

OPTIMASI KONSENTRASI EKSTRAK KAYU SECANG DAN CAMPURAN PASIR KUARSA DENGAN KULIT KERANG YANG DIGUNAKAN PADA PEMBUATAN KOMPON KARET

The Concentration Optimization of the Sappan Wood Extract and the Mixture of Quartz Sand and Clamshell Used the Rubber Compounding Production

Rahmaniar, Amin Rejo, Gatot Priyanto, Basuni Hamzah

Program Doktor Bidang Kajian Utama Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Sriwijaya, Jl. Padang Selasa No. 524 Palembang 30139
Email: rahmaniar_ee@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang yang optimum. Metode *Respon Surface Methodology* (RSM) digunakan untuk mengoptimalkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap mutu kompon karet. Dua faktor yang diteliti terdiri dari konsentrasi ekstrak kayu secang (8, 9 dan 10 phr) dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang (63:37, 73:27 dan 83:17). Parameter yang diamati adalah kekerasan, tegangan putus dan perpanjangan putus. Hasil penelitian menunjukkan kekerasan yang optimum dicapai pada kombinasi perlakuan ekstrak kayu secang dan campuran silika pasir kuarsa dan kulit kerang 8,55phr dan 77,7:22,3. Tegangan putus yang optimum dicapai pada kombinasi perlakuan ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 8,48 phr dan 60,3:39,7, sedangkan parameter perpanjangan putus yang optimum dicapai pada kombinasi perlakuan ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 9,55 phr dan 70,65:29,35, sehingga kondisi optimum penggunaan konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang pada pembuatan kompon karet berdasarkan ke tiga parameter tersebut dicapai dengan proporsi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang optimum 8,48-9,55 phr dan 60:39,7; 77,7:22,3 phr.

Kata kunci: Optimasi, metode permukaan respon, ekstrak kayu secang, pasir kuarsa, kulit kerang

ABSTRACT

This study aimed to obtain the optimum concentration of Sappan Wood Extract, Quartz Sand and Clamshell mixture. For this purpose, Response Surface Methodology (RSM) was used to optimize the factors which influenced the quality of rubber compound. There were two factors to be observed in this study. They were the concentration of Sappan wood Extract (8 phr, 9 phr and 10 phr) and the mixture Quartz Sand and Clamshell (63:37, 73:27 and 83:17). The observed parameters were the hardness, the tensile strength and the elongation at break. The results of the study showed that the optimum hardness was reached at the treatment combination of 8.55 phr for the Sappan Wood Extract and 77.7:22.3 for the mixture of Quartz Sand and Clamshell mixture. Furthermore, the optimum tensile strength was obtained at the treatment combination of 8.48 phr for the Sappan Wood Extract and 60.3:39.7 for the mixture of quartz sand and seashell. Finally, the optimum elongation at break was reached at the treatment combination of 9.55 phr for the sappan wood extract and 70.65:29.35 for the mixture of of quartz sand and clamshell. Based on these three parameters, the optimum usage of sappan wood extract, quartz sand and clamshell mixture in the making of rubber compound was reached in the proportion of 8.48 phr–9.55 phr for the sappan wood extract, and 60:39.7; 77.7:22.3 for the mixture of quartz sand and clamshell.

Keywords: Optimization, response surface methodology, sappan wood extract, quartz sand and clamshell

PENDAHULUAN

Karet merupakan polimer tinggi dan mempunyai komposisi kimia yang berbeda dan memungkinkan untuk diubah menjadi bahan-bahan yang bersifat elastis. Namun, bahan-bahan itu berbeda sifat bahan dasarnya misalnya, kekuatan tensil, daya ulur maksimum, daya lentur dan terutama pada proses pengolahannya sebagai barang jadi. Menurut Alfa (2005), kualitas barang jadi karet sangat ditentukan oleh bahan baku dan bahan-bahan tambahan yang digunakan serta teknologi cara pembuatannya. Barang jadi karet dihasilkan dari kompon karet yang merupakan komposit antara karet alam, karet sintetis dengan bahan-bahan kimia yang ditentukan komposisinya dan pencampurannya dilakukan dengan cara penggilingan.

Karet terdiri dari karet alam dan karet sintetis, karet alam tersusun dari hidrokarbon karet dan senyawa non-karet. Salah satu senyawa non-karet adalah protein. Senyawa non-karet lain adalah karbohidrat, lipid, karoten, glikolipid, mineral, enzim, fosfolipid dan berbagai bahan lain. Karet alam berasal dari tumbuhan *Hevea brasiliensis* yang merupakan polimer alam dengan monomer isoprena. Polimer karet alam terdiri dari 97% polimer cis-1,4-polyisoprene (Ellul, 1994).

Barang jadi karet dihasilkan dari kompon karet yang merupakan komposit antara karet alam dengan bahan-bahan kimia yang mempunyai komposisi tertentu dengan cara pencampuran digiling pada temperatur tertentu, kompon karet dapat dibuat pada mesin giling 2 rol atau pada mesin pencampur tertutup (*Banbury mixer, Internal mixer*) (Alfa, 2005). Kompon karet ditentukan komposisinya dan pencampurannya dilakukan dengan cara penggilingan pada temperatur 70 ± 5 °C (Sayekti, 1999). Salah satu bahan kimia yang digunakan pada pembuatan kompon karet diantaranya adalah antioksidan, pewarna dan bahan pengisi.

Bahan pengisi yang umum dipakai seperti *carbon black* dibuat dari proses *thermal cracking* hidrokarbon dari minyak bumi (Ellis dan Novak, 1978). Pemakaian minyak bumi secara terus-menerus menyebabkan penipisan cadangan minyak bumi di Indonesia, sehingga keterbatasan minyak bumi dan adanya efek emisi karbondioksida yang timbul dalam proses pembuatan kompon karet dari bahan turunan minyak bumi (Syarkawi dan Aziz, 2003), oleh karena itu perlu adanya alternatif penggunaan bahan-bahan dari unsur non minyak bumi, yang dapat diperbarui berasal dari bahan nabati. Indonesia kaya akan sumber daya alam diantaranya kayu secang, silika pasir kuarsa dan kulit kerang. Hal ini dikarenakan, pasir kuarsa mengandung senyawa makro SiO_2 merupakan bahan pengisi penguat yang menjadikan barang jadi karet yang bersifat elastis, sedangkan kulit kerang mengandung senyawa makro CaCO_3 merupakan bahan pengisi bukan penguat yang hanya menambah volume saja.

Kayu secang menghasilkan pigmen tanin (Lemmens, 1992), tanin memiliki sifat larut dalam air dan alkohol karena tanin banyak mengandung fenol yang memiliki gugus OH, yang dapat mengikat logam berat (Carter dkk., 1978), gugus tanin yang terdapat diekstrak secang mengakibatkan adanya fungsi ekstrak secang sebagai antioksidan, aktivitas antioksidan bergantung pada jumlah gugus -OH (Kresnawaty dan Zainuddin, 2009). Kayu secang berpotensi sebagai antioksidan yang dapat mencegah pembentukan radikal bebas dan meredam radikal bebas (Safitri, 2002). Senyawa antioksidan dari bahan alam mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan sintetis, dikarenakan mengandung residu yang lebih terdegradasi secara alami, senyawa antioksidan dari bahan alam umumnya diperoleh dari tumbuh-tumbuhan, salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai antioksidan adalah secang (Wijayakusuma dkk., 1996). Pada pembuatan kompon karet dengan menggunakan ekstrak kayu secang dan bahan pengisi dari kulit kerang mengandung 89,91% kalsium karbonat (Dharma, 1988) dan pasir kuarsa mengandung senyawa 97,13% SiO_2 , (Grob, 1977), yang akan meningkatkan kualitas dari kompon karet, dengan melihat potensi yang ada maka perlu adanya penelitian untuk mengkaji lebih lanjut mengenai optimasi penggunaan ekstrak kayu secang dan bahan pengisi dari kulit kerang dan pasir kuarsa dalam pembuatan kompon kompon karet menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). RSM adalah kumpulan dari teknik statistik dan matematik yang sangat berguna untuk pengembangan, perbaikan dan optimasi proses (Myers dan Mountgomery, 1995). Ide dasar metode ini adalah memanfaatkan desain eksperimen berbantuan statistika untuk mencari nilai optimal dari suatu respon. Metode ini pertama kali diajukan sejak tahun 1951 dan sampai saat ini telah banyak dimanfaatkan baik dalam dunia penelitian maupun aplikasi industri. Misalnya, dengan menyusun suatu model matematika, peneliti dapat mengetahui nilai variabel-variabel independen yang menyebabkan nilai variabel respon menjadi optimal (Nuryanti dan Salimy, 2008), dengan metode ini diharapkan akan menghasilkan formulasi optimum dari penggunaan ekstrak kayu secang dan bahan pengisi dari kulit kerang dan pasir kuarsa dalam menghasilkan kompon karet dengan sifat yang elastis.

Optimasi merupakan pendekatan normatif untuk mengidentifikasi penyelesaian terbaik dalam pengambilan keputusan suatu permasalahan, Unsur penting dalam permasalahan adalah fungsi tujuan yang dipengaruhi oleh sejumlah variabel, baik variabel bebas, maupun variabel yang saling bergantung. Secara umum, proses optimasi merupakan langkah meminimalisasi biaya atau penggunaan bahan baku dan memaksimalkan hasil atau efisiensi proses produksi (Box dan Draper, 1987). Tujuan penelitian untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang optimum.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Baristand Industri Palembang dan Laboratorium Inkaba Bandung. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu secang, kulit kerang, pasir kuarsa, karet Rubber Smoke Sheet (RSS), Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM), methanol, HCl 2 M, HCl 6 M, NaOH 3M, Polysar, paraffinic oil, ZnO, SA, Coumarone Resin, N-Cyclohexyl-2benzothiazyl sulfenamide (CBS), Dibenzothiazyl disulfide (MBTS), Butyl Hidroxy Toluene (BHT), Sulfur, Titanium dan bahan kimia untuk analisis komponen karet.

Peralatan

Peralatan yang digunakan seperangkat alat ekstraksi, Furnace, kertas saring, corong kaca, gelas kimia, pisau, blender, ayakan 100 mesh, timbangan (Metler P1210), open mill L 40 cm D18 cm kapasitas 1 Kg, cutting scraft besar, alat press, cetakan sheet, autoclave dan gunting, Rheometer, Hardness Tester, Tensometer, DIN Abrader, Oven dan timbangan.

Prosedur Pembuatan Kompon Karet

Pembuatan komponen karet dilakukan dengan mencampur bahan-bahan kimia penyusun karet dengan karet alam dan sintetis.

Tahapan Proses Pembuatan Kompon Karet

Penimbangan

Bahan yang diperlukan untuk masing-masing formulasi komponen ditimbang sesuai perlakuan. Jumlah dari setiap komponen dinyatakan dalam jumlah Part Hundred Rubber (PHR) atau berat per seratus karet.

Mixing (pencampuran)

Proses pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (open mill), yang telah dibersihkan. Selanjutnya dilakukan proses sebagai berikut: RSS dimastikasi selama 1 hingga 3 menit, dilanjutkan mastikasi EPDM selama 1 hingga 3 menit, dilanjutkan penambahan penggiat/activator, ZnO dan asam stearat, digiling selama 2 hingga 3 menit. Pencampuran antioksidan dan bahan bantu lain ditambahkan, selama 2 hingga 3 menit digiling. Bahan pengisi (pasir kuarsa dan CaCO₃ sesuai rancangan percobaan), bahan pelunak minyak minarek ditambahkan, digiling selama 3 hingga 8 menit. Accelerator CBS ditambahkan, digiling selama 1 hingga 3

menit, Ekstrak kayu secang ditambahkan (sesuai rancangan percobaan), dipotong setiap sisi sampai 3 kali selama 3 menit, ditambah sulfur dan digiling sampai homogen.

Kompon dikeluarkan dari open mill dan ditentukan ukuran ketebalan 5 cm lembaran komponen dengan menyatel jarak roll pada cetakan sheet, dikeluarkan dan diletakkan diatas plastik transparan dan komponen dipotong disesuaikan dengan ukuran barang jadi yang akan dibuat.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) dan rancangan percobaannya menggunakan Central Composite Design (CCD). CCD merupakan rancangan percobaan memerlukan jumlah unit percobaan lebih banyak dari pada rancangan response surface berorde satu, terdiri dari variasi ekstrak kayu secang dan campuran perbandingan pasir kuarsa dan kulit kerang Menurut Khuri dan Mukhopaddhyay (2010) RSM merupakan suatu metode gabungan anatar teknik matematika dan teknik statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan fungsional antara respon terpilih (y) dengan beberapa variabel bebas yang dinotasikan dengan X₁, X₂ ..., X_n guna mengoptimalkan respon tersebut. Hubungan antara respon y dan variabel bebas x menurut Montgomery (2001) adalah sebagai berikut :

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + \epsilon \quad (1)$$

dimana :

- y : Variabel respon (kekerasan, tegangan putus dan perpanjangan putus)
- X₁, X₂, ..., X_n : Variabel bebas, ekstrak kayu secang (X₁) dan pasir kuarsa (X₂), diambil pasir kuarsa Saja karena pasir kuarsa berkolerasi dengan kulit kerang
- ε : error

Percobaan menggunakan orde 1 sudah dilakukan, selanjutnya pada keadaan mendekati respon, model orde dua atau lebih biasanya diisyaratkan untuk mengaporoksimasi respon karena adanya lengkungan (curvature) dalam permukaannya (Nuryanti dan Salimy, 2008) Dalam banyak kasus, model orde 2 dinyatakan dengan:

$$\hat{y} = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \hat{\beta}_i x_i + \sum_{f=1}^k \hat{\beta}_{ii} x_i^2 + \sum_i \sum_j \hat{\beta}_{ij} x_i x_j, i < j \quad (2)$$

Selanjutnya untuk memperoleh titik stasioner, model orde 2 diturunkan secara parsial. Titik stasioner yang diperoleh kemudian diuji menggunakan karakteristik permukaan respon untuk menentukan jenis titik stasioner apakah maksimum,

minimum atau titik pelana. Level-level eksperimen pada masing-masing variabel independen dikodekan sedemikian hingga level rendah berhubungan dengan -1 dan level tinggi berhubungan dengan 1 untuk mempermudah perhitungan. Desain CCD pada eksperimen tahap II menggunakan dua variabel independen, sehingga nilai rotabilitasnya = $(2^{2/4}) = 1,41$. Oleh karena itu nilai $\pm 1,41$ termasuk nilai yang digunakan untuk pengkodean. Kombinasi percobaan kompon karet untuk perhitungan optimasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi percobaan kompon karet untuk perhitungan optimasi

Faktor terkode		Faktor tidak terkode	
X ₁	X ₂	Ekstrak kayu secang	Silika pasir kuarsa
-1	-1	8	63
1	-1	10	63
-1	1	8	83
1	1	10	83
-1,44	0	7,59	73
1,41	0	10,41	73
0	-1,41	9	58,9
0	1,41	9	87,1
0	0	9	73
0	0	9	73
0	0	9	73
0	0	9	73
0	0	9	73

Parameter

Parameter yang dilakukan untuk pengujian karakteristik fisik kompon karet meliputi: kekerasan (ASTM D 2240-1997), perpanjangan putus (ISO 37, 1994) dan tegangan putus (ISO 37, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kompon Karet

Kompon karet yang digunakan pada penelitian ini, dibuat dari kombinasi ekstrak kayu secang dan campuran bahan pengisi pasir kuarsa dan kulit kerang. Adapun hasil analisa karakteristik kompon karet untuk parameter kekerasan, perpanjangan putus dan tegangan putus yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis karakteristik kompon karet kekerasan, perpanjangan putus dan tegangan putus

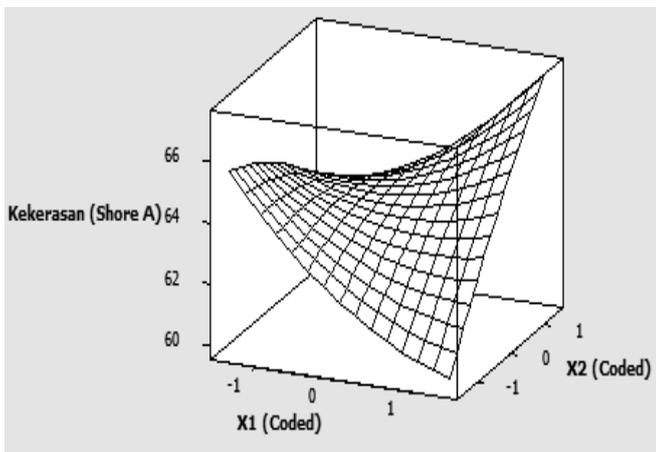
X ₁	X ₂	Kekerasan (Shore A)	Perpanjangan putus (%)	Tegangan putus N/mm ²
8	63	64,05	421,74	31,17
10	63	59,41	341,03	30,14
8	83	64,99	299,19	28,74
10	83	65,40	430,44	28,45
7,59	73	63,50	388,65	31,29
10,41	73	65,44	374,12	30,42
9	58,9	63,41	438,28	31,84
9	87,1	62,92	296,05	24,99
9	73	63,41	381,39	31,84
9	73	63,41	381,39	31,84
9	73	63,41	381,39	31,84
9	73	63,41	381,39	31,84
9	73	63,41	381,39	31,84

Analisis Response Surface Methodology (RSM)

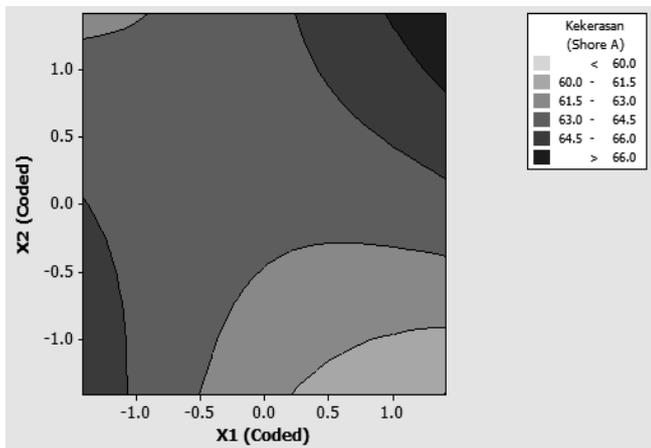
Optimasi terhadap sifat fisik kompon karet kekerasan

Kekerasan kompon karet merupakan besarnya pergerakan jarum skala penunjuk ukuran, akibat besarnya tekanan balik dari vulkanisat karet terhadap jarum penekanan yang melalui suatu mekanisme alat dihubungkan dengan pegas yang akan menggerakkan jarum penunjuk ukuran kekerasan (Maspanger, 2005). Kompon karet sangat dipengaruhi oleh bahan baku, bahan tambahan yang digunakan dan cara teknologi yang digunakan. Pembuatan kompon karet perlu ditambahkan beberapa jenis bahan kimia untuk memperbaiki sifat-sifat jenis kompon yang dihasilkan (Blow, 2001). Penggunaan bahan pengisi dan penguat yang tepat akan meningkatkan sifat fisik karet diantaranya kekerasan dan tegangan putus barang jadi karet (Hofmann, 2000).

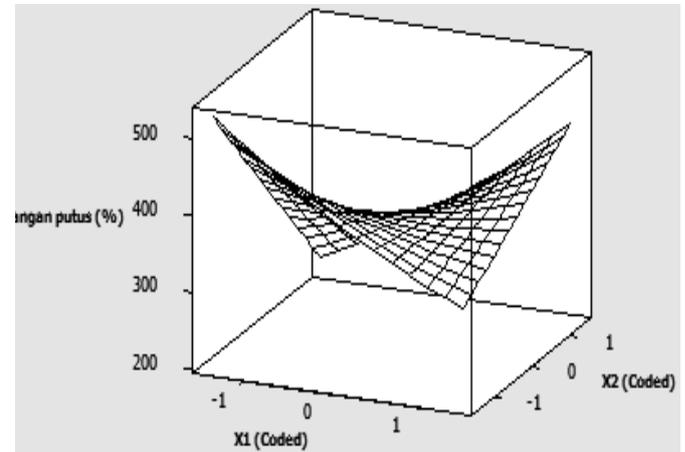
Hasil pengujian sifat fisika terhadap kekerasan cenderung meningkat dapat dilihat pada Gambar 1. *Surface* dan *contour plot* menunjukkan pada kekerasan yang cukup tinggi dikarenakan variasi konsentrasi campuran pasir kuarsa lebih besar ditambahkan dibanding konsentrasi kulit kerang, sehingga nilai kekerasan kompon karet cenderung untuk lebih besar. Hal ini dikarenakan dari hasil penelitian didapat pasir kuarsa yaitu SiO₂: 97,13%. Pasir kuarsa memiliki gugus Si-OH dan Si-O-Si, sesuai dengan pernyataan bahwa pasir kuarsa tersusun dari gugus silanol dan siloksan (Grob, 1977). Senyawa silika merupakan bahan pengisi penguat, sehingga kompon karet yang dihasilkan memperbaiki beberapa sifat fisika dan menekan harga. Berdasarkan kombinasi percobaan kompon karet yang memiliki kekerasan optimum yaitu pada penggunaan variasi ekstrak kayu secang 8,55 phr dan



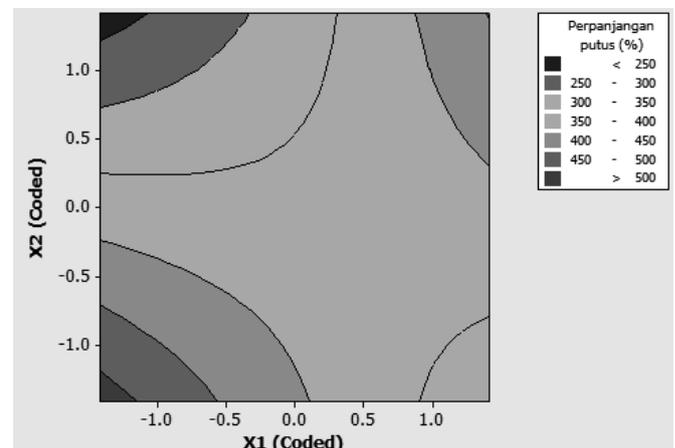
(a)



(b)



(a)



(b)

Gambar 1. *Surface* dan *contour plot* konsentrasi ekstrak kayu secang dan ampunan pasir kuarsa dan kulit kerang terhadap sifat fisik komponen karet kekerasan

campuran silika pasir kuarsa dan kulit kerang 77,7:22,3 phr dengan hasil kekerasan 64 shore A. Hasil uji kekerasan memenuhi syarat mutu komponen bantalan dermaga SNI 06-3568-2006 kekerasan 50-80 shore A.

Optimasi terhadap sifat fisik komponen karet perpanjangan putus

Perpanjangan putus merupakan penambahan panjang suatu potongan uji bila diregangkan sampai putus, dinyatakan dengan persen (%) dari panjang potongan uji sebelum diregangkan. Pengujian perpanjangan putus (*elongation at break*) bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat tegangan dan regangan dari karet vulkanisat dan termoplastik termasuk penentuan *yield point* melalui kekuatan dan pertambahan panjang vulkanisat karet ketika mengalami penarikan sampai perpanjangan tertentu dan sampai putus.

Perpanjangan putus yang dihasilkan semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi pasir kuarsa dan ekstraksi kayu secang, sedangkan kulit kerang yang ditambahkan

Gambar 2. *Surface* dan *contour plot* konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang terhadap sifat fisik komponen karet perpanjangan putus

menurun. Hal ini dikarenakan bahan pengisi pasir kuarsa tidak bercampur secara homogen, sehingga mengakibatkan tidak semua pasir kuarsa dapat berikatan dengan molekul karet, dengan demikian menyebabkan vulkanisat mudah putus apabila ditarik dan mengakibatkan penurunan elastisitas (Herminiwati dan Nurhajati, 2005; Ramadhan dan Fathurrohman, 2012). Disamping itu kemungkinan terjadinya aglomerasi agregat akibat tidak semua pasir kuarsa yang dapat berikatan dengan molekul karet.

Berdasarkan Gambar 2, *surface* dan *countour plot* kombinasi percobaan komponen karet yang memiliki perpanjangan putus optimum yaitu pada penggunaan variasi ekstrak kayu secang 9,55 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 70,65:29,35 phr dengan hasil perpanjangan putus 460%. Hasil uji perpanjangan putus memenuhi syarat mutu komponen bantalan dermaga SNI 06-3568-2006 perpanjangan putus min 300%.

Optimasi terhadap sifat fisik kompon karet tegangan putus

Tegangan putus merupakan besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai putus, jika nilai tegangan putus makin besar menunjukkan kompon karet makin elastis (Basseri, 2005), dengan pengujian ini dapat ditetapkan waktu vulkanisasi optimum suatu kompon dan pengaruh pengusangan pada waktu vulkanisasi. Vulkanisasi merupakan suatu proses pembentukan jaringan tiga dimensi pada struktur molekul karet sehingga karet berubah sifat dan thermoplastik menjadi stabil terhadap panas dengan perbaikan pada sifat-sifat elastisitasnya. Pasir kursor semakin besar mengakibatkan adanya gaya tarik pada vulkanisat, maka tegangan putus semakin besar, hal ini dikarenakan proses vulkanisasi berjalan dengan baik sehingga ikatan silang yang dihasilkan akan meningkatkan sifat fisik dari kompon karet.

Berdasarkan Gambar 3, *surface* dan *countour* plot kombinasi percobaan kompon karet yang memiliki tegangan putus optimum yaitu pada penggunaan variasi ekstrak kayu

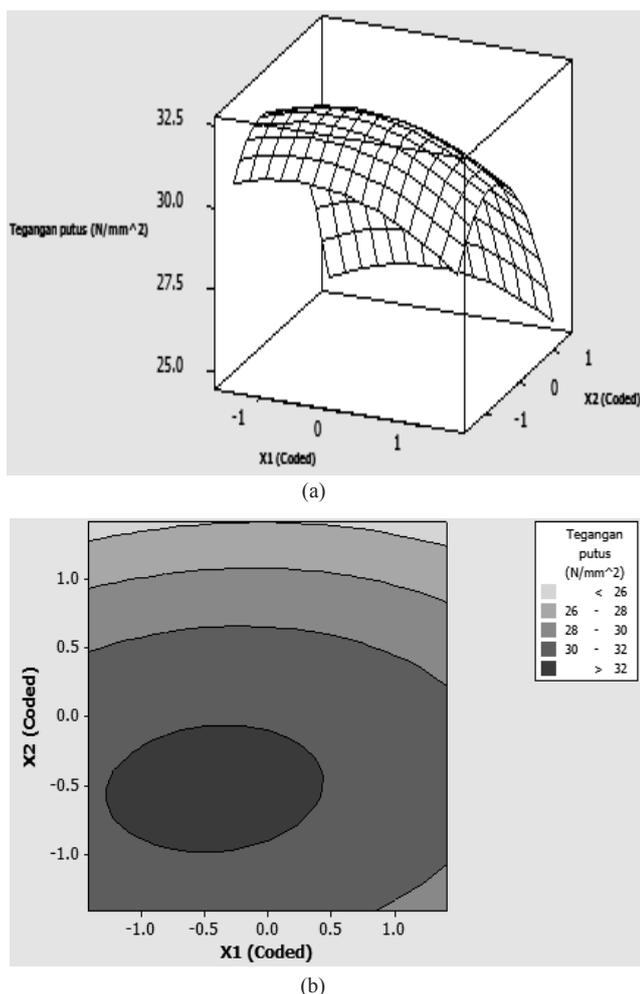
secang 8,48 phr dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 60,3:39,7 phr dengan hasil tegangan putus 31 N/mm². Hasil uji tegangan putus memenuhi syarat mutu kompon bantalan dermaga SNI 06-3568-2006 tegangan putus min 15 N/mm².

KESIMPULAN

Kekerasan yang optimum dicapai pada kombinasi perlakuan ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 8,55 phr dan 77,7:22,3. Tegangan putus yang optimum dicapai pada kombinasi perlakuan ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 8,48 phr dan 60,3:39,7, sedangkan parameter perpanjangan putus yang optimum dicapai pada kombinasi perlakuan ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang 9,55 phr dan 70,65:29,35, sehingga kondisi optimum penggunaan konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang pada pembuatan kompon karet berdasarkan ke tiga parameter tersebut dicapai dengan proporsi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang optimum 8,48-9,55 phr dan 60:39,7; 77,7:22,3 phr.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, A.A. (2005). *Bahan Kimia untuk Kompon Karet*. Teknologi Barang Jadi Karet Padat. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor, Bogor.
- ASTM D. 2240-1997. *Standard Test Method for Rubber Property Durometer Hardness*.
- Basseri, A. (2005). *Teori Praktek Barang Jadi Karet*. Balai Penelitian dan Teknologi Karet. Bogor, Bogor.
- Blow, C.M. (2001). *Rubber Technology and Manufacture*. Second Edition. Butterworth Scientifics, London.
- Box, G.E.P. dan Draper, N.R. (1987). *Empirical Model Building and Response Surfaces*, John Wiley and Sons, New York.
- Carter, F.L., Carlo, A.M. dan Stanly, J.B. (1978). Termiticidal components of wood extracts: 7-Methyjuglone from Diospyros Virginia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **26**(4): 869-873.
- Dharma, B. (1988). *Siput dan Kerang Indonesia*. Penerbit Erlangga.
- Ellis, K.W. dan Novak, Z.T. (1978). Modern carbon black. *Proceeding Natural Rubber Technology Seminar*, 95-110.
- Ellul, M.D. dan Hazelton, D.R. (1994). Chemical surface treatments of natural rubber and epdm thermoplastic



Gambar 3. *Surface* dan *countour* plot konsentrasi ekstrak kayu secang dan campuran pasir kuarsa dan kulit kerang terhadap sifat fisik kompon karet tegangan putus

- elastomers: effect on friction and adhesion. *Rubber Chemistry and Technology* **67**: 585-601.
- Grob, R.L. (1977). *Modern Practice of Gas Chromatography*. John Wiley, New York.
- Hermiwati dan Nurhajati, D.W. (2005). Pemanfaatan arang aktif sekam padi sebagai bahan pengisi keset karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik* **21**(1): 22-28.
- Hofmann, W. (2000). *Rubber Technology Handbook*. Hanser Publisher, Munich, Vienne, New York.
- ISO 37 (1994). *Rubber Vulcanized or Thermoplastic*. Determination at tensile stress strain properties.
- Khuri, A.I. dan Mukhopadhyay, S. (2010). *Response Surfaces Methodology*. Vol. 2. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Kresnawaty, I. dan Zainuddin, A. (2009). Aktivitas antioksidan dan antibakteri dari derivat metil ekstrak etanol daun gambir (*Uncaria gambir*), *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Industri* **15**(4): 145-151.
- Lemmens, R.H. (1992). *Dye and Tannin Producing Plants. Plants Resources of East Asia.*, Pudoc DLO, Wageningen Nederland.
- Maspanger, D.R. (2005). *Sifat Fisik Karet. Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor, Bogor.
- Montgomery, D.C. (2001). *Design and Analysis of Experiment*. Fifth Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Myers, H. dan Montgomery, D.C. (1995). *Response Surface Methodology*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Nuryanti dan Salimy, D.H. (2008). Metode permukaan respon dan aplikasinya pada optimasi eksperimen kimia. *Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir*: 373-391.
- Ramadhan, A. dan Fathurrohman, M.I. (2012). Pengaruh asam stearate terhadap karakteristik pematangan, sifat mekanik dan swelling vulkanisat karet alam dengan bahan pengisi organoclay. *Jurnal Sains Materi Indonesia* **14**(2): 108-113.
- Safitri, R. (2002). *Karakterisasi sifat antioksidan invitro beberapa senyawa yang terkandung dalam tumbuhan secang (Caesalpinia sappan L)*. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Pedjajaran, Bandung.
- Sayekti (1999). *Teknologi Pembuatan Barang Karet Secara Umum*. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Yogyakarta.
- Syarkawi, S.S. dan Aziz, Y. (2003). Ground rice husk as filler in rubber compounding. *Jurnal Teknologi* **39**(A):135-148.
- Wijayakusuma, H.M.H., Dalimartha, S. dan Wirian, A.S. (1996). *Tanaman Berkhasiat obat di Indonesia*. Jilid IV. Pustaka Kartini, Jakarta.