

INTISARI

Sebagai salah satu upaya pemanfaatan dan peningkatan nilai tambah limbah pabrik gula, silika terpresipitasi telah berhasil disintesis dari abu bagas dengan metode presipitasi sol dengan temperatur sintesis 80°C dan pH 8. Silika tersebut diaplikasikan sebagai pengisi karet sintetis *Styrene Butadiene Rubber* (SBR). Proses pencampuran silika dan bahan-bahan aditif lainnya (senyawa inorganik) dengan SBR (makromolekul organik) penting untuk dipelajari dalam rangka memperoleh sifat-sifat produk karet yang diharapkan, meminimasi kebutuhan energi pencampuran, serta menghindari permasalahan teknis saat pencampuran. Tujuan penelitian ini secara umum adalah mengaplikasikan silika struktur nano dari abu bagas sebagai pengisi karet SBR dan mempelajari proses pencampurannya.

Proses pencampuran silika struktur nano dari abu bagas dengan karet SBR menggunakan alat *rheomix* menghasilkan kompon *masterbatch*, dilanjutkan penambahan bahan kuratif menggunakan *two roll mill* selama 2 menit menghasilkan kompon jadi. Parameter-parameter yang dipelajari dalam pencampuran menggunakan *rheomix* yaitu temperatur awal pencampuran, waktu pencampuran, kecepatan putar rotor, jumlah silika yang ditambahkan, jumlah *coupling agent* (TESPT), dan jenis silika yang digunakan. Analisis dilakukan pada kompon yang dihasilkan yaitu sifat dispersi, viskositas dinamik, viskositas Mooney, kadar karet terikat, dan karakteristik pematangan kompon. Berdasarkan data karakteristik pematangan dari rheometer, kompon divulkanisasi menghasilkan vulkanisat untuk dianalisa sifat-sifat vulkanisat diantaranya *crosslink density*, kekuatan tarik, kekuatan sobek, kemuluran, dan kekerasan. Kinetika vulkanisasi dipelajari pada parameter temperatur awal pencampuran dan jumlah silika menggunakan data karakteristik pematangan kompon.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa TESPT dibutuhkan pada sistem silika-SBR untuk meningkatkan dispersi silika pada karet. Silika struktur nano dari abu bagas yang dihasilkan merupakan pengisi yang bersifat memperkuat karet sintetis SBR, terlihat dari peningkatan sifat mekanik vulkanisat (kekuatan tarik, kemuluran, kekuatan sobek, dan kekerasan) seiring dengan peningkatan jumlah silika yang ditambahkan. Semakin tinggi temperatur awal, waktu, dan kecepatan putar rotor pencampuran, cenderung semakin baik sifat dispersi dan sifat mekanik vulkanisat karet. Tidak direkomendasikan waktu pencampuran lebih dari 15 menit, karena diindikasikan sudah terjadi degradasi polimer karet karena mastikasi. Setiap parameter pencampuran memberikan gradien kecepatan yang bervariasi. Semakin tinggi temperatur awal pencampuran, semakin rendah gradien kecepatan. Kinetika reaksi vulkanisasi dimodelkan sebagai reaksi autokatalitik, akan tetapi pada nilai konversi medium sampai tinggi, konversi data percobaan tidak terlalu *fit* dengan model. Temperatur awal pencampuran yang semakin tinggi meningkatkan konstanta kecepatan reaksi dan menurunkan energi aktivasi reaksi. Silika struktur nano yang dihasilkan bersifat reaktif terhadap reaksi vulkanisasi, ditunjukkan dengan konstanta kecepatan reaksi yang meningkat seiring dengan peningkatan jumlah silika dalam campuran.

Kata kunci: abu bagas, silika terpresipitasi, *reinforcing*, karet SBR.

ABSTRACT

As an effort to utilize and increase the added value of sugar factory waste, precipitated silica has been successfully synthesized from bagasse ash by the sol precipitation method at 80°C and pH 8. The silica was applied as a filler for synthetic rubber Styrene Butadiene Rubber (SBR). It is important to study the process of mixing silica and other additives (inorganic compounds) with SBR (organic macromolecules) in order to obtain the expected properties of rubber products, minimize mixing energy requirements, and avoid technical problems in mixing. In general, the purpose of this research is to apply nanostructured silica from bagasse ash as a SBR rubber filler and to study the mixing process.

The mixing process of nanostructured silica from bagasse ash with SBR rubber using a rheomix produces a masterbatch compound, followed by the addition of curative materials using a two-roll mill for 2 minutes to produce a finished compound. The parameters studied in the mixing using rheomix are the initial mixing temperature, mixing time, the rotating speed of the rotor, the amount of silica, the amount of coupling agent (TESPT), and the type of silica. Analysis was carried out on the resulting compound, namely dispersion properties, dynamic viscosity, Mooney viscosity, bound rubber content, and vulcanization characteristics. Based on the vulcanization characteristics data obtained from a rheometer, vulcanizates were prepared and their physical and mechanical properties were analyzed namely crosslink density, tensile strength, tear strength, elongation at break, and hardness. Furthermore, vulcanization kinetics were studied using the rheometer data, specifically on the samples prepared with variation in initial mixing temperature and silica amount.

The experimental results showed that TESPT is required in the silica-SBR system to increase the dispersion of silica in rubber. Nanostructured silica from bagasse ash is a reinforcing filler to the SBR compound, evidenced from the increase in the mechanical properties of the vulcanizates (i.e., tensile strength, elongation, tear strength, and hardness) along with the increase in the silica content in the SBR compound. The higher the initial mixing temperature, mixing time, and rotating speed of the rotor, the better the dispersion properties and mechanical properties of rubber vulcanization. It is not recommended to carry out the mixing for more than 15 minutes, because it was indicated that longer mixing results in degradation of the rubber polymer due to mastication. Furthermore, each mixing parameter resulted in various velocity gradient and dispersion. The higher the initial mixing temperature, the lower the velocity gradient. The vulcanization kinetics can be modeled as an autocatalytic reaction, but at medium to high conversion values, the experimental data conversion did not fit the model very well. Increasing the initial mixing temperature increases the reaction rate constant and decreases the activation energy of the reaction. The nanostructured silica from bagasse ash is reactive to the vulcanization reaction, indicated by the reaction rate constant that increases with increasing silica content in the mixture.

Keywords: bagasse ash, precipitated silica, reinforcing, SBR rubber