

INTISARI

Perkembangan yang pesat pada industri tekstil menyebabkan semakin meningkatnya limbah zat warna yang dibuang ke lingkungan. Salah satu zat warna yang banyak pada industri tekstil yaitu metilen biru. Metilen biru merupakan senyawa hidrokarbon yang sangat beracun, gugus benzena yang menyebabkan zat warna ini sulit terdegradasi. Keberadaan limbah zat warna metilen biru di beberapa perairan sekarang ini menjadi perhatian besar karena memiliki dampak yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Dampak yang dapat ditimbulkan pada lingkungan yaitu mengganggu ekosistem perairan karena menyebabkan kurangnya kandungan oksigen terlarut. Metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi metilen biru adalah adsorpsi dengan karbon berpori yang dibuat dengan pirolisis bahan alami seperti tempurung kelapa sawit. Akan tetapi, karbon yang dihasilkan kadangkala bersifat abrasif dan rapuh.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit karbon berpori/fenolik resin dengan berbagai komposisi yaitu 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50. Karbon berpori ditambahkan dengan fenolik resin untuk meningkatkan sifat mekanik dari karbon. Komposit C/FR digunakan untuk proses adsorpsi metilen biru. Material adsorben C/FR dilakukan karakterisasi sifat mekanik berupa uji kekerasan, kuat tekan, dan abrasivitas. Selain itu dikarakterisasi menggunakan FTIR, TGA, SEM, dan *N₂-sorption analyzer*.

Hasil karakterisasi dengan menggunakan FTIR menunjukkan bahwa C/FR terdapat gugus fungsi -OH, C-H, C=C aromatis, dan C-O yang menunjukkan bahwa fenolik resin telah berhasil dikompositkan dalam karbon berpori. Hasil analisis TGA menunjukkan peningkatan kehilangan massa fenolik resin seiring dengan semakin banyaknya komposisi fenolik resin. Pada material C/20FR dan C/40FR menunjukkan persentase fenolik resin sebesar 6,3% dan 18,6%. Hasil SEM menunjukkan bahwa terdapat perbedaan morfologi permukaan pada setiap sampel, semakin tinggi komposisi fenolik resin menyebabkan *void* atau *pore canal* pada karbon menghilang. Hasil analisis *N₂-sorption analyzer* menunjukkan bahwa luas permukaan spesifik karbon menurun seiring dengan meningkatnya komposisi fenolik resin, dimana luas permukaan spesifik untuk karbon, C/20FR, C/30FR dan C/40FR yaitu 708 m²g⁻¹, 619 m²g⁻¹, 486 m²g⁻¹, 201 m²g⁻¹. Pada pengujian sifat mekanik menunjukkan bahwa semakin banyak fenolik resin dalam karbon berpori maka akan semakin tinggi sifat kekerasan, kuat tekan, dan semakin tidak mudah terabrasi. Pada percobaan adsorpsi, adsorben C/10FR memiliki nilai *maximum equilibrium uptake (C_{max})* lebih besar daripada karbon kosong. Nilai *C_{max}* dari C/10FR dan karbon kosong yaitu 123,46 mg g⁻¹ dan 120,48 mg g⁻¹. Adsorpsi C/FR dan karbon berpori mengikuti model isoterm adsorpsi Langmuir. C/FR mengikuti kinetika adsorpsi orde dua semu, sedangkan karbon berpori mengikuti kinetika adsorpsi orde satu semu.

Kata kunci : komposit karbon berpori/fenolik resin, fenolik resin, adsorpsi, metilen biru

ABSTRACT

The rapid development of the textile industry has led to an increase in dye waste being discharged into the environment. One of the most abundant dyes in the textile industry is methylene blue. Methylene blue is a highly toxic hydrocarbon compound, the benzene group which makes this dye challenging to degrade. The existence of methylene blue dye waste in several waters is now of great concern because it has a harmful impact on the environment and human health. The impact that can be caused on the environment is disrupting aquatic ecosystems because it causes a lack of dissolved oxygen content. The method that can be used to overcome methylene blue is adsorption with porous carbon made by pyrolysis of natural materials such as palm kernel shells. However, the resulting carbon is sometimes abrasive and brittle.

In this research, porous carbon/phenolic resin composites were prepared with various compositions, namely 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50. Porous carbon is added with phenolic resin to improve the mechanical properties of the carbon. The C/PR composite was used for the methylene blue adsorption process. The C/PR adsorbent material was characterized by mechanical properties in the form of hardness, strength, and abrasive. In addition, it was characterized using FTIR, TGA, SEM, and N₂-adsorption analyzer.

The results of characterization using FTIR showed that C/PR contained functional groups -OH, C-H, C=C aromatic, and C-O, which indicated that the phenolic resin had been successfully composited into porous carbon. The results of the TGA analysis showed an increase in the mass loss of phenolic resin along with the increasing amount of phenolic resin composition. Materials C/20PR and C/40PR materials showed a percentage of phenolic resin of 6,3% and 18,6%. SEM results showed differences in the surface morphology of each sample, the higher the phenolic resin composition of causes void or pore canal in the carbon to disappear. The result of the N₂-sorption analyzer analysis showed that the specific surface area of carbon decreased as the phenolic resin composition of the increased, where the specific surface area for carbon, C/20PR, C/3PR, and C/40PR were 708 m²g⁻¹, 619 m²g⁻¹, 486 m²g⁻¹, 201 m²g⁻¹. The mechanical properties test showed that the more phenolic resin in porous carbon, the higher the hardness, compressive strength, and less abrasive properties. In the adsorption experiment, the C/10FR adsorbent has a maximum equilibrium uptake (C_{max}) value that is greater than blank carbon. The C_{max} values of C/10FR and blank carbon were 123,46 mg g⁻¹, 120,48 mg g⁻¹. The adsorption of C/FR and porous carbon follows the Langmuir adsorption isotherm model. C/FR follows pseudo-second-order adsorption kinetics, whereas porous carbon follows pseudo-first-order adsorption kinetics.

Keywords : porous carbon/phenolic resin, phenolic resin, pyrolysis, adsorption, methylene blue