

# OPTIMASI SIFAT PERPANJANGAN PUTUS DAN PRI (*Plasticity Retention Index*) DALAM PRODUKSI KARET SHEET DENGAN KOAGULAN ASAP CAIR

*Optimization of Elongation at Break and PRI (Plasticity Retention Index) Properties on Production on Sheet Rubber Production Utilizing Liquid Smokes as Coagulant*

Yudi Pranoto<sup>1</sup>, Purnama Darmadji<sup>1</sup> dan Suhardi<sup>1</sup>

*Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan  
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada*

## ABSTRACT

Optimization of sheet (RSS) production using liquid smokes as coagulant was performed by *Response Surface Methodology (RSM)* for evaluating sheet physical properties resulted. This study was carried out to find optimum conditions of elongation at break and PRI of sheet, and compare optimum sheets to RSS I sampling from the company.

Research used RSM method conducted by three factors of *Box-Behnken* design. Three factors were investigated on liquid smokes are concentration of liquid smokes ( $X_1$ ) 3.33 %, 5 %, and 10 %; quantity ( $X_2$ ) 90 ml, 120 ml, and 150 ml; coagulation time ( $X_3$ ) 2, 4, and 6 hours. Responses ( $Y$ ) are physical properties tested. Latex volume of experiment 12.000 ml of dry rubber content (DRC) 13 %. Processing was done in PTPN IX Batujamus Plantation, and drying without smoking was done by cabinet dryer for 66 hours.

Data analysis by mathematic and statistic resulted optimum condition for elongation at break on liquid smokes concentration 4.45 % quantity 120.12 ml, and coagulation time 4,12 hours, gave prediction value 149.71 mm and experiment value 155.38 mm. Optimum condition for PRI on liquid smokes concentration 3.75 % quantity 145,2 ml and coagulation time 3.17 hours, resulted prediction value 64.19 and experiment value 71.39. By compared optimum sheet to RSS I sampling, showed that sheet produced by liquid smokes of optimum condition similar to RSS sampling of elongation at break and *Plasticity Retention Index (PRI)*.

**Keywords:** *liquid smokes – elongation at break – PRI – sheet – coagulant – RSM (Response Surface Methodology)*

## PENGANTAR

Indonesia merupakan negara produsen karet terbesar kedua di dunia setelah Thailand, dan tidak berlebihan apabila karet merupakan salah satu komoditi andalan untuk menghasilkan devisa negara setelah

1) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

minyak bumi, kayu, tekstil, dan pariwisata (Lukito dan Raras, 1998). Masalah perkaretan yang umum di Indonesia khususnya sheet adalah rendahnya produktivitas, mutu yang kurang konsisten memenuhi persyaratan internasional mengingat 76 % penghasil karet di Indonesia adalah dari perkebunan rakyat, dan biaya produksi relatif tinggi (Anonim, 1996).

Lateks adalah sebuah getah yang dikeluarkan oleh pohon karet (*Hevea brasiliences L.*), yang berupa larutan koloid dengan partikel karet dan bukan karet tersuspensi dalam suatu media. Partikel karet alam dalam lateks terselubungi oleh suatu lapisan protein, sehingga partikel karet tersebut bermuatan listrik, dan asam-asam amino penyusun protein tersebut adalah ion dipolar. Lateks segar mempunyai pH 6,4 - 6,9 dan bermuatan negatif. Pada pH tertentu muatan listrik lateks tersebut akan hilang yaitu pada titik isoelektrisnya, yang menyebabkan partikel-partikel karet akan menyatu dan menggumpal (koagulasi) (Goutara dkk., 1985). Titik isoelektris lateks dari beberapa peneliti bervariasi tergantung klon karet yang diolah, Hofmann (1989) menyebutkan titik isoelektris lateks pada penerapan koagulasi pH 4,8 - 5,1. Karet alam (*Natural Rubber*) merupakan makromolekul poliisoprene ( $C_5H_8$ )<sub>n</sub> yang tersusun dengan ikatan sangat panjang (Hofmann, 1989).

Sheet adalah produk karet alam berupa lembaran tipis yang telah diasap, bersih dan liat, bebas dari jamur, tidak saling melekat, warnanya jernih, tidak bergelembung udara, dan bebas dari akibat pengolahan kurang sempurna (Setyamidjaja, 1993). Pengolahan sheet dari lateks pada prinsipnya melalui tahapan-tahapan penyaringan, pengenceran, koagulasi, penggilingan, pengasapan, pengeringan, sortasi, dan pengepakan

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan produksi sheet (*Ribbed Smoked Sheet*) pada khususnya untuk menjaga mutu yang konsisten dan mengurangi pencemaran lingkungan dari asap, yaitu dengan menggunakan asap cair pirolisis kayu karet sebagai pengganti asam dan proses pengasapan pada proses pembuatan sheet. Karena selain bersifat asam asap cair juga mempunyai komponen-komponen sebagaimana asap. Asap cair sendiri merupakan suatu campuran larutan dari dispersi koloid asap kayu dalam air, menurut Maga (1987) komposisi asap cair meliputi air 11-92 %, fenol 0,2-2,9 %, asam 2,8-4,5 %, karbonil 2,6-4,6 % dan tar 1,17 %. Darmadji dan Suhardi (1998) telah meneliti penggunaan asap cair kayu karet sebagai koagulan lateks dengan variasi pH dan suhu pengeringan pada pembuatan RSS. Dalam proses tersebut diperoleh RSS sesuai standar RSS I tanpa proses pengasapan dan menggunakan asap cair sebagai pengganti asam format

atau asam asetat. Faktor pendukung penggunaan asap cair yaitu hasil samping pirolisis pembuatan asap cair adalah arang, yang bisa digunakan sebagai *filler* pengganti *carbon black* pada pembuatan kompon. Selain itu kayu karet yang merupakan limbah hasil peremajaan perkebunan karet ketersediaannya selalu ada.

Pada pembekuan lateks untuk proses pembuatan *sheet*, konsentrasi koagulan, jumlah koagulan dan waktu pembekuan mempengaruhi kualitas sheet yang dihasilkan (Anonim, 1992). Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh koagulasi yang optimum untuk sifat perpanjangan putus (*Elongation at break*) dan PRI (*Plasticity Retention Index*) pada proses pembuatan RSS dengan mengkombinasikan faktor konsentrasi asap cair, jumlah asap cair dan waktu pembekuan dengan *Response Surface Methodology*. Selain itu juga membandingkan *sheet* optimum masing-masing dengan sifat yang dimiliki RSS I hasil sampling dari pabrik.

## BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah asap cair dari kayu karet tua kering yang dipirolisis pada suhu 400 °C selama 1,5 jam dan lateks segar klon GT 1 yang berasal dari PT. Perkebunan Nusantara IX (Persero) Kebun Batujamus, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak koagulasi lateks volume 12.000 ml, timbangan monster, gilingan karet, kabinet dryer, Lloyd Instron Universal Testing Machine, reaktor pirolisis, perangkat destilasi, termokopel, erlenmeyer, pipet ukur, gelas ukur, kromameter type Curing-200 merk Minolta, dan planimeter.

Penelitian ini mengambil tempat di PT. Perkebunan Nusantara IX Kebun Batu Jamus, Pabrik Kerjo Arum, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah Laboratorium Rekayasa dan Biokimia PAU Pangan dan Gizi UGM, dan Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, sejak Bulan Agustus 1999 sampai Juli 2000.

Penelitian ini diawali dengan produksi asap cair dengan pirolisis kayu karet kering pada suhu 400 °C, selama 90 menit. Selanjutnya asap cair dan redestilatnya digunakan untuk menggumpalkan lateks kebun dengan KKK teknis 13 % untuk memproduksi RSS (*Ribbed Smoked Sheet*). Faktor yang diteliti meliputi konsentrasi/tingkat pengenceran asap cair, jumlah asap cair, dan waktu koagulasi. Konsentrasi yang digunakan adalah 3,33 %, 5 %, dan 10 % yang merupakan tingkat pengenceran

asap cair 30 x, 20 x, dan 10 x. Jumlah asap cair 90 ml, 120 ml, dan 150 ml, dan lama koagulasi dipelajari 2, 4, dan 6 jam, diterapkan pada bak koagulasi volume lateks 12.000 ml dengan KKK akhir 13 %. Koagulum yang diperoleh digiling, dicuci, ditiriskan dan dikeringkan dalam kabinet *dryer* suhu 50 – 55 °C selama 66 jam. *Sheet* kering yang diperoleh diuji sifat perpanjangan putus dan PRI (*Plasticity retention index*). Setelah diperoleh kondisi optimum, dilakukan eksperimen pada kondisi tersebut. *Sheet* optimum perpanjangan putus dan PRI dibandingkan dengan *sheet* RSS I hasil *sampling* dari pihak PT. Perkenunan Nusantara. *Sheet* optimum juga dilakukan analisis kadar air, kadar abu, dan kadar nitrogen.

Desain percobaan 3 taraf dan 3 faktor dengan 3 ulangan pada titik tengah dirujuk dari *Box-Behnken* dalam Montgomery (1991). Faktor konsentrasi, jumlah koagulan dan waktu koagulasi dikombinasikan untuk memperoleh respon optimum perpanjangan putus dan PRI. Desain percobaan dari 3 faktor dan 3 taraf dalam terkode dan nilai sebenarnya terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Desain tiga variabel Box-Behnken

No	Kons AC (%) $X_1$		Jumlah AC (ml) $X_2$		Waktu (jam) $X_3$		Response Y
1	3,33	-1	90	-1	4	0	
2	3,33	-1	150	1	4	0	
3	10	1	90	-1	4	0	
4	10	1	150	1	4	0	
5	3,33	-1	120	0	2	-1	
6	3,33	-1	120	0	6	1	
7	10	1	120	0	2	-1	
8	10	1	120	0	6	1	
9	5	0	90	-1	2	-1	
10	5	0	90	-1	6	1	
11	5	0	150	1	2	-1	
12	5	0	150	1	6	1	
13	5	0	120	0	4	0	
14	5	0	120	0	4	0	
15	5	0	120	0	4	0	

Data response dari eksperimen yang meliputi perpanjangan putus dan PRI dilakukan fitting ke persamaan polinomial orde dua dengan fasilitas *Software Statistica* (Statsoft. Inc.) untuk mendapatkan nilai koefisien regresi. Model persamaan polinomial orde dua yang digunakan adalah

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + b_9x_2x_3$$

Menentukan respon optimum dan kondisi optimum serta nilai eigen dari ketiga variabel dengan fasilitas *software Matlab* (*The Mathworks Inc.*). Grafik 3 dimensi dan plotting kontour dengan satu faktor konstan menggunakan *software Statistica*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komponen Asap Cair dan Redestilat

Analisis proksimat asap cair yang digunakan mengandung komponen kadar fenol 3,59 %, karbonil 9,30 %, total asam 18,43 %, dan pH 2,29. Analisis GC terhadap asap cair yang diproduksi pada suhu 420,87 °C, waktu 99,60 menit dan kadar air kayu karet 16,55 % meliputi asam asetat 4,15 %, asam propionat 0,45 %, asam benzoat 0,53 %, siringol 0,93 %, dan fenol 0,06 %.

### Optimasi Perpanjangan Putus dan PRI

Data pengujian Pengujian perpanjangan putus dan PRI dengan koagulan asap cair seperti Tabel 2. Optimasi perpanjangan putus diawali dengan melakukan fitting data perpanjangan putus ke persamaan polinomial orde dua, dan persamaannya sebagai berikut

$$Y = 149,60 - 0,66x_1 - 1,34x_2 + 1,33x_3 - 1,10x_1^2 - 4,77x_2^2 - 6,66x_3^2 - 4,21x_1x_2 + 2,41x_1x_3 + 6,07x_2x_3$$

Dengan koefisien korelasi  $R = 0,59$ , kondisi optimum yang diperoleh pada konsentrasi asap cair 4,45 % jumlah 120,12 ml dan waktu koagulasi 4,116 jam, memberikan nilai perpanjangan putus prediksi 149,71 mm.

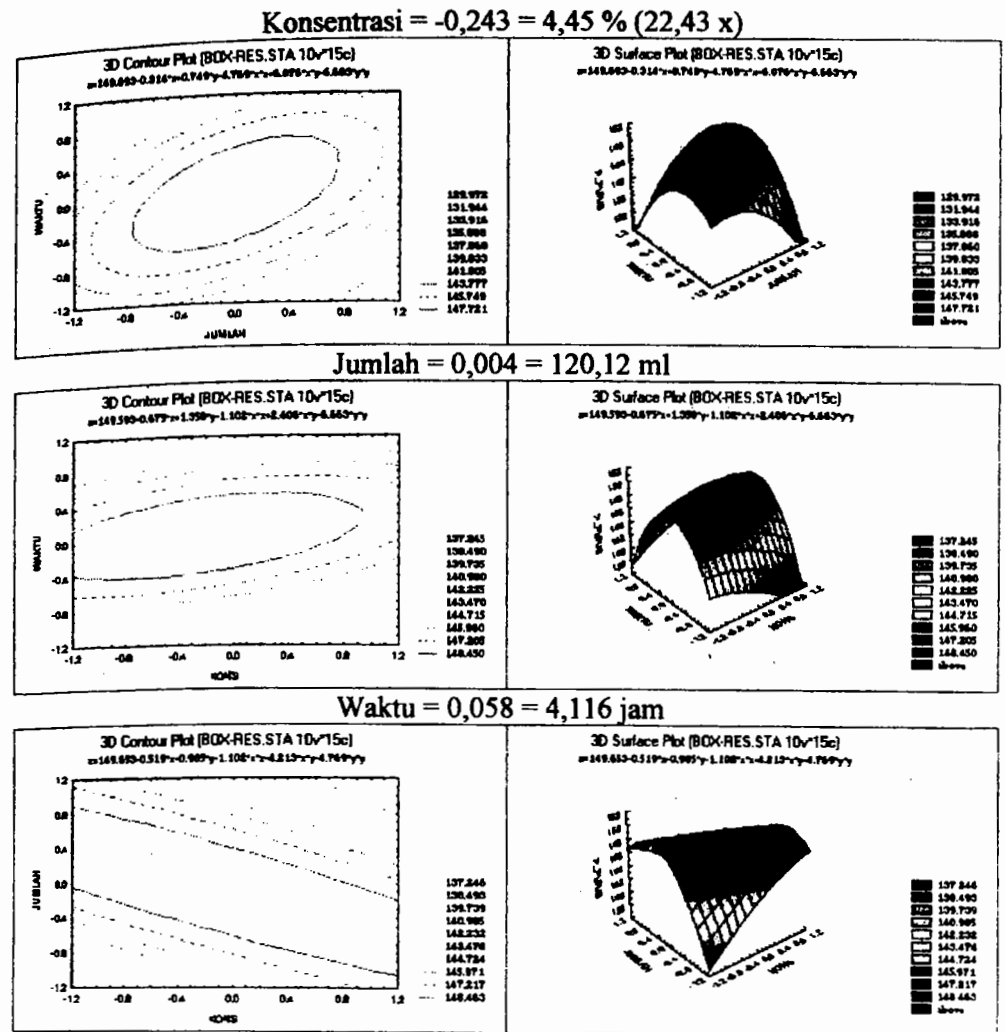
Tabel 2. Data eksperimen perpanjangan putus dan PRI

No	Kons.AC %	Jumlah ml	Waktu jam	PP mm	PRI
1	3,33	90	4	142,65	87,19
2	3,33	150	4	137,56	64,74
3	10	90	4	158,32	56,24
4	10	150	4	136,38	58,96
5	3,33	120	2	156,13	67,14
6	3,33	120	6	137,42	72,61
7	10	120	2	141,43	67,28
8	10	120	6	132,35	47,35
9	5	90	2	130,55	72,89
10	5	90	6	137,62	65,48
11	5	150	2	126,56	69,60
12	5	150	6	157,94	63,59
13	5	120	4	150,43	64,06
14	5	120	4	147,93	62,12
15	5	120	4	150,44	60,38

Analisis kanonis menunjukkan hasil sebagai berikut:

$$Y = 149,71 - 0,14W_1^2 - 2,90W_2^2 - 9,49W_3^2$$

Nilai eigen ditunjukkan negatif semua, maka bisa diketahui bahwa respons yang diperoleh adalah maksimum, sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Pada kondisi optimum tersebut dilakukan pembuktian, dan diperoleh perpanjangan putus sebesar 155,38 mm. *Sampling sheet* dari pabrik yang masuk kualifikasi RSS I mempunyai nilai perpanjangan putus  $153,54 \pm 22,81$  mm, maka baik perpanjangan putus prediksi maupun pembuktian masuk dalam kualifikasi RSS I untuk sifat perpanjangan putusnya. Analisis kimiawi sheet optimum mempunyai kadar air 1,27 %, kadar abu 0,69 %, dan kadar N 0,50 %. Kadar air dan kadar abu tersebut lebih tinggi dari yang diteliti Darmadji dan Suhardi (1998) dan lebih tinggi dengan persyaratan SIR 5, yang mebakukan kadar air 0,80 % dan kadar abu maksimum 0,50 %. Sementara kadar nitrogen lebih rendah dari yang dihasilkan Darmadji dan Suhardi (1998), dan lebih rendah dari standar SIR 5, yang mensyaratkan maksimum 0,60 %.

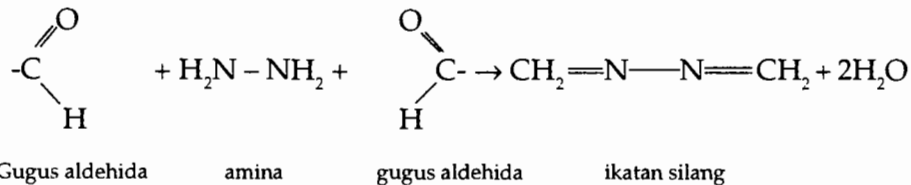


Gambar 1. Grafik kontour dan permukaan perpanjangan putus dengan koagulan asap cair

Nilai perpanjangan putus kondisi optimum tersebut sama dengan yang dihasilkan oleh Herlina (1998) pada pengujian pH 4,5, yaitu diperoleh 151 – 162.

Pengujian perpanjangan putus dengan koagulan asap cair memperlihatkan bahwa faktor jumlah asap cair yang paling berpengaruh nyata. Ini sesuai dengan penelitian Darmadji dan Suhardi (1998), karena

dengan perbedaan jumlah asap cair dalam volume lateks akhir yang sama, berarti berbeda pula tingkat keasamannya (pH). Pada kurva dengan koagulan asap cair, memperlihatkan respon maksimum, baik yang dihubungkan dengan waktu ataupun konsentrasi. Ini dikarenakan pada kenaikan jumlah asap cair awal, pH menuju titik isoelektris yang berarti penggabungan antar partikel lateks terbentuk sementara ikatan silang belum dominan. Dengan kenaikan jumlah asap cair lagi, setelah melewati titik isoelektris, semua partikel karet sudah tergumpalkan, sementara jumlah senyawa aldehida dalam asap cair banyak, sehingga memacu ikatan silang pada rantai poliisoprene karet dengan adanya gugus amina, mengakibatkan karet semakin keras. Othman (1979) menduga reaksi terbentuknya ikatan silang sebagai berikut:



*Plasticity Retention Index (PRI)*, menggambarkan ketahanan karet terhadap oksidasi, atau pengaruh suhu tinggi. Nilai PRI juga menunjukkan besarnya persentasi plastisitas karet alam terdegradasi dari oksidasi pada suhu tinggi. Nilai PRI diperoleh dari membandingkan plastisitas setelah pengusangan ( $P_i$ ) dengan plastisitas awal ( $P_o$ ). Edison (1993) menyebutkan bahwa besarnya nilai PRI karet dipengaruhi oleh :

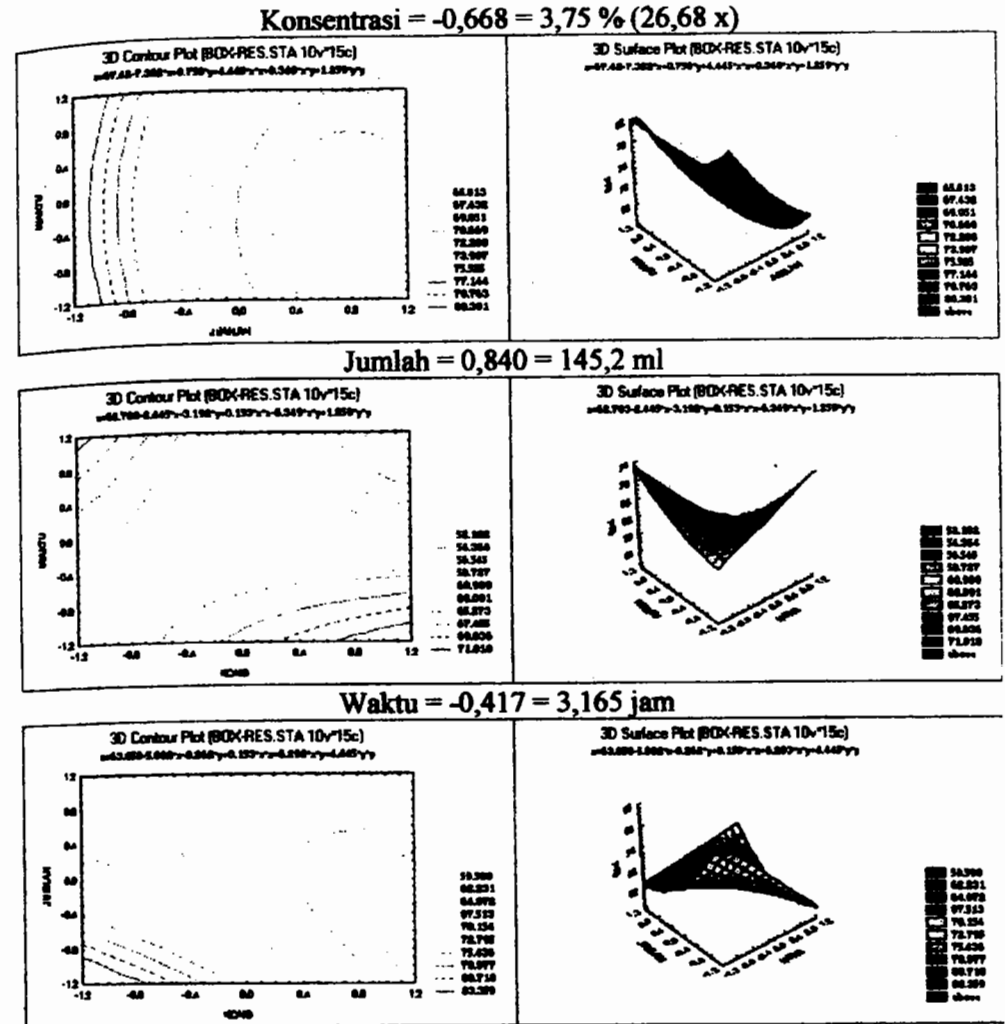
- 1) Kandungan antioksidan alami seperti fosfolipida, asam amino, tokotrienol dan betain,
- 2) Kandungan prooksidan (katalis) seperti ion logam Cu, Fe, dan Mn.
- 3) Kandungan enzim pengoksidase seperti tyronase, dan fosfolipase.

Data eksperimen PRI setelah dilakukan fitting, diperoleh persamaan polinomialnya sebagai berikut

$$Y = 62,18 - 7,73x_1 - 3,17x_2 - 3,48x_3 + 0,15x_1^2 + 4,44x_2^2 + 1,26x_3^2 + 6,29x_1x_2 - 6,35x_1x_3 + 0,35x_2x_3$$

Dengan nilai R sebesar 0,98 kondisi optimum PRI dengan koagulan asap cair pada konsentrasi 3,75 %, jumlah 145,2 ml, dan lama koagulasi 3,165 jam, menghasilkan PRI prediksi sebesar 64,19. Persamaan kanonisnya adalah  $Y = 64,19 + 6,53W_1^2 + 2,71W_2^2 - 3,38W_3^2$

Nilai eigen adalah campuran, berarti responsnya berbentuk *saddle*, seperti terlihat dalam Gambar 2.



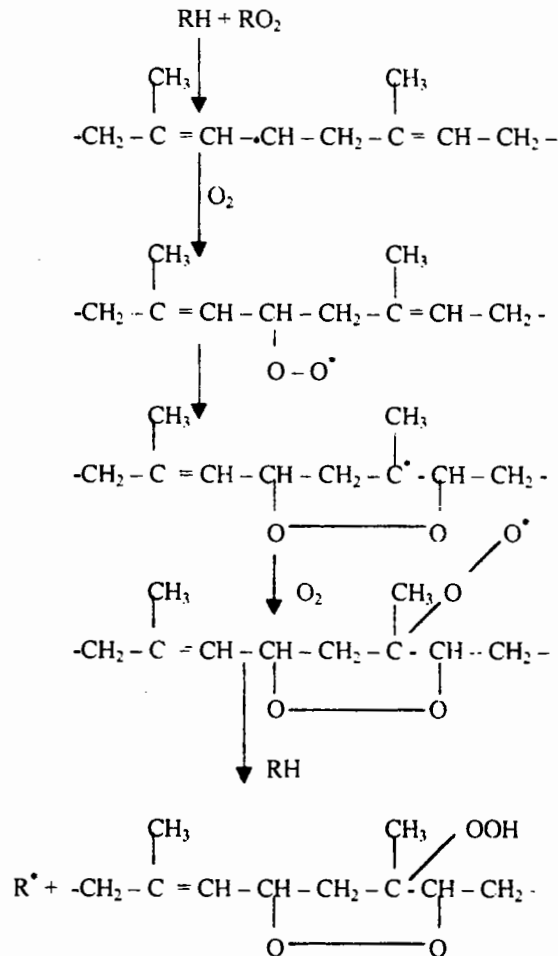
Gambar 2. Grafik Kontour dan surface PRI dengan koagulan asap cair

Pengujian pada kondisi optimum menghasilkan PRI sebesar 71,39. Sampling sheet RSS I dari pabrik mempunyai PRI  $74,53 \pm 17,24$  yang berarti kedua PRI optimum baik dari prediksi maupun eksperimen masuk dalam kualifikasi RSS I.

Asap cair mengandung komponen fenol, yang mempunyai sifat antioksidan di dalam sheet. Waluyono (1976) meneliti, untuk meningkatkan nilai PRI, dengan cara meredam koagulum dalam larutan pyrogallol dan quinol, dapat meningkatkan PRI. Karet yang diolah oleh rakyat mempunyai PRI lebih rendah, rata-rata dibawah 50. Sedangkan karet yang dihasilkan perusahaan bisa menghasilkan lebih tinggi, PRI 80 - 100

Besarnya nilai PRI sheet dengan koagulan asap cair setara dengan PRI yang diteliti oleh Herlina (1998) untuk pengujian pH 4,6. Kondisi ini sesuai dengan sampling serum pada pembuktian untuk diketahui pH nya, yaitu 4,6. Di dalam asap cair banyak senyawa selain kelompok asam, fenol ataupun karbonil terikut, yaitu tar, resin, dan kristal benzo-pyren. Komponen itu meningkatkan kadar abu (Draudt, 1963 dalam Darmadji dan Suhardi (1998). Dengan tingginya *impurities* tersebut, akan menurunkan tingkat kemurnian poliisoprene dalam karet, sehingga akan mengganggu pula sifat-sifat fisik karet yang ditunjukkan.

Mekanisme oksidasi poliisoprene, mirip dengan lemak yaitu dipicu oleh adanya oksigen sehingga terjadi proses autokatalitik dimulai pembentukan radikal bebas, selanjutnya terbentuk peroksida aktif. Mekanismenya seperti terlihat pada Gambar 3.



Karena berubahnya struktur rantai poliisoprene ini mengakibatkan berubahnya sifat-sifat fisik-mekanis karet, dalam hal ini plastisitasnya menurun. Dengan adanya senyawa fenol yang ada dalam asap cair maupun redestilat yang mempunyai sifat antioksidan, mampu menghambat reaksi oksidasi. Mekanisme penghambatan oksidasi oleh senyawa fenol yaitu dengan cara menyumbangkan atom hidrogen (H) kepada radikal peroksida, sehingga terbentuk antioksidan radikal yang dapat berfungsi sebagai radikal dan menghentikan rantai kinetika kedua (Cunneen, 1978).

Menurut Winarno (1995), mekanisme antioksidasi senyawa fenol, yang masuk kategori antioksidan sintetik, berfungsi sebagai donor yang diperlukan untuk membentuk hidroperoksida. Sehingga antioksidan akan teroksidasi, tetapi radikal bebas tidak terbentuk.

### KESIMPULAN

Kondisi optimum perpanjangan putus dengan koagulan asap cair pada konsentrasi 4,45 %, jumlah 120,12 ml, dan waktu 4,12 jam menghasilkan nilai prediksi 149,71 mm dan nilai eksperimen 155,38 mm. Kondisi optimum PRI dengan koagulan asap cair pada konsentrasi 3,75 %, jumlah 145,2 ml dan waktu 3,17 jam menghasilkan nilai prediksi 64,19 dan eksperimen 71,39.

Sheet yang diproduksi dengan koagulan asap cair tanpa pengasapan pada kondisi optimum optimum mempunyai sifat perpanjangan putus dan PRI setara dengan RSS I hasil sampling dari pabrik.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1992. *Karet*, Tim Penulis PS, Penebar Swadaya, Jakarta.

Anonim, 1996. Jenis dan Mutu Bahan Baku Utama untuk Industri Ban, *Dalam Prosiding Konferensi Nasional Karet*, Jakarta, 19 - 85.

Anonim, 1996. *Indonesia Penghasil Karet Nomor Dua di Dunia*. Penerbit Suara Pembaharuan, Jakarta.

Cunneen, J.I., 1978. Degradation of Natural Rubber During Manufacture, Storage and Service. *Proceedings of NR Technology Seminar*, Penang.

Darmadji, P., dan Suhardi, 1998. Produksi Karet "Sheet" Dengan Menggunakan Asap Cair Sebagai Koagulannya, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi - Yogyakarta*, 188 - 193

Edison, R., 1993. Perbaikan Mutu Karet Rakyat Dengan Amonium Fosfat. *Ruletin Ilmiah Unila Vol 3 No 11-8 - 13*

Gambar 3. Reaksi oksidasi oleh oksigen (Gazeley et al. dalam Roberts, 1988)

- Goutara, Bambang Djatmiko dan Wachjuddin Tjiptadi, 1985. *Dasar Pengolahan Karet I. Agro Industri Press, Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fateta-IPB, Bogor, 7.*
- Herlina, 1998. Penggunaan Asap Cair (Liquid Smoke) Sebagai Bahan Koagulan dan Pengganti Proses Pengasapan Pada Pengolahan Sit (*Ribbed Smoked Sheet*). *Laporan Tesis, Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta.*
- Hofmann, W., 1989. *Rubber Technology Hand Book*. Hanser Publisher, Munich Vienna New York, 17.
- Lukito Adi M., dan Raras, 1998. Melentingkan Devisa Lewat Karet Alam, *Semai No.2 Tahun 1 November, 44 - 45.*
- Maga, J.A., 1987. *Smoke in Food Processing*. Boca Raton, CRC, Press, Florida, 1 - 9.
- Montgomery, D.C., 1991. *Design and Analysis of Experiment*. Third Edition, John Wiley & Sons, Singapore.
- Othman, A.H., 1979. SMR Analysis - Physical and Chemical in : PRIM Training Manual on Analytical Chemistry Latex and Rubber Analysis. *Rubber. Res. Ins. Malaysia, Kuala Lumpur, 138 - 247.*
- Roberts, A.D., 1988. *Natural Rubber Science and Technology*. Malaysian rubber Producer's Research Association.
- Setyamidjaja, D., 1993. *Karet*. Kanisius, Yogyakarta.
- Waluyono, K., 1976. Usaha Peningkatan Nilai PRI dari Karet Rakyat, *Menara Perkebunan*, Balai Penelitian Perkebunan, Bogor.
- Winarno, F.G., 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia, Jakarta.