

# ANATOMI dan PRODUKSI KLON BPM 1 dengan BERBAGAI SISTEM EKSPLOITASI

Yayuk Purwaningrum<sup>1</sup>, JA Napitupulu<sup>2</sup>, Chairani Hanum<sup>2</sup>, dan THS Siregar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan; <sup>2</sup>Program Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara; <sup>3</sup>Pusat Penelitian Karet Sungai Putih, Deli Serdang, Sumatera Utara  
email: yayuk\_dadan@yahoo.com

## ABSTRACT

This study aims to improve the yield rubber clones BPM 1 on the renewable bark through a system of tapping and use of stimulants gas. Long-term goal is to get a package of technology which exploits correspond to the typology clones. The study, compiled by Design Nested (Nested Design) with two factors, namely the treatment of tapping system and stimulant. Factors tapping system consists of four levels and four levels of the stimulant factor. Details of each other treatment factors are as follows: Tapping system = S/2, S/4, S/2U and S/4U. Type Stimulants Etepon 2.5%, 3x/tapping gas Stimulants/applications, 6x tapping/applications, 9x tapping/application. The results showed that there was no difference in the number and diameter latex vessels between virgin and renewable bark on clones BPM 1 age of 15 years. Long cut tapping half girth toward the bottom (renewable bark) with the distribution of stimulants gas 18 days (S/2 d3 ETG/18d) produce the highest yield of 40.85 g p<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>. During one year of testing granting all stimulant treatment in clones BPM 1 have not shown stress-exploitation which is reflected in the levels of thiol relative safety of 0.35 mM - 0:50 mM

**Keyword :** *Clones BPM 1, renewable bark, tapping system, a stimulant gas, physiology and latex yield.*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan meningkatkan hasil karet klon BPM 1 pada kulit pulihan melalui sistem sadap dan penggunaan stimulan gas. Tujuan jangka panjangnya adalah untuk mendapatkan paket teknologi eksploitasi yang tepat sesuai dengan tipologi klon. Penelitian, disusun berdasarkan Rancangan Tersarang (*Nested Design*) dengan dua faktor perlakuan yaitu sistem sadap dan stimulan. Faktor sistem sadap terdiri dari empat taraf dan faktor stimulan empat taraf. Rincian masing - masing faktor perlakuan adalah sebagai berikut : Sistem sadap = S/2, S/4, S/2U dan S/4U. Jenis Stimulan Etepon 2,5%, Stimulan gas 3 x sadap/aplikasi, 6 x sadap/aplikasi, 9 x sadap/aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jumlah dan diameter pembuluh lateks antara kulit perawan dan pulihan pada klon BPM 1 umur 15 tahun. Panjang irisan setengah lilit batang ke arah bawah (kulit pulihan) dengan pemberian stimulan gas 18 hari sekali (S/2 d3 ETG /18d) menghasilkan hasil tertinggi sebesar 40.85 g p<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>. Selama satu tahun pengujian pemberian semua perlakuan stimulan pada klon BPM 1 belum menunjukkan cekaman eksploitasi yang berlebihan yang tercermin dari kadar tiol yang relatif aman sebesar 0.35 mM – 0.50 mM

**Keyword :** *Klon BPM 1, kulit pulihan, sistem sadap, stimulan gas, fisiologi dan hasil lateks .*

## PENDAHULUAN

Lateks berada hampir di semua bagian organ tanaman karet seperti batang, daun, bunga, buah, dan akar. Pembuluh lateks yang paling banyak berada di jaringan kayu pada bagian kulit batang (Siregar, 1995). Lateks diperoleh dengan cara disadap atau melukai kulit batang tanaman karet hingga pembuluh latisifer terbuka, untuk memperoleh lateks atau getah.

Setiap klon memiliki karakter histologi dan fisiologi yang spesifik. Ukuran, jumlah, pembuluh dan baris. sehingga harus mempertimbangkan sistem eksploitasi. Ketebalan kulit karet dan jumlah baris pembuluh lateks semakin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman, walaupun terdapat perbedaan penyebaran jumlah pembuluh lateks setiap jenis klon. Mesquita *et al.*, (2006) hasil pengamatan anatomi pembuluh lateks dari beberapa klon karet menunjukkan bahwa pada klon RRIM memiliki produksi, panjang sel pembuluh, jumlah cincin dan diameter pembuluh lebih tinggi dibanding klon GT1 dan Fx2261, semakin besar diameter pembuluh lateks, banyak sel pembuluh dan jumlah cincin akan menyebabkan semakin tingginya hasil.

Hal ini sejalan dengan pernyataan de Fay dan Jacob, (1989) menyatakan bahwa jumlah baris dan diameter pembuluh lateks pada prinsipnya merupakan ciri khas suatu klon dan setiap klon karet bervariasi dalam jumlah dan susunan pembuluh lateks. Siregar (1995) menambahkan, bahwa pembuluh lateks berbentuk silindris dengan ukuran dan jumlah yang bervariasi tergantung pada klonnya. Hal ini yang menyebabkan perbedaan potensi produksi antar klon karet. Perkembangan pembuluh lateks tergantung pada tingkat pertumbuhan tanaman, dan faktor lain seperti kepadatan tanaman dan status hara

Keterbatasan tenaga penyadap, meningkatnya harga input produksi, serta potensi dan tipe klon perlu dipertimbangkan dalam pemilihan sistem eksploitasi untuk mengoptimalkan produktivitas kebun dengan keuntungan yang maksimum. Dengan menggunakan stimulan, frekuensi sadap d3 menjadi lebih tinggi produksinya bila dibandingkan dengan frekuensi sadap d2. Menurut Junaidi (2013) salah satu alternatif menggali produksi secara optimal dengan mengurangi panjang irisan serta penggunaan teknologi stimulan gas, dengan irisan pendek pada tiap pohon penyadapan dapat dilakukan lebih cepat dan pengaruh stimulan gas cukup efektif untuk produktivitas tanaman. Hal sama disimpulkan dari hasil penelitian Herlinawati dan Kuswanhadi (2012) penyadapan irisan pendek yang dikombinasikan dengan penggunaan stimulan gas etilen (S/4U d3 ETG20/y(2w) dapat meningkatkan produktivitas sekitar 66,1- 76,2% dibandingkan dengan penyadapan irisan pendek yang dikombinasikan dengan menggunakan stimulan cair etefon (S/4 d3 6d/7 ET 2.5% 0/y (2w). Hasil penelitian Karyudi *et al.*,(2006), Herlinawati dan Kuswanhadi (2012) serta Junaidi, (2013) menunjukkan bahwa penggunaan stimulan gas dan sistem sadap dapat meningkatkan produktivitas tanaman, tetapi hasil -hasil penelitian tersebut tidak dilakukan pada kulit pulihan klon SS. Penelitian pada kulit pulihan masih sedikit dilakukan, sehingga upaya pendekatan dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas pada kulit pulihan di klon BPM 1 dengan menggunakan stimulan gas dan sistem sadap.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan karet PT. Perkebunan Nusantara III (Persero), Sungei Putih, Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara, April sampai November 2014. Bahan tanaman yang digunakan di lapangan adalah tanaman karet klon BPM1 berumur 15 tahun (tahun tanam 1999), dengan jarak tanam 2.5 m x 5 m (populasi 800 pohon ha<sup>-1</sup>). Pengamatan penelitian meliputi pengamatan anatomi (jumlah dan diameter pembuluh lateks), fisiologi (sukrosa, FA, tiol) dan hasil lateks (Hasil (g p<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>).

### Rancangan Percobaan

Penelitian, disusun berdasarkan Rancangan Tersarang (*Nested Design*) dengan dua faktor perlakuan yaitu sistem sadap dan stimulan. Faktor sistem sadap terdiri dari empat taraf dan faktor stimulan empat taraf. Rincian masing - masing faktor perlakuan adalah sebagai berikut : Sistem sadap = S/2, S/4, S/2U dan S/4U. Jenis Stimulan Etepon 2,5%, Stimulan gas 3 x sadap/aplikasi, 6 x sadap/aplikasi, 9 x sadap/aplikasi.

### Analisis Anatomi

Contoh jaringan kulit diambil 1 - 2 tusukan (diameter 8 mm, ketebalan 5 - 7 mm) pada bidang sadap bagian tepi menggunakan *cork-borer* untuk setiap sampel percobaan. Setiap tusukan akan menghasilkan 0.6 g bobot segar jaringan kulit. Jaringan kulit segar ini kemudian dibawa ke laboratorium untuk analisis histologi menggunakan metode (Yamamoto, 2001), yaitu dengan cara jaringan kulit difiksasi dengan FAA selama 1 malam, kemudian dicuci dengan air mengalir selama 5 menit, dikeringkan dengan kertas saring dan dimasukkan kedalam larutan KOH 15% selama 1 jam. Setelah itu, jaringan dicuci kembali dengan air mengalir selama 5 menit, dikeringkan dengan kertas saring dan dimasukkan kedalam larutan HNO<sub>3</sub> selama 2 jam. Setelah 2 jam, jaringan kulit dicuci kembali dengan air mengalir selama 5 menit, dikeringkan dengan kertas saring dan dimasukkan kedalam alkohol 70% selama 15 menit, kemudian dimasukkan kedalam larutan sudan III selama 30 menit. Setelah itu jaringan diiris tipis melintang atau membujur menggunakan pisau silet dan diamati dibawah mikroskop. Sedangkan diameter pembuluh lateks diamati dengan mengukur diameter melintang (dl) dan membujur (db) dari pembuluh lateks yang terlihat di bawah mikroskop. Setelah nilai kedua diameter tersebut diperoleh, penentuan diameter pembuluh lateks dihitung dengan :

$$\text{Diameter} = \frac{(\underline{dl}) \times 2,5 + (\underline{db}) \times 2,5}{2}$$

### Analisis Fisiologi

Analisis kadar sukrosa (mM) dapat diukur dengan metode anthrone: serum TCA diambil sebanyak 150 µL, (ditambahkan larutan TCA 2.5% sampai volume total 150 µL) dan ditambah pereaksi anthrone 3 ml, kemudian diaduk supaya tercampur rata menggunakan vortex. Setelah itu, dipanaskan dengan merendam di dalam air mendidih selama 15 menit dan didinginkan kembali dengan merendam dalam air → Absorbansi. Absorbansi diukur pada λ 627 nm dengan spektrofotometer Beckman DU 650 (Dische, 1962).  
Konsentrasi Sucrose \* 33.3

Analisis kadar fosfat anorganik (FA) diukur menggunakan metode (Taussky dan Shorr 1953). berdasarkan prinsip pengikatan oleh amonium molibdat yang tereduksi oleh FeSO<sub>4</sub> dalam reaksi asam sehingga membentuk warna biru, kemudian absorbannya diukur pada  $\lambda$  750 nm dengan spektrofotometer Beckman DU 650.

Konsentrasi FA \* 50

Analisis kadar tiol (R-SH) sampel diambil 1.5 ml (ditambah larutan TCA 2.5% sampai volume total 1.5 ml), ditambah DTNB 10 mM 75  $\mu$ L dan ditambah larutan bufer Tris 0.5 M sebanyak 1.5 ml, kemudian diaduk supaya tercampur rata menggunakan vortex. Kemudian, larutan didiamkan pada suhu kamar selama 30 menit  $\rightarrow$  Absorbansi. Absorbansi dibaca pada  $\lambda$  421 nm menggunakan spektrofotometer Beckman DU 650 atau diukur dari serum TCA berdasarkan prinsip reaksinya menggunakan asam dithiobis-nitrobenzoat (DTNB) untuk membentuk TNB berwarna kuning yang terabsorpsi pada  $\lambda$  421 nm menggunakan spektrofotometer Beckman DU 650 (Mc Mullen, 1960)

Konsentrasi tiol \*10/1000

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Anatomi Klon BPM 1

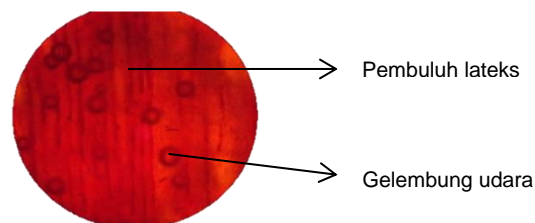
Kulit pohon yang pulih lazim disebut kulit pulihan (*renewable bark*), sedangkan kulit pohon yang baru pertama kali disadap lazim disebut kulit perawan (*virgin bark*) (Webster *et al.*, 1989). Dari hasil analisis jaringan kulit, klon BPM 1 pada kulit perawan dan kulit pulihan, diketahui bahwa tidak ada perbedaan nyata antara kulit perawan dan kulit pulihan (Tabel 1).

Tabel 1. Anatomi Klon BPM 1 pada umur 15 tahun

Peubah Amatan	BPM 1	
	Kulit	
	Perawan (m $\mu$ )	Pulihan (m $\mu$ )
Jumlah Pembuluh Lateks	11,50	15,30
Diameter Pembuluh Lateks( $\mu$ m)	22,12	24,11
Lili batang		68,93
Tebal kulit		11,63

Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah dan diameter pembuluh lateks pada kulit perawan 11.50 dan 22.12 m $\mu$ , pada kulit pulihan 15.30 dan 24.11 m $\mu$ . Ketebalan kulit perawan semakin meningkat dengan bertambahnya usia tanaman sejalan dengan meningkatnya jumlah baris dan diameter pembuluh lateks yang ada di dalam ketebalan kulit. Jumlah dan diameter pembuluh lateks pada prinsipnya merupakan ciri khas suatu klon tetapi perkembangannya tergantung pada tingkat pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kepadatan tanaman, status hara dan genetik masing-masing klon (Jacob *et al.*, 1989).

Secara genetik, tebal kulit klon SS lebih tebal, hal ini diduga karena pengamatan penelitian dilakukan pada umur tanaman 15 tahun. Umur tanaman, diketahui mempengaruhi ketebalan kulit, semakin bertambahnya umur tanaman maka ketebalan kulit juga semakin meningkat (Tabel 2)



Gambar 1. Anatomi pembuluh lateks pada klon BPM 1

## Fisiologi Klon BPM1

Sistem eksploitasi dapat memberikan tekanan secara fisiologis terhadap tanaman karet, sehingga perlu dilakukan pengamatan parameter fisiologis tanaman melalui diagnosis lateks yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem eksploitasi terhadap kondisi kesehatan tanaman (Sumarmadji, 2006).

Tabel 2. Fisiologi dan Hasil Lateks klon BPM 1 dengan berbagai sistem eksploitasi

Klon	Exploitasi Sistem	Sukrosa	FA	Tiol	Hasil (g p s <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
BPM1	S/2 d3 ET /15d	5.69 bcd	18.76 efgh	0,26 fg	21.81 abc
	S/2 d3 ETG / 9d	4.83 de	20.95 cdef	0.31 def	25.75 abc
	S/2 d3 ETG /18d	2.96 de	14.25 gh	0.11 h	40.85 a
	S/2 d3 ETG /27d	2.93 de	34.55 b	0.41 bc	39.93 ab
	S/4 d3 ET /15d	4.46 de	25.12 cd	0.40 bc	22.48 abc
	S/4 d3 ETG / 9d	2.26 e	18.55 efgh	0.24 fg	36.04 abc
	S/4 d3 ETG /18d	3.59 de	20.13 defg	0.57 a	29.58 abc
	S/4 d3 ETG /27d	3.33 de	12.90 h	0.47 b	33.76 abc
	S/2 U d3 ET /15d	3.50 de	16.30 fgh	0.19 g	22.16 abc
	S/2 U d3 ETG / 9d	7.59 bc	26.75 c	0.35 cde	28.29 abc
	S/2 U d3 ETG /18d	5.53 cd	24.00 cde	0.56 a	20.78 bc
	S/2 U d3 ETG /27d	16.02 a	22.30 cdef	0.38 cd	30.31 abc
	S/4U d3 ET /15d	3.13 de	46.25 a	0.35 cde	17.367 c
	S/4U d3 ETG / 9d	8.26 b	21.00 cdef	0.29 ef	32.79 abc
	S/4U d3 ETG /18d	7.83 bc	26.05 cd	0.46 b	28.84 abc
	S/4U d3 ETG /27d	2.63 e	26.65 c	0.29 ef	26.94 abc

Keterangan : Angka dalam kolom dan kelompok perlakuan yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf  $P=0.05$  berdasarkan uji-Duncan

Sukrosa merupakan variabel yang penting. Kaitannya dengan bahan utama dalam pembentukan lateks. Dari Tabel 2 dapat dilihat hasil analisis kadar sukrosa lateks tanaman karet klon BPM 1 menunjukkan bahwa kadar sukrosa klon BPM 1 dipengaruhi oleh sistem eksploitasi. Sistem eksploitasi yang menghasilkan kadar sukrosa lebih tinggi ( $> 10.0$  mM) adalah sistem sadap dengan perlakuan (S/2U) serta pemberian stimulan gas (ETG 27d), dapat dilihat perlakuan pemberian stimulan (ETG 27d) mampu memobilisasi karbohidrat sehingga kandungan sukrosa meningkat, aktifitas metabolisme cukup pada kandungan FA (22.30 mM). Kadar sukrosa yang tinggi menunjukkan rendahnya metabolisme tanaman, hal ini karena klon BPM 1 tergolong klon *Slow Starter* (SS), Klon SS menggambarkan klon dengan kecepatan pembentukan *poliisoprene* (lateks) dari bahan dasar karbohidrat berupa sukrosa hasil fotosintesis berlangsung lambat sampai sedang (Junaidi, 2010). Penggunaan sistem eksploitasi ini tidak memberikan pengaruh negative dapat dilihat dari kadar tiol berkisar (0.38 mM), menurut (Jacob *et al.*, 1989) batas optimum kadar tiol 0.4 mM.

Kadar Fosfat Anorganik (FA) dalam lateks menggambarkan kemampuan tanaman mengubah bahan baku (sukrosa) menjadi partikel karet. Kadar FA dalam lateks menunjukkan aktifitas metabolisme dalam pembuluh lateks, kadar FA yang tinggi menunjukkan aktivitas metabolisme yang tinggi dan sebaliknya (Gohet 2008). Kadar FA lateks klon BPM 1 dipengaruhi oleh sistem eksploitasi. Dari Tabel 2 dapat dilihat sistem eksploitasi yang menghasilkan kadar FA tinggi ( $> 40.0$  mM) adalah sistem eksploitasi dengan perlakuan sistem sadap (S/4U), serta pemberian stimulan Etepon 2.5%. Kandungan FA mengalami peningkatan metabolisme sel lateks menjadi aktif dengan penggunaan stimulan Etepon 2.5%, dapat dilihat kandungan sukrosa mengalami penurunan (3.13 mM). Akibat peningkatan FA aktivitas metabolisme meningkat kandungan sukrosa menurun (Gohet 2008).

Kadar tiol merupakan indikasi penting pada tanaman karet berhubungan dengan kejadian KAS. Semakin tinggi intensitas eksploitasi, maka akan semakin rendah kadar tiol. Tiol berfungsi sebagai antioksidan, sehingga stress oksidatif sebagai akibat aktifnya metabolisme dalam sel dapat ditekan (Jacob *et al.*, 1989). Dari Tabel 2

dapat dilihat sistem eksploitasi mempengaruhi kadar tiol lateks klon BPM 1 dengan kadar tiol (0,56 mM) yaitu pada sistem eksploitasi dengan perlakuan sistem sadap (S/2U) dan stimulan (ETG 18d). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem eksploitasi yang diberikan pada klon BPM 1 masih dalam batas aman untuk kesehatan tanaman, karena kadar tiol yang dihasilkan umumnya rendah sampai sedang 0,3 – 0,5 mM. Menurut hasil penelitian (Kuswanhadi) klon SS umumnya kadar tiol sedang 0,4 – 0,9 mM. Sistem eksploitasi pada perlakuan sistem sadap (S/2 U d3) dan perlakuan stimulan (ETG 18d) tinggi 0,56 mM. Kadar tiol yang tinggi menunjukkan tidak terlalu intensifnya sistem eksploitasi (Gohet, 1996;Gohet, 2008).

Hasil penelitian pada Tabel 3. menunjukkan bahwa sistem eksploitasi berpengaruh nyata terhadap hasil ( $gp^{-1}s^{-1}$ ) klon BPM 1. Hasil lateks yang tinggi pada perlakuan (S/2 d3 ETG 18 hari sekali) merupakan capaian tertinggi dibanding, semua perlakuan yang lain yang diuji cobakan. Peningkatan yang signifikan disebabkan perlakuan pemberian stimulan dengan konsentrasi yang tinggi dan interval yang tinggi (waktu aplikasi 18 hari sekali) sehingga dapat meningkatkan hasil tanaman. Stimulan gas merupakan generator bagi etilena dapat menginduksi ekspresi protein tertentu pada tanaman karet, kemudian protein menginduksi reaksi berantai yang bermuara pada bentuk peningkatan hasil lateks (Obouayeba *et al.*, 2009). Etilen baik secara endogen ataupun eksogen berperan sebagai penginduksi perubahan fisiologi dalam sistem sel pembuluh lateks. Perlakuan etepon yang berakibat penundaan penggumpalan lateks justru meningkatkan ekspresi protein.

### KESIMPULAN

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jumlah dan diameter pembuluh lateks antara kulit perawan dan pulihan pada klon BPM 1 pada umur 15 tahun.
2. Panjang irisan setengah lilit batang ke arah bawah (kulit pulihan) dengan pemberian stimulan gas 18 hari sekali (S/2 d3 ETG /18d) menghasilkan hasil tertinggi sebesar  $40.85 g p^{-1}s^{-1}$ .
3. Selama satu tahun pengujian pemberian semua perlakuan stimulan pada klon BPM 1 belum menunjukkan cekaman eksploitasi yang berlebihan yang tercermin dari kadar tiol yang relatif aman sebesar 0.35 mM – 0.50 mM

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Menristek yang telah mendanai penelitian ini, kepada Pusat Penelitian Karet Sungai Putih, dan PT. Perkebunan Nusantara III (Persero) Sumatera Utara Indonesia, serta para Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan masukan untuk berjalannya penelitian dan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Herlinawati, A., Kuswanhadi. 2012. Pengaruh penggunaan stimulan gas terhadap produksi dan karakter fisiologi klon karet BPM 24. *Jurnal Penelitian Karet*. vol. 30(2): 100-107
- Mesquita, A.C., L.E.M. Oliveira, Mazzafera, N.D. Filho. 2006. Anatomical characteristic and enzymes of the sucrose metabolism and the relationship with latex yield in rubber tree. *Braz. J. Plant. Physiology*. 8(2).
- Mc Mullen, A.I. 1960. Thiols of low molecular weight in *Hevea brasiliensis* latex. *Biochem. Biophys. Acta* 41: 152-154.
- Webster, C.C., W.J. Baulk Will.1989. *Rubber*. Longman Sci.& Tech., John Wiley & Sons, Inc., New York. pp. 614.
- De Fay, E.C., Hebant, J.L. Jacob. 1989. Cytology and Cytochemistry of the Laticiferous System, *Physiology of Rubber Tree Latex* (d'Auzac J., Jacob,J.L. and Chrestin, H., eds), 15-29. Boca Raton, Florida:CRC Press Inc.
- Gohet, E., P. Chantuma, R. Lacote, S. Obouayeba, K.. Dian, A.C. .Demange, D. Kurnia, J.M. Eschbach. 2008. Influence of ethephon stimulation on latex physiological parameters and consequences on lates diagnosis implementation in rubber agro-industry, in IRRDB” Workshop on Exploitation System. Kuala Lumpur , pp.11.
- Taussky, H.H., E. Shorr. 1953. A micro colorimetric methods for the determination of inorganic.
- Jacob, J.L., J.C. Prevot, R.G.O. Kekwick. 1989. General metabolism of *Hevea brasiliensis* latex (with the exception of isoprenoid anabolism). *Plant Physiology of Rubber Tree Latex*. Boca Raton, CRC Press. 3(1): 102 – 134.
- Junaidi, U. 2013. Hasil Uji coba Aplikasi Stimulan Gas LET I Sistem untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Karet di Kebun Jalupang PTP Nusantara VIII. *Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet* 2013.

- Karyudi, Sumarmadji, E. Bukit. 2006. Penggunaan Stimulan Gas Etilen Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Karet. Prosiding Lokakarya Nasional Budidaya Tanaman Karet 2006. Medan, 4 - 6 September 2006 . 201 hal.
- Kuswanhadi, Sumarmadji, Karyudi, T.H.S. Siregar. 2009. Optimasi Produksi Klon Karet melalui Sistem Eksploitasi Berdasarkan Metabolisme Lateks". Prosiding Lokakarya Nasional Pemuliaan Tanaman Karet. 2009.
- Simmonds, N.W. 1989. In C.C. Webster, W.J. Baulkwill (ed). "Rubber Breeding". Rubber. New York, Longman Scientific & Technical. pp. 85 – 124.
- Obouayeba, S., EF. Soumahin, M. Dobo, R. Lacote, O. Gabla, A. Doumbia. 2009 . Agronomic Performance of the Clone IRCA 111 of *Hevea brasiliensis* under Different Frequencies of tapping and Stimulation in South-west Cote d'Ivoire.
- Santoso, B. 1994. Anatomi Kulit Pulihan pada Tanaman karet. Laporan Intern P3TM. Hal 21-23.
- Siregar, THS. 1995. Teknik Penyadapan Karet. Kanisius. Yogyakarta. 50p.
- Sumarmadji, Karyudi, T.H.S Siregar. Rekomendasi Sistem Eksploitasi pada Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter* serta Penggunaan Irisan Ganda untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Karet. Prosiding Lokakarya Nasional Budi Daya Tanaman Karet, Medan 4–6 September 2006. Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet, Medan. pp. 169–188.
- Junaidi, U., Sumarmadji, Atmaningsih. 2010. Pengujian sistem eksploitasi EXPEX-315 pada klon PB 260. J. Penelitian Karet. 28(2):41-55.
- Yamamoto, Y., Y. Kobayasi, H. Matsumoto. 2001. Lipid peroxidation is an early symptom triggered by aluminium, but not the primary cause of elongation inhibition in pea roots. *Plant Physiol.* 125:199 - 208. <http://dx.doi.org/10.1104/pp125.1.199.2001>.
- Dische, Z.M. 1962. *Carbohydrate Chem. Acad. Press.* vol.1: pp. 488.