

PEMANFAATAN ASAP CAIR KAYU PINUS
(*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese) SEBAGAI KOAGULAN
GETAH KARET
(Utilization of Pine Wood (*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese)
***Smoke Liquid as Natural Latex Coagulant*)**

Santiyo Wibowo, Gustan Pari, & R. Esa Pangersa Gusti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610 Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8699413
E-mail: santiyowibowo1973@yahoo.co.id

Diterima 23 Juli 2014, Direvisi 11 Mei 2015, Disetujui 29 April 2016

ABSTRACT

Smoke liquid is a liquid obtained from smoke condensation during charcoal firing process. The main content of the smoke liquid is acetic acid, hence, can be used as an alternative latex coagulant. Acid in vinegar can reduce the pH of latex and cause the latex to coagulate rapidly. This paper determines effectiveness of using smoke liquid as a latex coagulant and characteristics of the treated latex. The smoke liquid in this study was derived from pine wood. The smoke liquid solutions consisted of the crude smoke liquid and the diluted solution in various concentrations of 5, 10, 15 and 20%. The smoke liquid solution was then each poured into a container of latex. Testing was undergone by observing latex coagulating time, coagulate condition, texture, color, odor and homogenity. The most effective smoke liquid which produced the best latex based on its performances was then taken for further testing of physico-chemical properties which included dry rubber content, plasticity retention index (PRI), initial plasticity (Po), final plasticity (Pa), dirt content, ash content, volatile matter content (Vm), and nitrogen content. Results were then compared with the conventional use of formic acid as a control coagulant. The result showed that the crude and distillate smoke liquid solutions with concentration of 10% produced the best coagulant performances than the other solutions. Rubber latex treated with the crude smoke liquid produced the best physico-chemical properties and could meet requirements of the Indonesian National Standard (SNI) for Rubber Quality.

Keywords: *Smoke liquid, coagulant, latex, quality, physico-chemical properties*

ABSTRAK

Cuka kayu merupakan cairan hasil kondensasi asap yang keluar pada proses pengarangan. Cuka kayu bersifat asam dengan kandungan utamanya adalah asam asetat sehingga dapat digunakan sebagai alternatif koagulan getah karet (lateks). Asam dalam cuka kayu dapat menurunkan pH lateks hingga berada pada titik isoelektrik yang menyebabkan protein polar menjadi netral sehingga lateks cepat menggumpal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektifitas pemanfaatan cuka kayu sebagai koagulan lateks dan karakteristik lateks hasil koagulasinya. Cuka kayu yang digunakan sebagai koagulan pada penelitian ini berasal dari batang pohon Pinus. Jenis cuka kayu yang digunakan yaitu cuka kayu mentah (*crude*) dan cuka kayu hasil penyulingan dengan konsentrasi masing-masing 5%, 10%, 15%, dan 20%. Cuka kayu tersebut dicampurkan ke dalam wadah berisi lateks. Uji deskriptif lateks dilakukan dengan mengamati waktu penggumpalan karet, kondisi penggumpalan, tekstur, warna, bau, dan homogenitas. Jenis dan konsentrasi cuka kayu yang menghasilkan getah karet paling baik diambil untuk dilakukan pengujian sifat fisiko-kimia. Parameter pengujian sifat fisiko kimia meliputi kadar karet kering, *Plasticity Retention Index* (PRI), plastisitas awal (Po), plastisitas akhir (P_a), kadar kotoran, kadar abu, kadar zat menguap (Vm), dan kadar nitrogen, lalu dibandingkan dengan koagulan asam formalat sebagai

kontrol. Hasil penelitian menunjukkan cuka kayu *crude* dan cuka kayu hasil penyulingan dengan konsentrasi 10% menghasilkan mutu penampilan lateks yang paling baik dibandingkan yang lainnya. Getah karet dengan perlakuan koagulasi menggunakan cuka kayu *crude* menghasilkan sifat fisiko-kimia paling baik dan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata kunci: Cuka kayu, koagulan, lateks, kualitas, sifat fisiko-kimia

I. PENDAHULUAN

Teknologi pembuatan arang yang tetap berkembang sampai saat ini adalah cara sederhana yaitu dengan penimbunan tanah, pengarangan dengan drum, dan cara pirolisis. Pirolisis adalah proses pembakaran tidak sempurna bahan yang mengandung karbon komplek yang tidak teroksidasi menjadi CO₂. Pada saat pirolisis terjadi, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang komplek terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang (Kinoshita, 2001 *dalam* Wibowo, 2009). Selain diperoleh arang, dihasilkan juga cuka kayu yang merupakan cairan hasil kondensasi asap yang keluar pada proses pengarangan. Cuka kayu ini lazim juga disebut sebagai asap cair.

Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan hasil pirolisis antara lain adalah arang aktif sebagai bahan pemucat atau penjernih minyak atau air, sebagai penyerap emisi formaldehida, penyerap hidrogen sulfida (H₂S) dan sebagai pupuk tanaman (Pari, Nurhayati, & Hartoyo, 2000; Marwati, 2005; Gani, 2007; Darmawan, 2008, Guo et al., 2007), kemudian cuka kayu sebagai bahan pengawet makanan seperti mie, daging, ikan, dan penghilang bau (Gumanti, 2006; Simon, Celle, Palme, Meler, & Anklam, 2005).

Manfaat dari arang dan cuka kayu perlu dikembangkan ke dalam bentuk yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat. Cuka kayu bersifat asam sehingga dapat diaplikasikan sebagai koagulan karet. Penambahan asam ini bertujuan untuk menurunkan pH lateks hingga berada pada titik isolektriknya yang menyebabkan protein polar menjadi netral dan dapat berdekatan sehingga akhirnya menyatu membentuk gumpalan-gumpalan dan membeku (Goutara, 1985).

Bahan penggumpal yang umumnya digunakan oleh perkebunan besar adalah asam semut (asam format). Bahan penggumpal lain seperti air buah-buahan, iles-iles, dan pupuk Triple Sulfur Phosphate (TSP) banyak digunakan oleh

masyarakat, namun hasilnya tidak baik dan tidak dianjurkan. Selama ini penggunaan asam semut dinilai memberatkan dikarenakan harganya yang cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu alternatif bahan koagulan yang memiliki kualitas bekuan yang sama dengan asam semut serta harga yang ekonomis. Salah satu alternatif koagulan tersebut adalah cuka kayu. Balai Penelitian Karet Sembawa menunjukkan cuka kayu dapat digunakan pada proses pengolahan karet sebagai bahan koagulan dan pengendali bau (*malador*) (Solichin, 2007).

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu cuka kayu yang berasal dari batang kayu jenis *Pinus merkusii* Jungh & de Vriese. Getah karet diperoleh dari Rumpin, Jawa Barat. Peralatan yang digunakan antara lain drum, gelas piala, timbangan, labu pendingin, dan wadah koagulasi.

B. Metode Penelitian

Kegiatan penelitian diawali dengan membuat cuka kayu. Batang kayu dipotong menjadi bagian kecil berukuran panjang 15 cm dan lebar 5 cm. Potongan tersebut dimasukkan ke dalam drum dan disusun rapi. Proses pembakaran potongan kayu dilakukan selama 30 menit ditandai dengan timbulnya asap tebal. Drum ditutup hingga rapat kemudian asap dialirkan melewati buku bambu basah (bambu yang baru ditebang) sebagai kondensor yang dilubangi pada titik tertentu. Tetesan asap cair atau cuka kayu yang jatuh ditampung ke dalam wadah. Cuka kayu ini ditandai sebagai cuka kayu mentah (*crude*). Sebagian *crude* disulung untuk mendapatkan cuka kayu baru yang bersih dari tar. Cuka kayu ini ditandai sebagai cuka kayu hasil penyulingan. Penyulingan dilakukan menggunakan labu pendingin selama 4-5 jam. Cuka kayu *crude* dan

cuka kayu hasil penyulingan kemudian diaplikasikan dengan cara merendam getah karet di dalam wadah. Konsentrasi cuka kayu yang digunakan masing-masing 5, 10, 15, dan 20%.

C. Analisis Data

Getah karet yang telah dikoagulasi diamati waktu penggumpalan karet, kondisi penggumpalan, tekstur, warna, bau, dan homogenitas. Hasil koagulasi yang memberikan kualitas penampilan getah yang paling baik diuji sifat fisiko-kimianya mengikuti Standar Indonesia Ruber (SIR) di Laboratorium Pengujian Pusat Penelitian Karet, Bogor meliputi kadar karet kering, *Plasticity Retention Index* (PRI), plastisitas awal (P_0), plastisitas akhir (P_1), kadar kotoran, kadar abu, kadar zat menguap (V_m) dan kadar nitrogen. Pengujian sifat fisiko-kimia getah karet juga dilakukan terhadap getah karet tanpa perlakuan (*control*) dan karet dengan perlakuan koagulan asam formalin sebagai pembanding.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Aplikasi Cuka Kayu sebagai Kogulan

Aplikasi cuka kayu dilakukan dengan memasukkan cuka kayu (*crude*, dan cuka kayu hasil penyulingan) ke dalam wadah berisi lateks segar.

Kemudian campuran tersebut diamati secara deskriptif (visual). Hasil pengamatan koagulasi karet secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengamatan menunjukkan cuka kayu *crude* pada semua level konsentrasi mampu menggumpalkan karet. Hal sebaliknya terjadi pada cuka kayu cuka kayu hasil penyulingan; penggumpalan getah karet yang terjadi hanya sedikit pada semua level konsentrasi (Tabel 1). Hal ini diduga karena pada cuka kayu hasil penyulingan terjadi pengurangan kandungan asam asetat akibat proses penyulingan. Penggumpalan atau koagulasi merupakan suatu peristiwa perubahan fase sol ke fase gel. Cuka kayu dapat menggumpalkan lateks dikarenakan mengandung asam asetat. Kandungan asam asetat dalam cuka kayu dapat menurunkan pH sampai pada titik isolistrik. Pada titik ini lateks tidak memiliki lagi gaya tolak-menolak hingga akhirnya menyebabkan penggumpalan (Hendra, Waluyo, & Sukanandi, 2014).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi cuka kayu yang diberikan berbanding lurus dengan waktu penggumpalan. Waktu penggumpalan terbaik terdapat pada *crude* dengan konsentrasi 10% (2 menit), sedangkan pada cuka kayu hasil penyulingan dengan tingkat konsentrasi 10%, waktu penggumpalannya adalah 4 menit, lebih lama dari cuka kayu *crude*. Hasil ini tidak berbeda dengan penelitian Hendra et al. (2014).

Tabel 1. Hasil pengamatan koagulasi karet menggunakan cuka kayu
Table 1. Observations result of latex coagulant using smoke liquid

Jenis cuka kayu (Type of smoke liquid)	Konsentrasi (Concentration, %)	Waktu pembekuan karet (Coagulation time, minutes)	Kondisi penggumpalan (Conditions of coagulation)	Homogenitas (Homogeneity)	Tekstur (Texture)	Warna (Colour)	Bau (Odour)
Mentah (Crude)	5	3	++	*	Lunak	putih	tidak berbau
	10	2	++	***	Lunak	putih	tidak berbau
	15	2	++	***	Lunak	putih	tidak berbau
	20	3	++	***	Lunak	putih	tidak berbau
Cuka kayu hasil penyulingan (Destilated smoke liquid)	5	8	+	*	Lunak	putih	tidak berbau
	10	4	+	**	Lunak	putih	tidak berbau
	15	4	+	**	Lunak	putih	tidak berbau
	20	4	+	**	Lunak	putih	tidak berbau

Keterangan (Remarks): + sedikit menggumpal (*slightly coagulated*); ++ menggumpal (*coagulated*); * karet dan air tidak terpisah (*Latex and water strongly not separated*); ** karet dan air sedikit terpisah (*Latex and water slightly not separated*); *** karet dan air terpisah sempurna (*Latex and water strongly separated*)

Konsentrasi tinggi mengindikasikan kandungan asam asetat yang lebih banyak. Semakin banyak kandungan asam asetat berdampak semakin cepatnya asam bekerja menurunkan pH lateks sehingga waktu penggumpalan menjadi semakin cepat.

Dalam hal kondisi penggumpalan, cuka kayu *crude* memiliki kondisi yang lebih baik dibandingkan dengan cuka kayu hasil penyulingan. Sebagian besar lateks yang diberi perlakuan cuka kayu *crude* membentuk gumpalan dan menyisakan sedikit air. Sedangkan pada lateks yang diberi perlakuan cuka kayu hasil penyulingan hanya mampu menggumpalkan separuh lateks. Pada *crude* dan cuka kayu hasil penyulingan terdapat kesamaan pada parameter tekstur, warna dan bau yaitu gumpalan bertekstur lunak, berwarna putih dan tidak berbau (Tabel 1).

B. Analisis Sifat Fisiko-Kimia Lateks Hasil Koagulasi

Hasil pengamatan visual menunjukkan koagulasi lateks menggunakan cuka kayu *crude* dan cuka kayu hasil penyulingan pada konsentrasi

10% masing-masing memberikan hasil yang paling baik dalam hal waktu penggumpalan. Kedua jenis lateks hasil koagulasi menggunakan cuka kayu ini diuji sifat fisiko-kimia guna mengetahui apakah penggunaan cuka kayu sebagai koagulan menghasilkan kualitas lateks yang lebih baik atau tidak lebih baik dibandingkan koagulan yang umum digunakan. Analisis sifat fisiko-kimia koagulasi lateks menggunakan cuka kayu secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Kadar karet kering adalah kandungan padatan karet per satuan berat yang dihitung dalam satuan persen. Kadar karet kering penting untuk diketahui karena digunakan sebagai pedoman penentuan harga. Semakin tinggi nilai kadar karet kering semakin baik lateks tersebut (Saputera, Agustina, & Rangkai, 2011). Hasil penelitian menunjukkan nilai kadar karet kering getah karet yang diberi koagulan cuka kayu baik *crude* maupun cuka kayu hasil penyulingan lebih tinggi dibandingkan dengan getah karet yang diberi koagulan asam format. Koagulan cuka kayu *crude* memberikan kualitas paling baik (51,38%) dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis sifat fisiko-kimia koagulasi karet menggunakan cuka kayu
Table 2. Physico-chemical properties analysis of latex coagulant using smoke liquid

Parameter (Parameter)	Hasil penelitian (Research results)		Perbandingan (Comparisons)		
	Getah karet dengan koagulan cuka kayu mentah (<i>Latex using crude smoke liquid</i>)	Getah karet dengan koagulan cuka kayu hasil penyulingan (<i>Latex using destilated smoke liquid</i>)	Getah karet tanpa perlakuan apapun (kontrol) (<i>Latex without treatment, control</i>)	Getah karet dengan koagulan asam format (<i>Latex using formic acid</i>)	SNI karet*) (Indonesian standard of Rubber)
Kadar karet kering (<i>Dry rubber content, %</i>)	51,38	47,23	44,45	42,53	-
PRI (<i>Plasticity retention index</i>)	69,5	29,6	55,8	Tacky	Min. 60
Plastisitas awal (<i>Po</i>) (<i>Initial plasticity</i>)	52,5	54	64,5	42,5	Min. 30
Plastisitas akhir (<i>Pa</i>) (<i>Final plasticity</i>)	36,5	16	36	Tacky	-
Kadar kotoran (<i>Dirt contet, %</i>)	0,02	0,01	0,03	**	Maks 0,10
Kadar abu (<i>Ash content, %</i>)	0,14	0,19	0,58	2,25	Maks 0,75
Kadar Vm (<i>Volatile matter content, %</i>)	0,22	0,20	0,65	0,14	Maks 0,80
Kadar nitrogen (<i>Nitrogen content, %</i>)	0,23	0,20	0,34	0,26	Maks 0,60

Sumber (source) : *) SNI 06-1903 (2000)

Plasticity Retention Index (PRI) adalah ukuran dari besarnya plastisitas karet mentah sebelum dan sesudah pengusangan pada suhu 140°C selama 30 menit. Nilai PRI dapat menunjukkan ketahanan karet terhadap degradasi oksidasi pada suhu tinggi. Bila PRI rendah mengindikasikan karet mudah teroksidasi dan sebaliknya (Bateman, 1963). Hasil penelitian menunjukkan getah karet yang diberi perlakuan koagulasi cuka kayu *crude* mengalami peningkatan nilai kadar karet kering (69,5) dibandingkan dengan getah yang tidak diberi perlakuan apapun atau kontrol (55,8). Hal ini mengindikasikan cuka kayu *crude* sebagai koagulan dapat meningkatkan mutu atau nilai tambah lateks. Pemberian cuka kayu *crude* sebagai koagulan juga memenuhi SNI 06-1903 (2000) SIR yang mensyaratkan nilai PRI untuk karet spesifikasi teknis minimal bernilai 60 (Tabel 2).

Plastisitas awal (P_o) menunjukkan ukuran plastisitas karet yang secara langsung memperkirakan panjangnya rantai polimer molekul atau berat molekul karet (Solichin, 1991). Hasil penelitian menunjukkan getah karet yang diberi perlakuan koagulasi dengan cuka kayu baik *crude* (52,5) maupun cuka kayu hasil penyulingan (54) memiliki nilai P_o yang lebih baik dibandingkan dengan getah karet yang diberi koagulasi dengan asam format (42,5), namun tidak lebih baik dibandingkan dengan getah karet yang tidak diberikan perlakuan apapun (kontrol). Secara keseluruhan nilai P_o getah memenuhi SNI 06-1903 (2000) yang mensyaratkan nilai P_o minimal 30. Hal berbeda terjadi pada nilai plastisitas akhir (P_a) dimana getah karet tanpa perlakuan atau kontrol (36) tidak jauh berbeda dengan getah karet yang diberi perlakuan koagulasi dengan cuka kayu *crude* (36,5) (Tabel 2).

Kotoran pada lateks umumnya berupa tatal kayu, batang atau ranting yang ikut bersama lateks, dedaunan, tanah, pasir serta pengotor yang berasal dari bahan koagulan yang digunakan (Burhanudin, 1995). Hasil penelitian menunjukkan kadar kotoran getah karet yang diberi perlakuan koagulasi dengan cuka kayu hasil penyulingan memiliki nilai yang paling baik (0,01) dibandingkan dengan cuka kayu *crude* maupun kontrol. Hal ini diduga oleh kondisi awal getah karet yang bersih ditunjang dengan cuka kayu hasil penyulingan yang sudah bersih dari tar. Namun secara umum kadar kotoran getah karet yang diberi perlakuan

koagulasi dengan cuka kayu memenuhi SNI 06-1903 (2000) yang mensyaratkan kadar kotoran maksimal sebesar 0,10 (Tabel 2).

Kadar abu di dalam karet memberikan gambaran mengenai jumlah bahan mineral yang terdapat di dalamnya, seperti oksida karbonat, magnesium, kalsium, silika dan unsur lainnya. Bahan-bahan di dalam karet yang meninggalkan abu dapat mengurangi sifat dinamik dari vulkanisasi karet alam (Burhanudin, 1995). Hasil penelitian menunjukkan kadar abu getah karet yang diberi perlakuan cuka kayu *crude* memberikan nilai kadar abu yang paling rendah (0,14) dibandingkan perlakuan lainnya. Secara umum, getah karet hasil koagulasi dengan cuka kayu baik *crude* maupun cuka kayu hasil penyulingan memenuhi persyaratan SNI 06-1903 (Tabel 2).

Kadar zat menguap (*volatile matter/Vm*) adalah kadar air yang masih terkandung di dalam karet mentah yang telah dikeringkan. Kegunaannya untuk memastikan karet yang dihasilkan telah dikeringkan secara sempurna. Karet yang kurang kering selama proses pengeringan akan menghasilkan V_m yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan kadar V_m getah karet dengan koagulasi menggunakan asam format menghasilkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan koagulasi cuka kayu, namun masih dalam level yang memenuhi persyaratan SNI 06-1903 (2000) (Tabel 2).

Lateks mengandung komponen sitoplasma sel tanaman baik berupa senyawa karet maupun senyawa non karet. Senyawa non karet utama dalam lateks adalah protein. Protein merupakan makromolekul yang mengandung nitrogen, karbon hidrogen dan oksigen. Keberadaan protein di dalam lateks mempengaruhi sifat dinamis lateks karena sifatnya polar dan hidrofilik (suka air). Semakin rendah kadar protein atau nitrogen di dalam lateks, semakin baik sifat dinamisnya (Nakade, Kuga, Hayashi, Tanaka, 1997). Hasil penelitian menunjukkan lateks dengan perlakuan koagulasi cuka kayu hasil penyulingan (0,20) dan *crude* (0,23) memiliki nilai kadar nitrogen yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol dan asam format. Hal ini mengindikasikan penggunaan cuka kayu sebagai koagulan karet mampu menurunkan nilai kadar nitrogen pada lateks lebih baik dibandingkan koagulan asam format (Tabel 2).

IV. KESIMPULAN

Cuka kayu yang berasal dari batang pohon pinus (*Pinus merkussi* Jungh. & de Vries) dapat digunakan sebagai alternatif koagulan di industri pengolahan karet. Penggunaan cuka kayu sebagai koagulan menghasilkan lateks dengan tekstur lunak, berwarna putih dan tidak berbau. Kondisi penggumpalan dan tingkat homogenitasnya relatif baik dengan lama waktu penggumpalan yang relatif singkat.

Penggunaan cuka kayu sebagai koagulan dapat meningkatkan nilai KKK dan plastisitas akhir lateks jauh lebih baik dibandingkan asam format. Begitupun nilai PRI karet hasil koagulasi menggunakan cuka kayu *crude* merupakan yang terbaik. Karet hasil koagulasi menggunakan cuka kayu juga dinilai memiliki sifat dinamis yang lebih baik daripada lateks hasil koagulasi dengan asam format. Hal ini ditandai dengan rendahnya kadar nitrogen.

Secara umum untuk proses pengolahan karet berikutnya, parameter yang dinilai yaitu kadar karet kering dan PRI. Semakin tinggi nilai kadar karet kering dan PRI semakin baik mutu karet. Dari uraian diatas, penggunaan cuka kayu *crude* sebagai koagulan paling direkomendasikan karena menghasilkan karet yang paling baik mutunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bateman, L. (1963). *The chemistry and physics of rubber-like substances*. London: McLaren and Sons Ltd.
- Burhanudin, A. (1995). Penentuan analisis Standard Indonesian Rubber (SIR). In *House Training, Pengolahan Lateks Pekat dan Karet Mentah (1)*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Darmawan, S. (2008). *Sifat arang aktif tempurung kemiri dan pemanfaatannya sebagai penyerap emisi formaldehida pada serat berkeringatan sedang*. (Master Tesis). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gani, A. (2007). *Konversi sampah organik menjadi komarasca (kompos-arang aktif-asap cair) dan aplikasinya pada tanaman daun dewa*.
- (Disertasi). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Goutara. (1985). *Dasar pengolahan karet*. Bogor: Agro Industri Press.
- Gumanti, F.M. (2006). *Kajian sistem produksi cuka kayu hasil penyulingan asap tempurung kelapa dan pemanfaatannya sebagai alternatif bahan pengawet mie basah*. (Skripsi Sarjana). FPIK, Institut Pertanian Bogor.
- Guo, J., Luo, Y., Lua, A.C., Chi, R., Ychen, Bao, X., & Xiang, S. (2007). Adsorption of hydrogen sulphide (H_2S) by activated carbons derived from oil-palm shell. *Carbon*, 45, 330-336.
- Hendra, D., Waluyo, T.K., & Sakanandi, A. (2014). Karakteristik dan pemanfaatan asap cair dari tempurung buah bintaro (*Carbera manghas* Linn.) sebagai koagulan getah karet. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(1), 27-35.
- Marwati, T. (2005). *Kajian proses adsorpsi dan pengelatan pada pemucatan minyak daun cengkeh*. (Master Tesis). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nakade, S., Kuga, A., Hayashi M., & Tanaka, Y. (1997). *Highly purified natural ruber IV : preparation and characteristics of gloves and condoms*. Tokyo: The New Rubber Material Research Consortium Japan.
- Pari, G., Nurhayati, T., & Hartoyo. (2000). Kemungkinan pemanfaatan arang aktif kulit kayu *Acacia mangium* Willd untuk pemurnian minyak kelapa sawit. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 18(1), 40-53.
- Saputera, H., Agustina, M., & Rangkai, Y.A. (2011). Uji penggunaan berbagai jenis koagulan terhadap kualitas bahan olah karet (*Hevea brasiliensis*). *Jurnal Agripeat*, 12(2), 47-52.
- Simon, R., Calle, B., Palme, S., Meler, D., & Anklam, E. (2005). Composition and analysis of liquid smoke flavouring primary products. *Journal Food Science*, 24(1), 143-148.
- Solichin, M. (1991). Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas mooney dalam pengolahan SIR 3CV. *Lateks*, 6(2), 67-75.

- Solichin, M. (2007). Penggunaan asap cair deorub dalam pengolahan RSS. *Jurnal Penelitian Karet*, 25(1), 1-12.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2000). Standard Indonesian Rubber. (SNI 06-1903-2000). Badan Standardisasi Nasional.
- Wibowo, S. (2009). *Karakteristik tempurung biji nyamplung (Calophyllum inophyllum Linn) dan aplikasinya sebagai adsorben minyak nyamplung*. (Master Thesis). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.