampatan tetap terendah diperoleh pada perlakuan A₁B₁, dengan nilai pampatan tetap 5,12%. Nilai pampatan tetap karet perapat pada katup tabung LPG terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pampatan tetap karet perapat pada katup tabung LPG.

Hasil uji pampatan tetap untuk semua perlakuan memenuhi SNI karet perapat pada katup tabung LPG (SNI 7655:2010 syarat mutu untuk parameter pampatan tetap maksimum 10%). Interaksi pasir kuarsa dengan semakin kecilnya ukuran partikel yang digunakan dengan jumlah berat yang sama yaitu perlakuan A₁B₁ yaitu 5,12% terhadap perlakuan A₂B₁ yaitu 5,81%, akan meningkatkan nilai pampatan tetap pada barang jadi karet. Ukuran partikel yang kecil dapat menyebabkan bahan akan lebih transparan karena partikel-partikel polimer dari pelapis akan lebih rapat, sehingga tidak ada ruang untuk ditempati partikel lain (Budianto, 2008). Hal ini dikarenakan ukuran partikel menentukan luas permukaan total, semakin kecil ukuran partikel dengan jumlah bahan pengisi yang sama, semakin besar luas permukaannya, sehingga akan meningkatkan nilai pampatan tetap dari barang jadi karet yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Penambahan pasir kuarsa 50 phr, 55 phr dan 60 phr yang di kombinasikan dengan ukuran partikel 100 mesh dan 400 mesh menghasilkan sifat mekanik karet perapat pada katup tabung LPG semakin baik yaitu kekerasan 54-56 shore A, tegangan putus 14,5-17,6 kg/cm², perpanjangan putus 570-610% dan pampatan tetap 5,12-5,81%.

Nilai hasil uji barang jadi karet yang dihasilkan memenuhi persyaratan SNI

7655:2010 karet perapat pada katup tabung LPG pada perlakuan 1 sampai perlakuan 6 untuk parameter tegangan putus, perpanjangan putus dan pampatan tetap, sedangkan parameter kekerasan pada perlakuan 2 sampai perlakuan 6.

Hasil uji yang baik terdapat pada perlakuan A₂B₁ yaitu kekerasan 56 Shore A, tegangan putus 17,6 MPa, perpanjangan putus 590% dan pampatan tetap 5,81%.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang umur pakai karet perapat pada katup tabung LPG dengan bahan pengisi dari pasir kuarsa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ka. Baristand Industri Palembang dan kepada tim pelaksana penelitian, reviewer dan editor jurnal atas masukan yang telah diberikan untuk penyempurnaan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergmann, C.P. and Goncalves, M.R.F. (2006). Thermal Insulator Made with Cordisrite: production and Correlation between Properties and Microstructure. *Contruction and Building Materials*. No 21. Page 632-638.
- Budianto, E., Nizardo, N.M., Utari, T. (2008). Pengaruh Teknik Polimerisasi Emulsi terhadap Ukuran Partikel Kopoli Stirena/Butil Akrilat/ Metil Metakrilat). *Makara, Sains*, 12(1), 15-22.
- Della, V.P., Kuhn., and Hotza, D. (2002). Rice Husk Ash an Alternate Source for Active Silica Production. *Materials Letters*. Vol 57. Page 818-821.
- Emaputra, A. (2015). Identifikasi SNI Wajib pada Berbagai Bidang Industri di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*. UGM.
- Email., I.W., Sani., N.A., Abdulsalam., A.K., Abdullahi U.A. (2013). Extraction and Quantification of Silicon from Silica Sand Ontained from Zauma River, Zamfara State, Nigeria. *European Scientific Journal* 9(15), 160-167.
- Fairus, S., Haryono., M.H Sugito dan Agus, S. (2009). Proses Pembuatan Waterglass dari Pasir Silika dengan Pelebur Natrium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* 8(2):56-62.
- Hadi, S. Munasir dan Triwikantoro. (2010). *Sintesis Silika Berbasis Pasir Alam Bancar menggunakan Metode Kopersipitasi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Harsono. (2010). Penurunan fungsi seal karet adalah penyebab utama kebocoran tabung gas LPG. <http://www.kompasiana.com>. Diakses tanggal 17 November 2016.
- Herjanto, E. (2011). Pemberlakuan SNI Secara Wajib di sektor industri: Efektifitas dan Berbagai Aspek Dalam Penerapannya. *Jurnal Riset Industri*. 5(2), 121-130.
- Marlina, P dan Rahmaniar, (2012). Penggunaan Bahan Pengisi Nanokomposit Silika Karbida pada Pembuatan Kompon Ban Dalam Kendaraan Bermotor Roda Dua. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol. 23 No. 2.
- Ngatijo. (2013). Sintesis Silika Termodifikasi Amin dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Tembaga (II). *Prosiding Semirata*. Lampung Universitas Lampung
- Nuyah dan Marlina P. (2015). Penggunaan Limbah Karet Padat sebagai Bahan Baku dalam Pembuatan Kompon Tegel Karet. *Prosiding Workshop Hasil Litbang Unggulan*.
- Rahmaniar., Rejo, A., Priyanto., G., Hamzah B. (2015). Karakterisasi Kompon Karet dengan Menggunakan Ekstrak Kayu Secang, Pasir Kuarsa dan Kulit Kerang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(3);227-238.
- Rhodes, M.J. (1990). *Principles of powder Metallurgy*. Edisi Pertama. United Kingdom. University of Bradford.
- Sartika D. (2012). Analisis konsekuensi dispersi gas, kebakaran, dan ledakan akibat kebocoran tabung LPG 12 kg di Kelurahan Manggarai selatan tahun 2012 dengan menggunakan *breeze incident analyst software*. Universitas Indonesia.
- Siswanto, Hamzah M, Mahendra A, fausiah. (2012). Perekayasa nanosilika berbahan baku silika lokal sebagai filler kompon karet rubber air bag peluncur kapal dari galangan. *Prosiding InsINas*. Jakarta 20-30 Nopember 2012.
- Smallman, R.E, and Bishop, R.J. (2000). *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Edisi keenam. Terjemahan Sriati Djaprie. Erlangga . Jakarta.

- Standar Nasional Indonesia. (2010). Karet perapat (*rubber seal*) pada katup tabung LPG. SNI7655:2010.
- Stern, H.J. (1967). *Rubber Natural and Synthetic*, Second edition. New York. Palmerton Publhing Corp
- Sulastri, S dan Kristianingrum, S. (2010). Berbagai Macam Senyawa Silika Sintetis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sulistiyono., E., Sumantri, S dan Djusman, S. (2004). *Kajian Proses Pembentukan Silika dan Pengendapan Silika*. Pusat Penelitian Metalurgi. 397-402.
- Sumarno, Novarita, T.P, Januarty, M, Yuniarti, Y. (2015). Pemurnian pasir silika dengan metode Laching Asam dan Nantuan Sonikasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Yogyakarta.
- Sunarya, S. (2008). Analisis Kimia Sepuluh Jenis Bambu dari Jawa Timur . *Jurnal Penelitian Hasil Pertanian*. No 5 hal 290-293.
- Van, V and Lawrench, H. (1992). *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu logam dan non logam)*. Edisi kelima. Alih Bahasa. Sriati Djaprie. Erlangga. Jakarta.
- Wahyudi, T. (2005). *Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Bogor. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Wijaya,R.A. (2015). Karet Seal Buruk Elpiji Meledak. <http://www.gresnews.com/berita/ekonomi/111127-karet-seal-buruk-elpiji-meleduk/0>. Diakses tanggal 18 November 2016.
- Zuhra C. F. (2006). *Karet*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara