

PEMANFAATAN SKRAP KARET ALAM UNTUK PRODUKSI *BROWN CREPE* (BRCR) MENGGUNAKAN PENERING SURYA DAN PENERING SEMI TERBUKA

The Utilization of Natural Rubber Scrap for The Brown Crepe (BRCR) Production Using Solar Dryer and Semi-open Dryer

Afrizal Vachlepi

Jalan Raya Palembang-Pangkalan Balai Km.29 Sembawa
Banyuasin, Sumatera Selatan
Email : A_Vachlepi@yahoo.com

Diterima 6 April 2020 / Direvisi 15 Mei 2020 / Disetujui 4 Juni 2020

Abstrak

Skrap adalah koagulum yang berasal dari lateks pada saat penyadapan dan menggumpal secara alami pada bidang sadap pohon karet, hingga saat ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Pada penelitian ini skrap dicoba dijadikan *brown crepe* (BRCR) dengan menggunakan mesin giling kreper, dilanjut dikeringkan dengan menggunakan penering surya. Perlakuan terdiri atas jenis bahan olah karet (skrap dan lum mangkok) dan metode pengeringan (ruangan semi terbuka dan ruangan penering matahari). Parameter yang diamati terdiri atas lama pengeringan, penentuan mutu secara visual dan penentuan mutu teknis (plastisitas awal/*Po*, indeks ketahanan plastisitas/*PRI*, viskositas *Mooney* dan kadar abu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa skrap dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan BRCR, baik menggunakan ruangan semi terbuka maupun ruangan penering surya. Pengeringan menggunakan ruangan penering surya lebih cepat dibandingkan ruangan semi terbuka. Produk BRCR yang diolah dari skrap hanya memenuhi persyaratan jenis mutu BRCR 3X. Produk BRCR dari skrap mempunyai nilai plastisitas dan viskositas yang lebih rendah dibandingkan BRCR dari lum mangkok, tetapi mempunyai kadar abu yang lebih tinggi.

Kata kunci: skrap, *brown crepe*, penering surya

Abstract

*The scrap is natural rubber coagulum, coagulated naturally in the tapping panel of the rubber tree, until now scrap still not optimally utilized. In this study scrap was tried to be used as a raw material for manufacturing of brown crepe (BRCR), by milling with creper machine followed by drying with solar drying system. The treatment consists of the type of raw rubber materials (scrap and cup lump) and the drying method (semi-open room and solar-drying room). The parameters consist of drying time, visual quality grading and technical quality determination (initial plasticity/*Po*, plasticity retention index/*PRI*, *Mooney* viscosity and ash content). The results showed that the scrap can be used as a raw material for producing BRCR, both using a semi-open room and a sun-drying room. Sun drying room dries faster than semi-open room. The BRCR products that are processed from scrap only meet the requirements of the quality type of BRCR 3X. The BRCR products from scrap has lower plasticity and viscosity values than BRCR from cup lump, but has higher ash content.*

Keywords: scrap, brown crepe, solar drying

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara penghasil karet alam terbesar kedua di dunia setelah Thailand. Total produksi karet alam Indonesia pada tahun 2018 mencapai 3,54 juta ton

(Badan Pusat Statistik, 2019). Produk yang dihasilkan perkebunan karet berupa lateks yang diperoleh dengan cara penyadapan (*tapping*) pada pohon karet (*Hevea brasiliensis*). Dalam prakteknya, lateks biasanya dibiarkan menggumpal secara alami atau sengaja digumpalkan menggunakan bahan penggumpal (koagulan) di dalam mangkok sadap yang sering disebut lum mangkok (*cup lump*). Lum mangkok merupakan bahan olah karet yang paling dominan dihasilkan oleh perkebunan karet rakyat (Iswari, 2016; Vachlepi *et al.*, 2016; Wiyanto dan Kusnadi, 2013). Lum mangkok inilah yang diperjualbelikan dan diolah menjadi karet ekspor SIR (*Standard Indonesian Rubber*).

Selain lum mangkok, penyadapan tanaman karet juga akan menghasilkan produk samping berupa skrap yang pemanfaatannya belum dimaksimalkan bahkan tidak jarang hanya dibuang di sekitar kebun karet. Skrap adalah lateks karet alam yang menggumpal secara alami di alur/bidang sadap pohon karet setelah proses penyadapan. Potensi skrap setiap tanaman karet berbeda-beda tergantung usia tanaman kaitannya dengan ukuran batang pohon karet. Semakin tua tanaman karet ukuran batang semakin besar maka potensi skrap yang dihasilkan juga semakin besar. Potensi skrap yang besar ini perlu dioptimalkan terutama untuk meningkatkan pendapatan petani karet.

Skrup dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi karet alam jenis *brown crepe* (BRCR). Bahan baku utama yang biasa digunakan untuk memproduksi BRCR berupa lum mangkok. Produk karet alam BRCR biasanya digunakan untuk memproduksi barang jadi karet padat tertentu. Dalam memproduksi BRCR, proses pengeringan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lainnya menggunakan udara panas yang umumnya berasal dari pembakaran biomassa dan menggunakan angin (kering-angin). Pada proses pengeringan menggunakan udara panas, karet alam BRCR disimpan di dalam ruang pengering tertutup yang dialiri udara panas. Sementara pada proses pengeringan menggunakan angin (kering-angin), karet

alam BRCR hanya disimpan di ruangan semi terbuka atau ruangan beratap tanpa dinding penutup.

Sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai sumber energi potensial berupa sinar matahari. Waktu penyinaran matahari di Indonesia bisa dikatakan sama sepanjang tahun. Dalam industri karet alam, energi sinar matahari masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini disebabkan karet alam termasuk bahan alam yang mudah teroksidasi oleh sinar matahari (sinar ultraviolet) sehingga pemanfaatannya tidak boleh dilakukan secara langsung. Ada dua mekanisme oksidasi ultraviolet pada karet alam, yaitu menyerang ikatan rangkap dan satunya menyerang kelompok metilen dan metil (Kim *et al.*, 2016). Untuk memanfaatkan energi sinar matahari dalam proses pengeringan karet alam, saat ini sudah dirancang bangun ruangan pengering matahari menggunakan sistem kolektor panas (pemanasan tidak langsung). Kolektor panas matahari umumnya terdiri dari pelat penyerap yang memiliki konduktivitas termal yang baik (Ramadhan *et al.*, 2017). Panas yang tersimpan pada kolektor akan dialirkan ke dalam ruang pengering. Pemanfaatan energi matahari ini dapat menggantikan penggunaan biomassa sebagai sumber energi. Tham *et al.* (2014) dan Ekphon *et al.* (2013) menyatakan bahwa proses pengeringan merupakan salah satu proses yang memerlukan energi cukup besar dalam industri karet alam.

Pemanfaatan skrap untuk produksi BRCR menggunakan pengering berbasis energi matahari diduga akan berpengaruh dalam proses pengeringan dan mutu teknis produk BRCR yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh penggunaan skrap sebagai bahan baku produksi BRCR terhadap proses pengeringan dan mutu teknis produk BRCR.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pusat Penelitian Karet

Sembawa, Sumatera Selatan. Bahan yang digunakan terdiri atas skrap (Gambar 1) dan lum mangkok dari kebun percobaan Pusat Penelitian Karet Sembawa, terpentine mineral dan koreo TS. Peralatan yang digunakan berupa mesin kreper, gilingan terbuka, prototipe pengering berbasis energi matahari, oven, plastimeter, *Mooney* viskometer, neraca digital, termo-RH meter digital dan *furnace*.

Metodologi

Perlakuan yang diberikan terdiri atas jenis bahan olah karet (bokar) dan metode pengeringan. Jenis bokar yang digunakan berupa skrap dan lum mangkok (*cup lump*) sebagai kontrol. Metode pengeringan yang digunakan pada penelitian ini berupa pengeringan dengan cara penggantungan atau kering-angin (ruangan semi terbuka) dan pengeringan menggunakan prototipe ruang pengering berbasis energi sinar matahari (ruangan pengering matahari) berkapasitas 300 kg karet kering (Gambar 2).

Parameter pengamatan pada penelitian ini terdiri atas lama pengeringan, penentuan mutu secara visual berdasarkan standar mutu pada *Green Book* (*Rubber Manufacturers Association*, 1979) dan penentuan mutu teknis sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-

1903-2000 (Badan Standardisasi Nasional, 2000). Parameter mutu teknis yang dianalisa plastisitas awal (P_0), indeks ketahanan plastisitas (*plasticity retention index/PRI*), viskositas *Mooney* dan kadar abu.

Pembuatan *Brown Crepe* (BRCR)

Bahan olah karet (bokar) yang digunakan berupa skrap dan lum mangkok dengan berat masing-masing sekitar 5 kg. Bokar selanjutnya digiling menggunakan mesin kreper menjadi lembaran *crepe* basah. Lembaran ini dipotong menjadi dua bagian dimana setiap bagian akan dikeringkan sesuai dengan perlakuan metode pengeringan. Lembaran *crepe* basah untuk perlakuan penggantungan (kering-angin) diletakkan di ruangan semi terbuka dengan atap dari seng. Lembaran *crepe* basah lainnya dikering di dalam ruangan pengering matahari.

Selama proses pengeringan diamati suhu dan kelembapan rata-rata setiap ruangan pengering terutama pada siang hari. Lama pengeringan lembaran *crepe* pada setiap ruangan (metode pengeringan) dicatat. Setelah produk karet alam BRCR kering, selanjutnya dilakukan analisa mutu secara visual dan mutu teknis sesuai dengan standar *Green Book* dan SNI 06-1903-2000.



Gambar 1. Skrap karet alam yang digunakan sebagai bahan baku BRCR



Gambar 2. Ruang pengering karet alam menggunakan energi surya

Hasil dan Pembahasan

Proses Pengeringan

Pengeringan adalah proses penghilangan kadar air dengan tujuan mengawetkan, memudahkan pengangkutan, dan mempersiapkan bahan untuk proses berikutnya. Proses ini merupakan tahapan penting untuk memastikan mutu produk yang konsisten (Ng *et al.*, 2015). Proses ini juga dapat menentukan kualitas akhir karet alam karena tanpa pengeringan tidak dapat dihasilkan karet alam dengan mutu yang memenuhi persyaratan spesifikasi sesuai yang diperlukan (Maspanger *et al.*, 1999). Berdasarkan Tabel 1 diperoleh informasi bahwa pemilihan metode pengeringan mempengaruhi lama proses pengeringan karet alam BRCR, baik yang diolah dari skrap maupun dari lum mangkok.

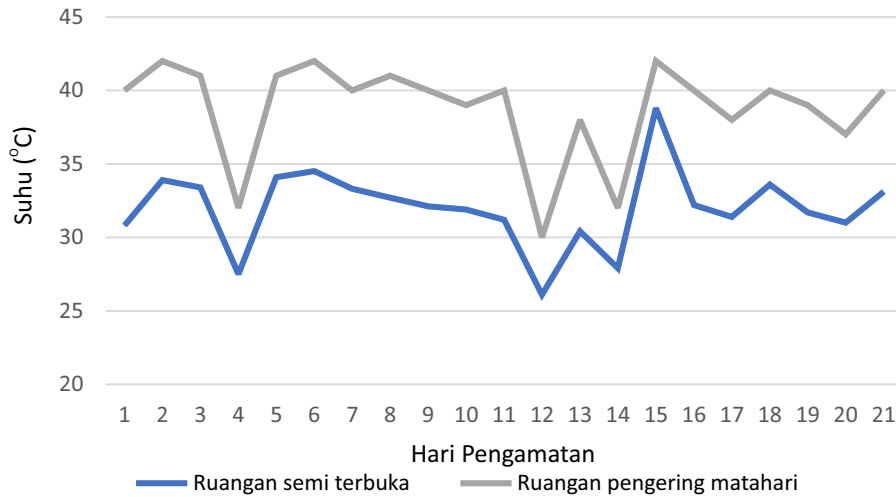
Karet alam BRCR yang dikeringkan di dalam ruangan pengering matahari lebih cepat kering dibandingkan ruangan semi terbuka

(Tabel 1). Fenomena ini terjadi karena suhu pengeringan di dalam ruangan pengering matahari rata-rata lebih tinggi dibandingkan ruangan semi terbuka (Gambar 3). Sementara kelembapan udara pada kedua ruangan tersebut relatif sama (Gambar 4). Proses pengeringan karet alam BRCR menggunakan ruangan pengeringan matahari berlangsung sekitar 14 hari. Waktu pengeringan yang cukup lama ini disebabkan pada malam hari tidak dilakukan pemanasan/pengeringan. Proses pengeringan hanya mengandalkan energi dari sinar matahari pada siang hari. Penelitian Dangphonthong *et al.* (2017) menunjukkan pengeringan karet alam dapat dilakukan lebih cepat (sekitar 3-5 hari) dengan kombinasi energi surya dan *gasifier* biomassa. Pemanasan malam hari dapat dilakukan menggunakan *gasifier* biomassa. Walaupun masih belum termasuk cepat, proses pengeringan menggunakan ruangan pengering matahari masih lebih baik dibandingkan ruangan semi terbuka yang memerlukan waktu sekitar 21 hari.

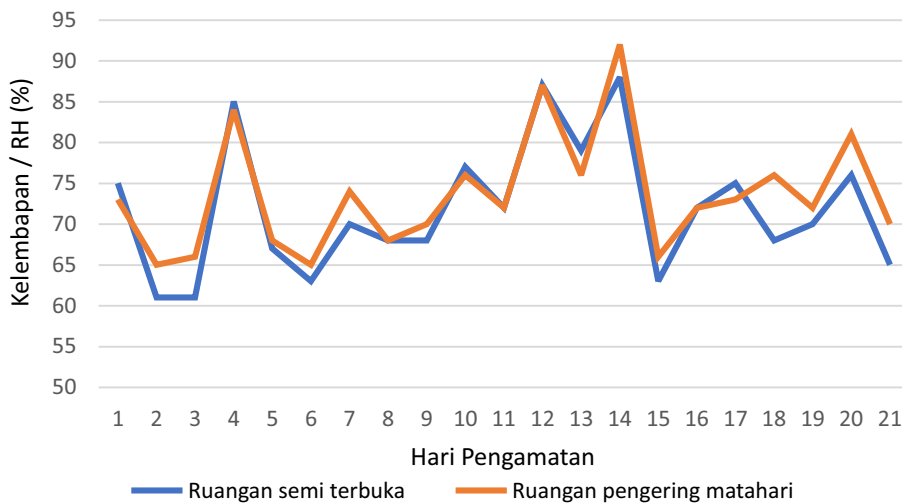
Pemanfaatan skrap karet alam untuk *produksi Brown Crepe* (BRCR) menggunakan pengering surya dan pengering semi terbuka

Tabel 1. Lama pengeringan BRCR setiap perlakuan.

Jenis bokar	Metode Pengeringan	
	Ruangan Semi Terbuka	Ruangan Pengering Matahari
Skrap	21 hari	14 hari
Lum mangkok	21 hari	14 hari



Gambar 3. Suhu rata-rata proses pengeringan pada siang hari karet alam BRCR pada berbagai metode pengeringan



Gambar 4. Kelembapan rata-rata udara pada siang hari selama proses pengeringan

Penentuan Mutu Secara Visual

Dalam proses penjualannya, penentuan mutu karet alam BRCR dilakukan secara visual menggunakan standar mutu internasional yang tercantum dalam *Green Book*. Dari penentuan secara visual diperoleh informasi bahwa BRCR yang diproduksi dari bokar skrap hanya memenuhi standar mutu BRCR 3X dimana produk ini mempunyai warna coklat gelap, bersih dan kering. Warna BRCR yang lebih gelap terjadi karena proses oksidasi pada skrap saat masih di bidang sadap pohon karet yang kontak dengan udara. Sementara produk BRCR dari lum mangkok mempunyai warna coklat muda sehingga termasuk ke dalam jenis mutu BRCR 1X. Kategori jenis mutu BRCR dari berbagai perlakuan ditampilkan pada Tabel 2. Perbedaan warna produk BRCR antara yang diproses menggunakan bokar skrap dan lum mangkok ditampilkan pada Gambar 5.

Plastisitas Karet Alam

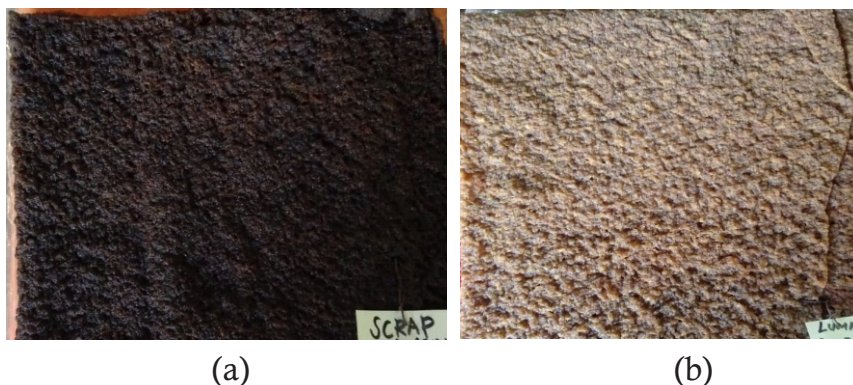
Parameter mutu plastisitas karet alam yang dianalisa berupa plastisitas awal (P_0) dan indeks ketahanan plastisitas (*plasticity retention index/PRI*). Kedua parameter mutu ini merupakan parameter dasar untuk menentukan mutu karet lembaran (Achmadi *et al.*, 2015). Plastisitas awal (P_0) adalah ukuran plastisitas karet yang secara tidak langsung memperkirakan panjangnya rantai polimer molekul atau berat molekul (BM) karet. Sedangkan PRI adalah suatu ukuran ketahanan karet terhadap pengusangan (oksidasi) pada suhu tinggi.

Seperti terlihat pada Tabel 3, penggunaan skrap sebagai bahan baku pembuatan BRCR ternyata berpengaruh terhadap plastisitas karet alam yang dihasilkan. Nilai P_0 dan PRI dari BRCR yang diproses menggunakan bokar skrap lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan lum mangkok. Hal ini terjadi karena skrap mengandung kontaminan berupa

Tabel 2. Kategori jenis mutu BRCR dari berbagai perlakuan.

Jenis Perlakuan		Jenis Mutu ^{*)}		
Bahan Olah Karet	Metode Pengeringan	BRCR 1X	BRCR 2X	BRCR 3X
Skrap	Ruangan Semi Terbuka	-	-	100%
	Ruangan Pengereng matahari	-	-	100%
Lum mangkok	Ruangan Semi Terbuka	100%	-	-
	Ruangan Pengereng matahari	100%	-	-

^{*)} berdasarkan standar mutu Green Book (Rubber Manufacturers Association, 1979).



Gambar 5. Produk BRCR yang diproduksi dari bahan olah karet berupa skrap (a) dan lum mangkok (b)

Tabel 3. Nilai plastisitas karet alam BRCR dengan berbagai perlakuan.

Jenis Perlakuan		Nilai Plastisitas	
Bahan Olah Karet	Metode Pengeringan	Po	PRI
Skrap	Ruangan Semi Terbuka	39	61,54
	Ruangan Pengering matahari	49	67,35
Lum mangkok	Ruangan Semi Terbuka	49	77,55
	Ruangan Pengering matahari	53	72,26

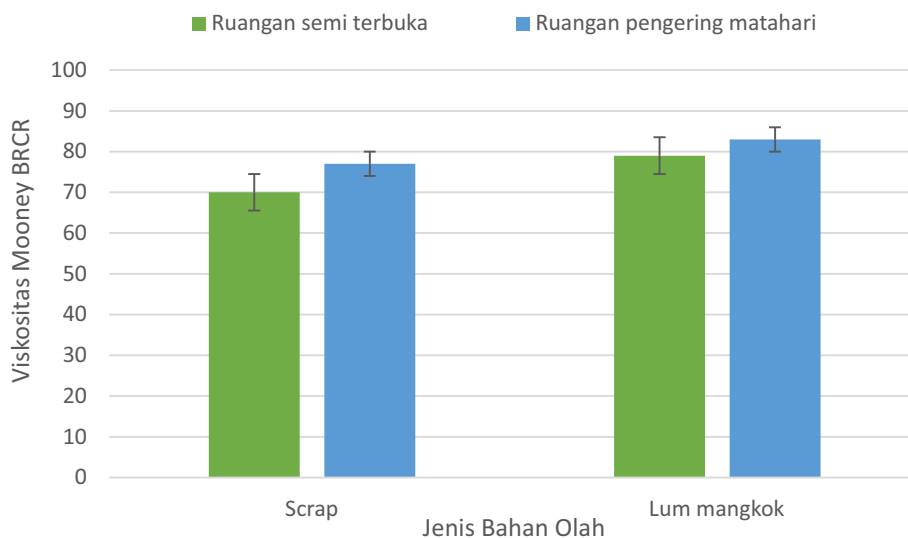
sisia kulit pohon karet yang berkisar 1-2%. Adanya kontaminan ini dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme pada skrap yang dapat menurunkan mutu karet. Mikroorganisme akan merusak protein pada karet alam terutama ketika skrap belum dikumpul dari bidang sadap. Kondisi ini sesuai dengan penelitian Solichin dan Anwar (2003) yang menyatakan bahwa pertumbuhan mikroorganisme yang merusak protein pada karet alam dapat menyebabkan plastisitas rendah.

Meskipun secara umum lebih rendah, nilai plastisitas produk BRCR yang diproduksi dari bokar skrap masih memenuhi persyaratan untuk jenis mutu ekspor karet remah SIR 20. Persyaratan plastisitas karet remah SIR 20 berdasarkan SNI 06-1903-2000 yaitu nilai Po

minimal 30 dan nilai PRI minimal 50. Sementara nilai Po produk BRCR dari skrap sekitar 39 dan 49, sedangkan nilai PRI sebesar 61,54 dan 67,35.

Viskositas *Mooney*

Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa secara umum penggunaan jenis bokar dan metode pengeringan yang berbeda akan mempengaruhi nilai viskositas *Mooney*. Sama seperti parameter mutu plastisitas, BRCR yang diolah dari skrap umumnya mempunyai nilai viskositas *Mooney* yang lebih rendah dibandingkan dengan lum mangkok. Nilai viskositas *Mooney* produk BRCR dari skrap sebesar 70 dan 77, sedangkan lum mangkok sebesar 79 dan 83. Hal ini juga disebabkan



Gambar 6. Viskositas *Mooney* karet alam jenis BRCR dengan berbagai perlakuan

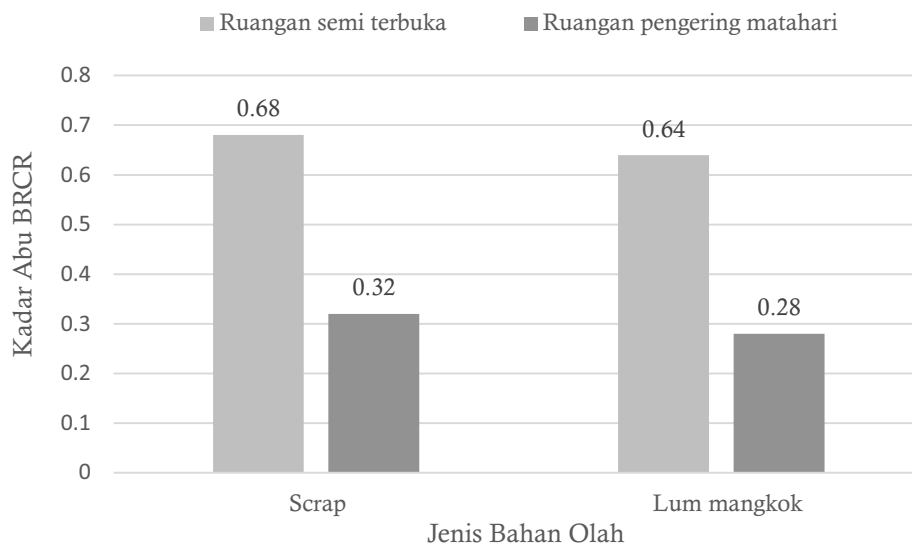
adanya kontaminasi pada skrap berupa sisa kulit pohon karet. Adanya kontaminasi ini akan menimbulkan mikroorganisme yang dapat merusak mutu karet alam terutama mikroorganisme penghidrolisis protein. Adanya mikroorganisme juga akibat terlambatnya proses pengumpulan dan pengolahan skrap menjadi produk karet alam setengah jadi. Skrap biasanya baru dikumpul 2-4 hari kemudian atau pada saat akan melakukan penyadapan berikutnya.

Metode pengeringan menggunakan ruangan pengering matahari ternyata akan menghasilkan produk BRCR dengan nilai viskositas *Mooney* lebih tinggi dibandingkan dengan ruangan semi terbuka. Nilai viskositas *Mooney* produk BRCR yang dikeringkan di dalam ruangan pengering matahari sebesar 77 (BRCR skrap) dan 83 (BRCR lum mangkok), sedangkan di ruangan semi terbuka sebesar 70 (BRCR skrap) dan 79 (BRCR lum mangkok). Fenomena ini bisa terjadi dikarenakan kondisi lingkungan saat proses pengeringan berlangsung. Pengeringan di ruangan pengering matahari tertutup dan lebih terkontrol sehingga potensi berkembangnya mikroorganisme dari luar relatif rendah.

Kondisi tersebut berbeda dengan ruangan semi terbuka dimana kondisi lingkungan terbuka dan sangat mudah berubah-ubah sehingga potensi kontaminasi mikroorganisme sangat besar. Hal ini sesuai dengan penelitian Intapun *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa kondisi lingkungan (suhu, pH, dan oksigen dalam udara) mempengaruhi sensibilitas karet alam, termasuk potensi kontaminasi mikroorganisme. Viskositas *Mooney* biasanya digunakan juga sebagai indikator teknologi untuk mengetahui karakterisasi partikel karet ditinjau dari kemampuannya saat pemrosesan lebih lanjut (Zheleva, 2013). Dengan nilai rata-rata viskositas *Mooney* lebih dari 70, mengindikasikan bahwa BCRC dapat diproses lebih lanjut menjadi kompon karet padat.

Kadar Abu

Hasil analisa parameter kadar abu menunjukkan bahwa perlakuan jenis bokar dan metode pengeringan mempengaruhi kadar abu produk BRCR yang dihasilkan (Gambar 7). Kadar abu produk BRCR dari bokar skrap lebih tinggi dibandingkan lum mangkok. Kadar abu produk BRCR



Gambar 7. Kadar abu produk BRCR semua perlakuan

menggunakan bokar skrap sebesar 0,68% dan 0,32%, sedangkan produk BRCR dari lum mangkok sebesar 0,64% dan 0,28%. Hasil ini tidak lepas dari jenis mutu bokar yang digunakan. Bokar skrap masih mengandung sisa kayu pohon karet yang menempel saat penggumpalan alami di bidang sadap. Kayu karet alam mengandung senyawa atau ion anorganik (George dan Jacob, 2000) yang dihitung sebagai abu pada saat analisa. Berbeda dengan lum mangkok yang merupakan salah satu produk utama perkebunan karet. Lum mangkok ditampung di dalam mangkok khusus yang relatif lebih bersih dan peluang masuknya kontaminasi sangat kecil.

Metode pengeringan juga berpengaruh terhadap kadar abu (Gambar 7). Produk BRCR yang dikeringkan di ruangan semi terbuka mempunyai kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan yang dikeringkan di dalam ruangan pengering matahari. Hasil ini terjadi karena pada ruangan semi terbuka tidak ada dinding yang menghalangi debu atau bahan lain yang dapat menempel pada BRCR. Debu atau bahan lain yang menempel ini akan meningkatkan kadar abu produk karet alam. Berbeda dengan ruangan pengering matahari yang tertutup dimana potensi menempelnya debu pada karet alam menjadi rendah. Kadar abu BRCR yang dikeringkan di ruangan semi terbuka sebesar 0,64-0,68%, sedangkan di dalam ruangan pengering matahari berkisar antara 0,28-0,32%. Kadar abu produk BRCR semuanya memenuhi persyaratan mutu teknis SNI 06-1903-2000 untuk karet remah jenis mutu SIR 20 dimana kadar abu maksimal sebesar 1,00%.

Kesimpulan dan Saran

Bahan olah karet skrap dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan BRCR, baik menggunakan ruangan semi terbuka maupun ruangan pengering matahari. Pengeringan menggunakan ruangan pengering matahari lebih cepat dibandingkan ruangan semi terbuka. Produk BRCR yang diolah dari skrap

hanya memenuhi persyaratan jenis mutu BRCR 3X. Produk BRCR dari skrap ini mempunyai nilai plastisitas dan viskositas yang lebih rendah dibandingkan BRCR dari lum mangkok, tetapi mempunyai kadar abu yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka

- Achmadi, S.S., Cifriadi, A., dan Hidayah, M.N. (2015). Redistilat asap cair dari cangkang kelapa sawit dan aplikasinya sebagai koagulan karet alam. *Jurnal Penelitian Karet*, 33(2),183-192.
- Badan Pusat Statistik. (2019). Statistik Karet Indonesia 2018. Badan Pusat Statistik Indonesia, 23-25.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-1903-2000 tentang Standard Indonesia Rubber (SIR). 1-2.
- Dangphonhong, D., Ruenruangrit, P., and Pinate, W. (2017). Potential increasing of rubber sheet production with fungus displacement by solar tunner dryer by integrating a biomass gasifier as an assiting heat source. *Journal of Physics : Conference Series* 901, 1-4.
- E k p h o n , A . , N i n c h u e w o n g , T . , Tirawanichakul, S., and Tirawanichakul, Y. (2013). Drying model, shrinkage and energy consumption evaluation of air dried sheet rubber drying system for small enterprise. *Advanced Materials Research*, 6 2 2 - 6 2 3 , 1 1 3 5 – 1 1 3 9 , <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.622-623.1135>.
- George, P.J., and Jacob, C.K. (2000). Natural rubber : agromanagement and crop processing. India : Rubber Research Institute of India. 378-379.
- Intapun, J., Sainte-Beuve, J., Bonfils, F., Tanrattanakul, V., Dubreucq, E., and Vaysse, L. (2009.) Characterisation of natural rubber cup coagula maturation conditions and consequences on dry rubber properties. *Journal of Rubber Research*, 12 (4), 171-184.

- Iswari, K. (2016). Adopsi dan dampak penerapan standard operationing procedure pascapanen karet rakyat di Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 3 (1), 21-28.
- Kim, I.S., Lee, B.W., Sohn, K.S., Yoon, J., and Lee, J.H. (2016). Characterization of the UV oxidation of raw natural rubber thin film using image and FTIR analysis. *Elastomers and Composites Journal*, 51 (1), 1-9.
- Maspanger, D. R., Agus, L.A, dan Sinurat, M. (1999). Potensi briket dan batubara mentah sebagai bahan bakar alternatif untuk pengeringan karet. *Warta Perkaretan*, 18 (1-3), 2-3.
- Ng, M. X, Tham, T.C., Ong, S.P., and Law, C.L. (2015). Drying kinetics of technical specified rubber. *Journal of Information Processing in Agriculture*, 2, 64-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.inpa.2015.05.001>.
- Ramadhan, N., Soeparman, S., dan Widodo, A. (2017). Analisis perpindahan panas pada kolektor pemanas air tenaga surya dengan turbulence enhancer. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(1), 15-22.
- Rubber Manufacturers Association. (1979). International standard of quality and packing for natural rubber grades "The Green Book". The Rubber Manufacturers Association, Inc : Washington, USA. 7-8.
- Solichin, M dan Anwar, A. (2003). Pengaruh penggumpalan lateks, perendaman dan penyemprotan bokar dengan asap cair terhadap bau bokar, sifat teknis, dan sifat fisik vulkanisat. *Jurnal Penelitian Karet*, 21 (1-3), 45-61.
- Tham, T. C., Hii, C. L., Ong, S. P., Chin, N. L., Abdullah, L. C., and Law, C. L. (2014). Technical review on crumb rubber drying process and the potential of advanced drying technique. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 26–32.
- Vachlepi, A., Nugraha, I.S., dan Alamsyah, A. (2016). Mutu bokar dari kebun petani di areal operasional tambang Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Standardisasi*, 18 (2), 83-90.
- Wiyanto dan Kusnadi, N. (2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas karet perkebunan rakyat : kasus perkebunan rakyat di Kecamatan Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang, Lampung. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 1 (1), 39-58.
- Zheleva, D. (2013). An attempt for correlation between Mooney viscosity and rheological properties of filled rubber compounds. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 38 (3), 241-246.