

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang menghasilkan limbah tekstil terbesar di Asia Tenggara dengan total limbah organik mencapai 883 ton/hari. Dari jumlah tersebut, 29% berasal dari industri tekstil, yang menghasilkan limbah cair berbahaya dan dapat mencemari lingkungan. Limbah ini mengandung senyawa toksik, meliputi logam berat dan zat warna. Salah satu zat warna dalam limbah industri tekstil adalah rhodamin B yang bersifat karsinogenik dan neurotoksik. Pengolahan limbah zat warna rhodamin B dapat dilakukan dengan metode adsorpsi karena biaya operasional rendah, prosedur sederhana, dan tidak menimbulkan efek toksik. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan memodifikasi karbon aktif limbah ranting teh menggunakan komposit *beads* kitosan/alginat sebagai adsorben zat warna rhodamin B sehingga diketahui kemampuan adsorpsi, kinetika adsorpsi, model isoterm adsorpsi, dan pengujian pemakaian berulang dari komposit *beads* kitosan/alginat/karbon aktif (KAKa). Sintesis karbon aktif dilakukan menggunakan bahan dasar limbah ranting teh yang dipirolisis pada suhu 300 °C selama 3 jam, kemudian diaktivasi menggunakan KOH 60% 8:1. Modifikasi karbon aktif limbah ranting teh menggunakan komposit *beads* kitosan/alginat dilakukan dengan cara meneteskan larutan komposit KAKa ke dalam agen pengikat silang NaOH dan TPP. Karakterisasi komposit *beads* KAKa dilakukan menggunakan FTIR dan SEM. Analisis FTIR menunjukkan adanya serapan gugus fungsi -OH berasal dari alginat, sedangkan -NH berasal dari kitosan dan gugus fungsi C=C yang berasal dari struktur karbon aktif. Hasil SEM menggambarkan bentuk *beads* yang tidak bulat sempurna dan memiliki pori-pori dengan ukuran 0,645-5,610 µm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit *beads* KAKa 3 (massa kitosan:alginat:karbon aktif yaitu 1,1:0,8:1,1 gram) memiliki efisiensi adsorpsi optimal sebesar 98% pada pH 3 dan waktu kontak 210 menit. Kinetika adsorpsi ini mengikuti model *Pseudo Second Order* dan termasuk isoterm Freundlich. Kemampuan penggunaan berulang dari komposit *beads* KAKa 3 dalam 5 siklus masih baik, dengan rentang adsorpsi 85-97%.

Kata kunci: adsorpsi, rhodamin B, karbon aktif, kitosan, alginat.

ABSTRACT

Indonesia is the largest textile waste in Southeast Asia, with a total organic waste of 883 tons/day. Of this amount, 29% comes from the textile industry, which produces hazardous liquid waste that can pollute the environment. The waste contains toxic compounds, such as heavy metals and dyes, including rhodamine B which are known to be carcinogenic and neurotoxic. Treatment of rhodamine B dye waste can be effectively achieved through the adsorption method due to its low operational cost, simple procedures, and non-toxic effects. This study aims to synthesize and modify activated carbon from tea twig waste using chitosan/alginate composite beads as an adsorbent for rhodamine B dye. The study investigates the adsorption capacity, kinetics, isotherm model, and reusability of the chitosan/alginate/activated carbon composite beads (KAKa). Activated carbon was synthesized from tea twig waste by pyrolyzed at 300 °C for 3 hours, then activated using KOH 60% 8:1. The modification of activated carbon with chitosan/alginate composite beads was performed by dripping the KAKa composite solution into crosslinking agents (NaOH and TPP). Characterization of the KAKa composite beads was conducted using FTIR and SEM. FTIR analysis showed the absorption of -OH functional group derived from alginate, while -NH derived from chitosan and C=C functional group derived from activated carbon structure. SEM analysis illustrated that the beads were not perfectly round and had pore sizes ranging from 0.645-5.610 μm . The results showed that the KAKa 3 composite beads (chitosan:alginate:activated carbon mass of 1.1:0.8:1.1 grams) achieved an optimal adsorption efficiency of 98% at pH 3 and contact time of 210 minutes. The adsorption kinetics followed the pseudo second-order model and conformed to the Freundlich isotherm. The reusability of the KAKa 3 composite beads over five cycles remained effective, with an adsorption range of 85-97%.

Keywords: adsorption, rhodamine B, activated carbon, chitosan, alginate.