

RANCANG BANGUN REAKTOR PIROLISIS LIMBAH BIOMASSA DAN PEMANFAATAN DESTILATNYA SEBAGAI PROCESSING AIDS PADA PENGOLAHAN KARET

Dadi R. Maspanger, Agus Alam, dan Adi Cifriadi

Masing-masing Peneliti pada Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

ABSTRAK

Dewasa ini masih banyak limbah industri yang belum dimanfaatkan secara optimal menjadi produk bernilai ekonomi tinggi, termasuk limbah pertanian yang setiap tahunnya diperkirakan mencapai tidak kurang dari 25 juta ton. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya pemanfaatan limbah biomassa melalui kegiatan rancangbangun reaktor pirolisis disertai uji kinerjanya, dan studi pemanfaatan cairan pirolignin sebagai koagulan lateks dan processing aids pada pembuatan barang jadi karet. Hasil percobaan pendahuluan menunjukkan bahwa dengan menggunakan reaktor pirolisis skala prototipe, berhasil diproduksi cairan pirolignin dari limbah kayu karet dengan rendemen 35-43 L/100 kg limbah kayu, arang 25-29 kg/100 kg limbah kayu, dan tar 4-5 kg/100 kg limbah kayu, dengan kebutuhan bahan bakar pemanas briket batubara sebanyak 0,06-0,07 kg/kg umpan limbah kayu/jam. Cairan pirolignin yang dihasilkan memiliki kadar asam 1,2-1,5% dengan pH 2,5-3. Untuk koagulasi lateks kebun (KKK 15%) diperlukan sekitar 55 mL/L lateks. Kemudian hasil pengujian sifat fisik barang jadi karet menunjukkan bahwa tar dapat berfungsi sebagai processing aids.

Kata kunci : limbah biomassa, pirolisis, pirolignin, koagulan lateks, processing aids.

ABSTRACT

A lot of industrial waste disposal isn't yet optimally exploited to become high economics valuable product. Estimated, not less than 25 million tonnes of agriculture waste yielded in Indonesia every year. This research studied agriculture waste utilization by designing, constructing, and testing performance of pyrolytic reactor. Utilization of pyrolignin liquor as latex coagulant and processing aids for rubber goods manufacturing is also studied. The preliminary result by using prototype model of pyrolytic reactor showed that the reactor, from 100 kg of rubber wood, could produce 35-43 L pyrolignin liquor, 25-29 kg charcoal, and 4-5 kg tar. This process used coal briquette as heating fuel of 0.06-0.07 kg/kg wood/hr. Pyrolignin liquor has pH 2.5-3.0 with acid (formic) concentration of 1.2-1.5%. An experiment done for latex coagulation showed that coagulant consumption was about 55 ml/L of fresh latex (drc=15%) at coagulation pH 4.7-5.0. Depending on physical properties of vulcanizate, the tar could use as processing aids for rubber goods manufacturing.

Key words : biomass waste, pyrolysis, pyrolignin, latex coagulant, processing aids.

PENDAHULUAN

Berdasarkan tingkat produksi dan komposisi produk samping dari tanaman pertanian/kehutanan, potensi ketersediaan limbah biomassa di Indonesia sesungguhnya cukup besar, yakni mencapai 25 juta ton, antara lain berupa jerami sebanyak 1,4 juta ton, sekam padi 5,7 juta ton, sabut kelapa 6,7 juta ton, sisa-sisa pemotongan kayu 1,4 juta ton, limbah penggergajian kayu 1,1 juta ton, tempurung kelapa 1,9 juta ton, limbah kayu karet 1,8 juta ton dan tongkol jagung mencapai 1,3 juta ton (Sasmojo, 1980).

Jenis-jenis limbah biomassa di atas sebagian telah mulai dimanfaatkan menjadi produk yang memberikan nilai tambah yang nyata. Namun sebagian besar masih tetap dibiarkan membusuk atau dibakar dengan dampak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan disekitarnya.

Mulato (1991) mempelajari potensi ketersediaan sisa kayu karet untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi. Dari studi kasus untuk sebuah PTPN yang memiliki luas area tanaman karet 26.873 ha, menghasilkan karet sebanyak 42.328 ton/th, dan kayu hasil peremajaan sebanyak 60.464 m³/tahun. Kebutuhan kayu untuk pengeringan karet sitnya adalah sebanyak 52.900 m³/th, sehingga masih ada sisa sebanyak 6.492 m³/tahun yang sesungguhnya dapat dimanfaatkan, antara lain dengan cara dipirolisis.

Melalui teknik pirolisis, limbah biomassa sesungguhnya dapat dikonversi menjadi produk yang berguna sebagai bahan baku industri, antara lain untuk menghasilkan arang, tar, resin, asam-asam lemah seperti format, asetat, senyawa-senyawa alkohol dan asam-asam lemak esterisis (Warniyati, 1980). Untuk keperluan pengolahan karet dan barang jadinya, asam format dan asetat digunakan terutama untuk proses koagulasi lateks. Sedangkan tar dan resin biasa dipakai sebagai bahan bantu proses pembuatan barang jadi karet, dengan fungsi mempermudah pencampuran, memperlancar proses pembentukan/*forming*, dan turut memperbaiki sifat-sifat mutu produk (Stern, 1987).

METODOLOGI

Rancang Bangun dan Uji Kinerja Reaktor Pirolisis

Reaktor dilengkapi dengan 2 buah kondensor untuk meningkatkan efektifitas pengembunan gas/asap. Dibagian dasar reaktor pirolisis dipasang dapur pemanas dengan bahan bakar dari limbah biomassa itu sendiri atau dengan menggunakan briket batubara. Pembuatan alat dilakukan di bengkel BPTK Bogor. Jenis limbah yang akan dicoba dibatasi hanya berupa kayu karet.

Uji kinerja reaktor pirolisis terdiri atas berbagai perlakuan dan pengamatan seperti : suhu pirolisis, jumlah limbah kayu, pengaturan suplai udara, debit aktual destilat, asap terbuang, pH, dan kadar asam di dalam cairan pirolignin.

Studi Pemanfaatan Destilat Cairan Pirolignin pada Pengolahan Karet

Selanjutnya lateks hasil koagulasi dengan cairan pirolignin, lalu dijadikan karet sit asap melalui prosedur preparasi sebagaimana yang biasa dilakukan di pabrik-pabrik sit asap.

Percobaan dilaksanakan di Pabrik Percobaan BPTK Bogor, meliputi beberapa perlakuan dan pengamatan, seperti : derajat keasaman, jumlah destilat per liter lateks kebun, dan kadar karet kering lateks kebun. Hasil karet kemudian diuji sifat-sifat mutunya. Analisis dan pengujian dilakukan di laboratorium fisika BPTK Bogor menurut prosedur SIR Manual 1975. Hasil yang didapat dibandingkan dengan hasil uji untuk karet sit asap yang pengolahannya menggunakan koagulan yang umum (asam semut/format)

Kemudian karet kering yang dihasilkan dijadikan sampel barang jadi karet. Percobaan dilaksanakan di Pabrik Percobaan Barang Jadi Karet BPTK Bogor. Komponen yang dihasilkan kemudian dimasak/vulkanisasi dan diuji sifat-sifat fisik vulkanisat seperti kekuatan tarik, ketahanan robek, hardness dan ketahanan kikis. Pengujian mengacu kepada standar pengujian ISO 3417 untuk pengujian karakteristik vulkanisasi, dan ASTM D 412/ASTM D 573 untuk pengujian sifat fisik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang Bangun Reaktor Pirolisis

Reaktor pirolisis tersusun atas 2 buah unit kondensor, tungku pembakaran, tempat umpan, tempat destilat, dan tangki pengendap. Pembakaran limbah biomassa menggunakan bahan bakar briket batubara

Pada Gambar 1 ditampilkan disain teknis reaktor dan pada Gambar 2 ditampilkan visual reaktor pirolisis yang telah berhasil dirancangbangunkan. Reaktor jika diisi penuh mampu menampung sampai 250 kg kayu/batch. Reaktor berukuran keseluruhan : panjang x lebar = 95 cm x 95 cm, dan tinggi 220 cm.

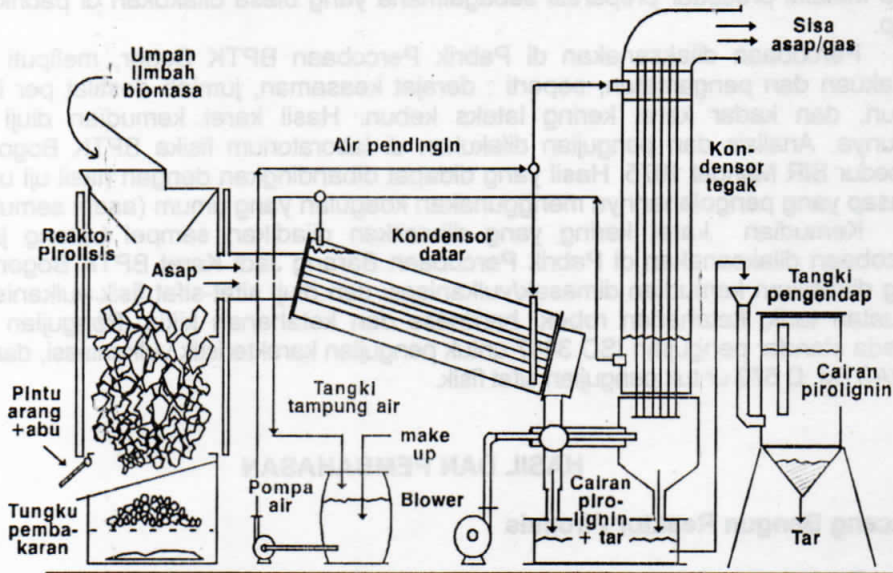
Reaktor dilengkapi dengan 2 buah kondensor, yang satu vertikal dan satunya lagi horisontal. Sebagian besar cairan pirolignin terkondensasi pada reaktor datar, sisanya bersama-sama tar terkondensasi di kondensor tegak. Kondensor datar berukuran \varnothing 60 cm, panjang 160 cm, diisi dengan 32 pipa aluminium 1 inch tempat lewat asap. Reaktor tegak berbentuk kotak berukuran 40 cm x 40 cm, tinggi 270 cm dan berisi 16 buah pipa aluminium 1 inch.

Ke dalam kondensor dialirkan air pendingin untuk kondensasi asap dan tar. Guna menghemat, air bekas pendinginan disirkulasi kembali dan sewaktu-waktu ditambahkan air dari luar agar volume air pendinginnya tetap. Untuk keperluan sirkulasi air, digunakan pompa listrik 50 watt.

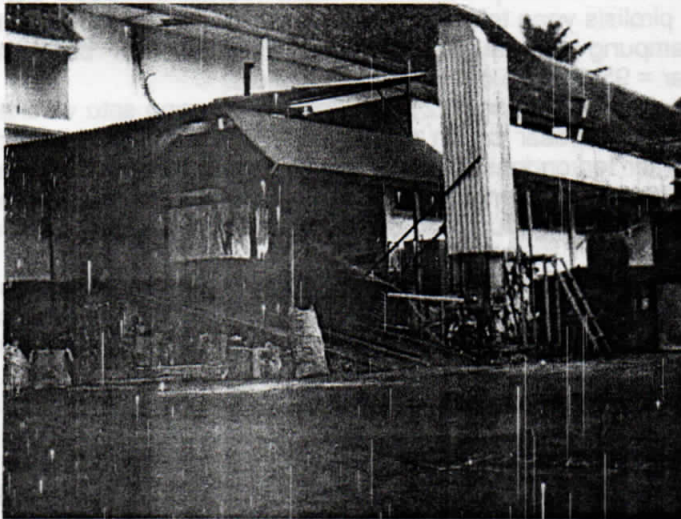
Sebuah blower berkekuatan 3 HP digunakan untuk mengisap asap yang keluar dari kondensor datar, selanjutnya sisa asap dihembuskan ke dalam kondensor tegak. Penggunaan blower ditujukan untuk mempercepat laju pengeluaran asap dari dalam reaktor pirolisis sekaligus membantu mempercepat kondensasi asap dan tar. Untuk pemanasan biomassa agar terjadi reaksi pirolisis, dibagian bawah reaktor dipasang tungku berbahan bakar briket batu bara. Di bagian dinding bawah reaktor, di atas bagian tungku pemanas, dipasang pintu pengeluaran abu dan arang sisa pirolisis. Destilat yang

Makalah Teknis

berhasil dikondensasi, kemudian dipindahkan ke dalam tangki pengendap untuk memisahkan tar dari cairan pirolignin.



Gambar 1. Rancangan reaktor pirolisis limbah biomassa



Gambar 2. Visual prototipe reaktor pirolisis di BPTK Bogor

Uji Kinerja Reaktor Pirolisis

Pada Tabel 1 disajikan hasil uji kinerja reaktor pirolisis pada rentang suhu 350-380 °C dengan umpan limbah kayu sebanyak 30 sampai 90 kg/batch, dan laju suplai udara sekitar 0.5-1 m³/menit. Tampak bahwa peningkatan jumlah umpan yang disertai peningkatan lamanya waktu operasi berakibat meningkatkan perolehan cairan pirolignin.

Rendemen cairan pirolignin asal kayu karet 35-43 L/100 kg kayu, rendemen arang 25-29 kg/100 kg limbah kayu, dan tar 4-5 kg/100 kg limbah kayu. Dengan demikian asap yang terbuang, asap yang tidak berhasil terkondensasi (disebabkan bersifat sangat *volatile*), paling banyak sekitar 11 kg/100 kg umpan kayu. Hasil pengamatan konsumsi bahan bakar menunjukkan bahwa dengan menggunakan briket batubara untuk pirolisis kayu karet diperlukan 16 kg/(30 kg kayu karet x 8 jam operasi) sampai 98 kg/(90 kg kayu karet x18 jam) atau sekitar 0.06-0.07 kg briket/kg umpan kayu / jam.

Tabel 1. Perolehan arang, tar dan cairan pirolignin hasil pirolisa kayu pada suhu 350-380 °C

Limbah bio-massa	Umpan per batch, kg	Waktu pirolisis, Jam	Arang, kg	Tar, kg	Cairan pirolignin			Rata-rata bahan bakar briket batu bara, kg
					Vol, L	pH	Kadar Asam ^{*)} , %	
Kayu Karet	30	6-8	7-10 (29.3)	0.8-2 (4.2)	10-11.5 (35.7)	2.5-3	1.2-1.5	16
	60	10-12	14-17 (26.1)	2-3.5 (4.6)	20-25 (38.1)	2.5-3	1.2-1.5	42
	90	16-18	19-27 (25.3)	2.1-6 (5.2)	35-42.5 (43.1)	2.5-3	1.2-1.5	91

Keterangan :

- ^{*)} Sebagai asam format

- Nilai di dalam kurung menyatakan rendemen rata-rata, kg/100kg berat umpan kayu

Pemanfaatan Cairan Pirolignin dan Tar untuk Pengolahan Karet

a. Cairan pirolignin sebagai koagulan pada pembuatan karet sit

Koaguasi lateks kebun dilaksanakan sebagai berikut :

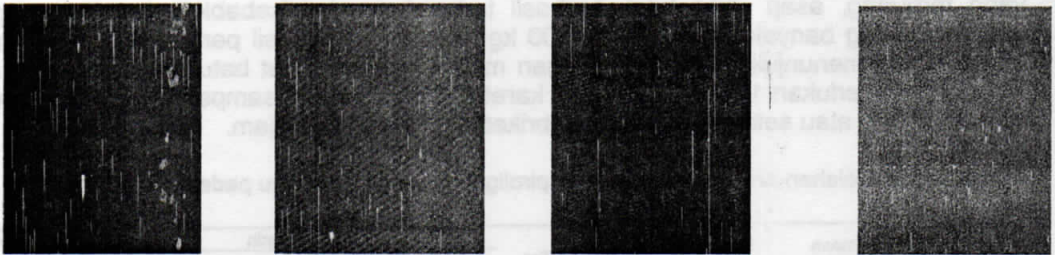
1. Lateks kebun terlebih dulu diencerkan sampai kkk 15%
2. Kemudian kedalam lateks tersebut ditambahkan cairan pirolignin berkadar asam 1%, 0.5%, dan 0.25%, masing-masing sebanyak 55.5 ml/L lateks, diaduk merata dan dicatat waktu yang diperlukan untuk penggumpalan sempurna. Sebagai kontrol digunakan asam format 1%. Hasil pengamatan waktu koagulasi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan waktu untuk koagulasi sempurna latek kebun

Bahan Penggumpal	Kadar asam (%)	ml/ml lateks (kkk15%)	Lama koagulasi (menit)
Asam Format (kontrol)	1	55.5	30
	1	55.5	45
Cairan pirolignin asal kayu karet	0.5	55.5	60-90
	0.25	55.5	>120

Pada Tabel 2 di atas tampak bahwa kebutuhan waktu koagulasi lateks dengan cairan pirolignin kadar asam 1 % hampir setara dengan menggunakan bahan penggumpal asam format. Semakin rendah kadar asam, makin lama pula waktu koagulasinya.

Visual karet kering yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 3. Tampak bahwa karet hasil perlakuan konvensional dan hasil cairan pirolignin kayu karet 1% memiliki warna coklat dengan saturasi (ketuaan) yang hampir sama.



Gambar 3. Perbandingan visual sit hasil pengeringan

Keterangan :

- (a) Konvensional RSS (kontrol), koagulasi dengan asam format 1%, dikeringkan secara pengasapan dengan bahan bakar kayu karet
- (b) Koagulasi dengan cairan pirolignin kayu karet berkadar asam 1%, dikeringkan dengan bahan bakar briket batubara
- (c) Koagulasi dengan cairan pirolignin kayu karet berkadar asam 0.5%, dikeringkan dengan bahan bakar briket batubara
- (d) Konvensional ADS (kontrol), koagulasi dengan asam format 1%, dikeringkan dengan bahan bakar briket batubara

Pada Gambar 3 tampak bahwa karet kering hasil perlakuan dengan cairan pirolignin 0.5% masih memiliki tingkat saturasi dan homogenitas warna yang masih bisa dinilai sebagai RSS1.

Dari hasil uji sifat mutu karet mentah (Tabel 3), tampak bahwa sifat-sifat teknis sit hasil berbagai perlakuan tanpa atau menggunakan cairan pirolignin, tanpa atau dengan pengasapan, secara keseluruhan memiliki sifat-sifat mutu yang hampir sama (rentang nilainya yang sempit), yakni kadar kotoran berkisar 0.033-0.040%, kadar abu 0.22-0.27%, kadar zat menguap 0.45-0.51%, plastisitas awal (Po) 56-61, dan PRI 82-86.

Tabel 3. Hasil pengujian sifat-sifat teknis sit asap

Kode Sampel	Kotoran (%)	Abu, (%)	Zat menguap (%)	Po	PRI	Visk. Mooney
a	0.038	0.24	0.49	57	83.1	90
b	0.034	0.22	0.50	58	83.5	87
c	0.040	0.27	0.45	61	82.1	91
d	0.033	0.26	0.51	56	85.7	84

Keterangan :

- (a) Konvensional RSS (kontrol), koagulasi dengan asam format 1%, dikeringkan secara pengasapan dengan bahan bakar kayu karet
- (b) Koagulasi dengan cairan pirolignin kayu karet berkadar asam 1%, dikeringkan dengan bahan bakar briket batubara

- (c) Koagulasi dengan cairan pirolignin kayu karet berkadar asam 0.5%, dikeringkan dengan bahan bakar briket batubara
- (d) Konvensional ADS (kontrol), koagulasi dengan asam format 1%, dikeringkan dengan bahan bakar briket batubara

Ditinjau dari sifat-sifat teknisnya, cairan pirolignin tidak berpengaruh terhadap mutu sit, namun karena mutu sit selama ini dinilai berdasarkan penampakan visual (warna, keseragaman, gelembung, cacat, noda/fleks), maka diperoleh petunjuk bahwa cairan pirolignin kayu karet berkadar asam 0.5-1% masih mampu menghasilkan RSS1.

b. Tar sebagai *processing aids* barang jadi karet

Pada Tabel 4 disajikan formula kompon karet untuk menguji kemampuan tar sebagai *processing aids* pada pembuatan barang jadi karet. Pada Tabel 5 ditampilkan hasil pengujian sifat fisika barang jadi karetnya dibandingkan dengan hasil dari *processing aids* komersial yakni *aromatic oil*.

Tabel 4. Formula kompon karet untuk pengujian tar sebagai *processing aids*

Bahan kompon karet	Kontrol (phr)	Tar (phr)
RSS1	100	100
N330	50	50
ZnO	5	5
As.Stearat	2	2
S	2	2
IPPD	1	1
MBTS	1	1
DPG	0.2	0.2
<i>Aromatic Oil</i> (komersial)	5	-
Minyak Tar	-	5

Tabel 5. Hasil uji sifat mutu vulkanisat berpengisi *processing aids* tar

Sifat mutu	Vulkanisat Kontrol	Vulkanisat berpengisi Tar
Kekerasan, shore A	70	72
Tegangan tarik, N/mm ²	28.0	25.4
Perpanjangan putus, %	550	540
Ketahanan Sobek, N/mm ²	15.3	15.5
Density, g/cc	1.135	1.135
Ketahanan Kikis, mm ³	120.8	115.8
Ketahanan lekuk-lentur, kcs	160	180

Pada Tabel 5 terlihat bahwa tar mampu berfungsi dengan baik sebagai *processing aids*, yakni ditandai dengan kemampuannya meningkatkan ketahanan kikis dan leku-kentur. Jika digunakan *processing aids* komersial (*aromatic oil*), volume vulkanisat yang terkikis 120.8 mm³ dan vulkanisat mengalami retak setelah dileku-kentur 160000 cycle. Namun jika digunakan tar, volume terkikis menurun menjadi 115.8 mm³ dan keretakan baru terjadi setelah 180.000 cycle.

KESIMPULAN

Hasil percobaan pendahuluan menunjukkan bahwa dengan menggunakan reaktor pirolisis skala prototipe, berhasil diproduksi cairan pirolignin dari limbah kayu karet dengan rendemen 35-43 l/100 kg limbah kayu, arang 25-29 kg/100 kg limbah kayu, dan tar 4-5 kg/100 kg limbah kayu, dengan kebutuhan bahan bakar pemanas briket batubara sebanyak 0,06-0,07 kg/kg umpan limbah kayu/jam. Cairan pirolignin yang dihasilkan memiliki kadar asam 1-1,5% dengan pH 2,5-4. Untuk koagulasi lateks kebun (KKK 15%) diperlukan sekitar 55 mL/L lateks. Kemudian hasil pengujian sifat fisik barang jadi karet menunjukkan bahwa tar dapat berfungsi sebagai *processing aids*.

DAFTAR PUSTAKA

- Balfast, J., (1993). *Status of research and development on rubberwood in Indonesia*. Int. Forum on Invest. Opportunities in the Rubberwood Industry, Kuala Lumpur, 20-22 Sept. 1993.
- Goldstein, L (1976). *Wood Technology, Chemical Aspects*, ACS Meeting, San Francisco, August 31.
- Kuriyama (1961). *Destructive distillation of wood*. Ben Brother Limited, London.
- Mulato, Sri. (1991). *Kemungkinan pemanfaatan kayu karet sebagai sumber energi termal dan energi listrik*. Laporan Internal BPP Bogor.
- Sasmojo, S., Susanto, H., Purwasasmita, M. dan Manurung. (1980). *Hasil kajian tentang konversi limbah pertanian menjadi bahan sumber energi dengan cara gasifikasi*. Lokakarya Pengembangan Energi Non-Konvensional, Desember, Jakarta, 28-29 Januari, 1980.
- Stern, H.J. (1987). *Rubber, Natural and synthetic*. Palmerton Publishing Co. Inc. Mac Laren and Sons, New York.
- Warnijsti, Sri., Bagus Agra, Ida, (1980). *Pirolisis Kulit Biji Jambu Mute.*, Kongres PII, Gresik.