

ABSTRAK

EFEKTIVITAS KOMPOSIT SILIKA–KITOSAN BERBASIS ABU AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN ION FE PADA LIMBAH CAIR *PRINTED CIRCUIT BOARD* (PCB)

(Magdalena Fransiska, 2026, 78 Halaman, 7 Tabel, 16 Gambar, 4 Lampiran)

Limbah cair *Printed Circuit Board* (PCB) mengandung ion logam berat Fe yang berpotensi mencemari lingkungan sehingga diperlukan metode pengolahan yang efektif. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah adsorpsi menggunakan komposit silika–kitosan berbasis abu ampas tebu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik gugus fungsi dan morfologi komposit silika–kitosan, menganalisis pengaruh variasi massa adsorben dan lama waktu kontak terhadap efisiensi serta kapasitas adsorpsi ion Fe pada limbah cair PCB, serta menentukan model isoterm adsorpsi yang paling sesuai pada proses adsorpsi menggunakan komposit silika–kitosan. Silika hasil sintesis dari abu ampas tebu dimodifikasi dengan kitosan untuk meningkatkan situs aktif adsorben. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan keberadaan gugus --OH ($3384,4\text{ cm}^{-1}$), --NH_2 (1640 cm^{-1}), serta Si--O--Si dan Si--O ($1051,1$; $790,2$; dan $708,2\text{ cm}^{-1}$) yang menunjukkan terbentuknya komposit silika–kitosan. Hasil analisis SEM menunjukkan perubahan morfologi permukaan menjadi lebih kasar dan granular setelah modifikasi, yang menunjukkan distribusi kitosan pada permukaan silika. Pengujian adsorpsi dilakukan dengan variasi massa adsorben 0,1; 0,2; dan 0,3 g serta waktu kontak 40–120 menit menggunakan analisis AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan massa adsorben menyebabkan kapasitas adsorpsi menurun akibat ketidakseimbangan jumlah situs aktif dan ion Fe dalam larutan. Kapasitas adsorpsi tertinggi diperoleh pada massa 0,1 g dengan waktu kontak 120 menit sebesar 16,2 mg/g, sedangkan efisiensi tertinggi sebesar 82,5% diperoleh pada massa 0,2 g dengan waktu kontak 60 menit. Analisis isoterm menunjukkan model *Langmuir* memiliki nilai R^2 lebih tinggi (0,9924–0,9995) dibandingkan *Freundlich* (0,9855–0,9990), sehingga adsorpsi ion Fe lebih sesuai mengikuti model *Langmuir* dengan mekanisme monolayer pada permukaan adsorben homogen. Komposit silika–kitosan berbasis abu ampas tebu berpotensi digunakan sebagai adsorben ramah lingkungan untuk pengolahan limbah cair PCB.

Kata Kunci : *silika-kitosan, abu ampas tebu, adsorpsi, Fe, Limbah Cair PCB*

ABSTRACT

EFEKTIVITAS KOMPOSIT SILIKA–KITOSAN BERBASIS ABU AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN ION FE PADA LIMBAH CAIR *PRINTED CIRCUIT BOARD* (PCB)

(Magdalena Fransiska, 2026, 78 Pages, 7 Tables, 16 Figures, 4 Appendix)

Printed Circuit Board (PCB) liquid waste contains heavy metal ions Fe which have the potential to pollute the environment, so an effective treatment method is needed. One method that can be used is adsorption using silica-chitosan composites based on bagasse ash. This study aims to identify the characteristics of functional groups and morphology of silica-chitosan composites, analyze the effect of variations in adsorbent mass and contact time on the efficiency and adsorption capacity of Fe ions in PCB liquid waste, and determine the most suitable adsorption isotherm model in the adsorption process using silica-chitosan composites. Silica synthesized from bagasse ash was modified with chitosan to increase the active sites of the adsorbent. FTIR characterization results showed the presence of –OH groups (3384.4 cm^{-1}), –NH₂ (1640 cm^{-1}), and Si–O–Si and Si–O (1051.1 ; 790.2 ; and 708.2 cm^{-1}) which indicated the formation of silica-chitosan composites. The results of SEM analysis showed changes in surface morphology to become rougher and granular after modification, which indicates the distribution of chitosan on the silica surface. Adsorption tests were carried out with variations in adsorbent mass of 0.1; 0.2; and 0.3 g and contact time of 40–120 minutes using AAS analysis. The results showed that increasing the adsorbent mass caused a decrease in the adsorption capacity due to an imbalance in the number of active sites and Fe ions in the solution. The highest adsorption capacity was obtained at a mass of 0.1 g with a contact time of 120 minutes at 16.2 mg/g, while the highest efficiency of 82.5% was obtained at a mass of 0.2 g with a contact time of 60 minutes. Isotherm analysis showed that the *Langmuir* model had a higher R² value (0.9924–0.9995) than the *Freundlich* model (0.9855–0.9990), so that the adsorption of Fe ions was more suitable to follow the *Langmuir* model with a monolayer mechanism on a homogeneous adsorbent surface. Silica–chitosan composites based on bagasse ash have the potential to be used as environmentally friendly adsorbents for PCB liquid waste treatment.

Keywords: *silica–chitosan, bagasse ash, adsorption, Fe, PCB Liquid Waste*