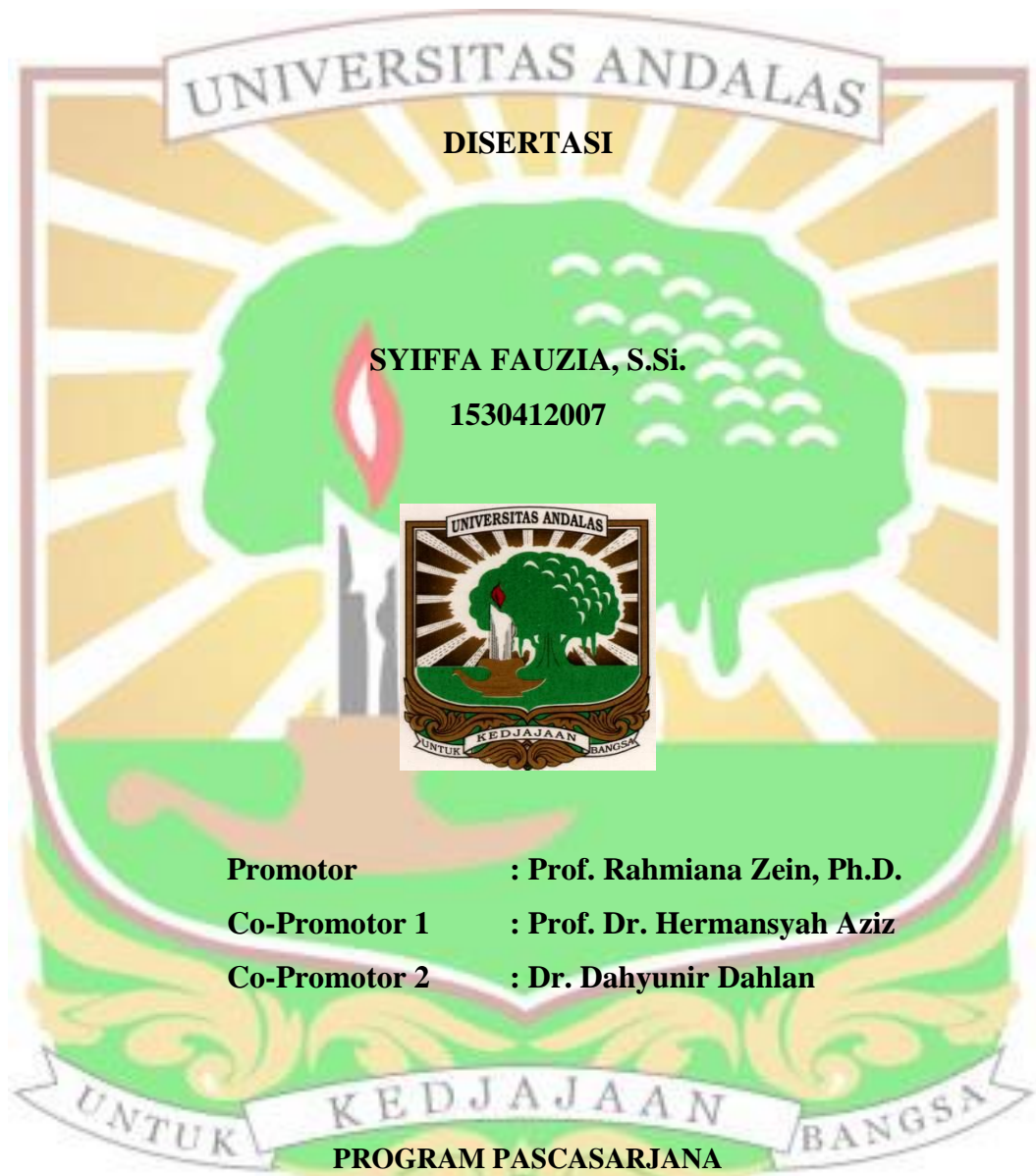


**BIOSORPSI ION LOGAM BERAT MENGGUNAKAN KULIT SAGU
(*Metroxylon sagu*) DENGAN METODE *BATCH* DAN KOLOM SERTA
PENANGGULANGAN SISA BIOSORBEN DENGAN ADISI PADA
MORTAR**



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ANDALAS

2019

**BIOSORPSI ION LOGAM BERAT MENGGUNAKAN KULIT SAGU
(*Metroxylon sagu*) DENGAN METODE *BATCH* DAN KOLOM SERTA
PENANGGULANGAN SISA BIOSORBEN DENGAN ADISI PADA
MORTAR**



PROGRAM STUDI S3 ILMU KIMIA

PASCASARJANA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ANDALAS

2019

ABSTRAK

Biosorpsi ion logam berat menggunakan kulit sagu (*Metroxylon sagu*) dengan metode *batch* dan kolom serta penanggulangan sisa biosorben dengan adisi pada mortar

Oleh: Syiffa Fauzia (1530412007)

Dibawah bimbingan: Prof. Rahmiana Zein, Ph.D., Prof. Dr. Hermansyah Aziz dan Dr. Dahyunir Dahlan

Penelitian ini memanfaatkan kulit sagu (*Metroxylon sagu*) sebagai bahan penyerap. Banyaknya penggunaan sagu oleh masyarakat sebagai bahan dasar tepung dan makanan kuda sehingga menghasilkan kulit sagu dalam jumlah yang besar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Biosorpsi dengan kulit sagu dimaksudkan untuk menghilangkan logam berat Cd(II), Cu(II), Pb(II) dan Cr(VI) dalam larutan. Proses biosorpsi dilakukan menggunakan dua metode yaitu metode *batch* (perendaman) dan metode kolom (dinamis) dengan mempelajari parameter yang memengaruhi proses biosorpsi. Biosorpsi dengan metode *batch* mencapai kondisi optimum pada pH 5 untuk Cd(II), Cu(II), dan Pb(II) sementara Cr(VI) memiliki pH optimum 3 sedangkan pH_{pzc} kulit sagu adalah 5. Waktu kontak penyerapan Cd(II), Cu(II), Pb(II) dan Cr(VI) masing-masing adalah 15 menit, 30 menit, dan 60 menit. Sedangkan konsentrasi optimum penyerapan dicapai 50 mg/L, 800 mg/L dan 1000 mg/L masing-masing untuk Cd(II), Cu(II), Pb(II) dan Cr(VI). Kondisi optimum itu dicapai dengan massa biosorben 0,1 g dan ukuran partikel 32 μm pada suhu ruangan. Kapasitas penyerapan untuk Cd(II) adalah 2,74 mg/g dengan persen penyerapan 59,32 %, untuk Cu(II) 24,40 mg/g dengan persen penyerapan 31,23 %, untuk Pb(II) 40,15 mg/g dengan persen penyerapan 60,35 % dan untuk Cr(VI) 61,73 mg/g dengan persen penyerapan 62,61 %. Proses adsorpsi-desorpsi menunjukkan bahwa HNO_3 0,01 memberikan performa yang baik setelah 3 kali proses adsorpsi-desorpsi. Kompetisi dengan sistem biner menunjukkan bahwa penyerapan ion Pb(II), Cu(II) dan Cr(VI) tidak mengalami perubahan dengan adanya kompetitor dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Sementara penyerapan ion Cd(II) mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi ion Cu(II) yang ada didalamnya.

Penyerapan dengan metode kolom menggunakan kolom kaca (15 cm x 1 cm i.d.) menunjukkan laju alir 2 mL/menit dengan tinggi *bed* 9 cm (1,5 g) dapat menunda terjadinya kejenuhan pada biosorben sehingga volume limbah yang dapat dialirkan meningkat. Keterulangan penggunaan biosorben dalam kolom menunjukkan waktu jenuh yang semakin singkat setelah tiga proses adsorpsi-desorpsi dengan HNO_3 0,01 M. Sedangkan proses *recycle* memberikan informasi bahwa waktu jenuh kulit sagu semakin singkat dibandingkan dengan aliran pertama (sebelum penyerapan).

Karakterisasi kulit sagu dengan FTIR menunjukkan pergeseran gugus fungsi seperti hidroksil (O-H) dan karbonil (C=O) setelah penyerapan. Permukaan kulit sagu yang berpori berubah menjadi permukaan yang halus ketika proses biosorpsi telah terjadi ketika ditunjukkan oleh SEM. Data BET menunjukkan luas permukaan kulit sagu adalah 4,845 m^2/g dan distribusi pori 24,904 Å . Total volume pori adalah 0,01342 cc/g dengan rata-rata diameter porinya 55,39 Å . Data XRF menunjukkan adanya kenaikan persentase jumlah logam berat setelah penyerapan pada kulit sagu.

Parameter termodinamika yang diamati pada suhu 298, 308, dan 318 K, menunjukkan bahwa penyerapan Cd(II) dan Pb(II) mengalami reaksi endotermis sementara Cu(II) dan Cr(VI) mengalami reaksi eksotermis. Penyerapan Cd(II) dengan kulit sagu mengikuti model isoterm Langmuir, Cu(II) mengikuti model Langmuir, Freundlich dan Tempkin, Pb(II) mengikuti model Langmuir dan Tempkin sementara Cr(VI) mengikuti model Langmuir dan Freundlich. Kinetika reaksi penyerapan ion Cd(II), Cu(II), Pb(II) dan Cr(VI) mengikuti pseudo-orde kedua.

Solidifikasi/stabilisasi limbah biosorben pada mortar diamati dengan berbagai komposisi penambahan residu adsorben (0;0,5;1;3;5 % wt). Kuat tekan mortar yang telah dimodifikasi dengan residu biosorbent setelah 28 hari adalah 23,9 MPa untuk blanko, 22,8 MPa untuk 0,5 % penambahan residu biosorben, 24,92 MPa untuk 1 % penambahan residu biosorben, 18,9 MPa dan 19,1 MPa untuk penambahan masing-masing 3 % dan 5 %. Solidifikasi/stabilisasi limbah biosorben yang mengandung logam berat ke dalam mortar menunjukkan konsentrasi logam yang terlepas ke lingkungan berada dibawah *Limit of Detection* (LOD) dan *Limit of Quantification* (LOQ) setelah perendaman dengan air hujan, air laut dan air sumur baik alami maupun buatan. XRF menunjukkan adanya oksida seperti CaO dan Al₂O₃ di dalam semen. Pola XRD dari mortar baik sebelum maupun setelah perendaman dan siklus pemanasan/pendinginan tidak mengalami perubahan. Sehingga dapat diasumsikan bahwa logam berat telah terenkapsulasi secara permanen di dalam mortar. Dengan demikian tercapailah prinsip *zero waste*.

Kata kunci: biosorpsi, logam berat, mortar, desorpsi, siklus pemanasan/pendinginan



ABSTRACT

Biosorption of Heavy Metals using Sago Bark (*Metroxylon sagu*) by Batch and Column Methods and used biosorbent treatment by addition into mortar

By: Syiffa Fauzia (1530412007)

Supervised by: Prof. Rahmiana Zein, Ph.D., Prof. Dr. Hermansyah Aziz dan Dr. Dahyunir Dahlan

This research utilized sago bark (*Metroxylon sagu*) for removal Cd(II), Cu(II), Pb(II) and Cr(VI) in solution. The *batch* (submersion) and column (dynamic) system were carried out for Cd(II), Cu(II), Pb(II) and Cr(VI) ions removal in solution and the parameters affected biosorption process were investigated. In batch system, the optimum conditions were achieved at pH 5 for Cd(II), Cu(II) and Pb(II), pH 3 for Cr(VI) with pH_{pzc} of sago bark 5. The contact time for Cd(II), Cu(II), Pb(II) and Cr(VI) sorption were 15 minutes, 30 minutes, and 60 minutes, respectively. The optimum concentration was 50 mg/L, 1000 mg/L and 800 mg/L for Cd(II), Cr(VI), Cu(II) and Pb(II), respectively. These conditions were achieved at 0.1 g of biosorbent mass with particle size 32 μm at room temperature. The adsorption capacity of sago bark was 2.74 mg/g (removal percentage 59.32 %) for Cd(II), 24.40 mg/g (removal percentage 31.32 %) for Cu(II), 40.15 mg/g (removal percentage 60.35 %) for Pb(II) and 61.73 mg/g (removal percentage 62.61 %) for Cr(VI). The adsorption-desorption cycles indicated that 0.01 M HNO_3 gave better performance as desorbing agent for 3 times adsorption-desorption cycles. The binary system showed that Pb(II), Cu(II) and Cr(VI) sorption were not affected by another metal ion existence. Whereas, Cd(II) adsorption declined when Cu(II) concentration increased in solution.

In column system, glass column (15 cm x1 cm i.d.) was employed. The optimum conditions achieved at 2 mL/minutes of flow rate with 9 cm of bed depth (1.5 g). These conditions were able to delay saturation time and increased treated volume. The repeatability of biosorbent using 0.01 M HNO_3 indicated shorter saturation time for three adsorption-desorption cycles. Meanwhile the recycles system gave information that saturation time of sago bark decreased after the first used.

FTIR spectra exhibited wavenumber shift of functional group such as hydroxyl (O-H) and carbonyl (C=O) after biosorption process. The sago bark pores became smoother when biosorption process took place indicated by SEM. The surface area of sago bark was 4.845 m^2/g with pore distribution 24.904 \AA . Total pore volume was 0.01342 cc/g with average pore diameter 55.39 \AA . Whereas, XRF data indicated that metal ion composition increased after biosorption.

Thermodynamics parameter were investigated at 298, 308, and 318 K. Thermodynamics parameters revealed that Cd(II) and Pb(II) sorption underwent endothermic reaction. Whereas, Cu(II) and Cr(VI) sorption onto sago bark was exothermic reaction. Cd(II) sorption followed Langmuir model, Cu(II) was successfully described by Langmuir, Freundlich, and Tempkin models. Meanwhiles, Pb(II) sorption onto sago bark fitted better to Langmuir and Tempkin models. Adsorption of Cr(VI) using sago bark exhibited good agreement with

Langmuir and Freundlich models. Pseudo-second order provide the best correlation for Cd(II), Cu(II), Pb(II) and Cr(VI) adsorption onto sago bark.

Solidification/stabilization of used biosorbent into mortar was observed at various composition (0;0,5;1;3;5 % wt). The compressive strength of modified mortar after 28 days was 23.9 MPa for blank, 22.8 MPa for 0.5 % addition, 24.9 MPa for 1 % addition, 18.9 MPa and 19.1 MPa for 3 % and 5 % additions, respectively. Solidification/stabilization of used biosorbent containing metal ions into mortar revealed that leachable concentration of metal ions was below Limit of Detection (LOD) and Limit of Quantification (LOQ) after immersion in ground water, rain, and sea water (artificial and natural). XRF data indicated that mortar contained of metal oxide such as CaO and Al₂O₃. Whereas, XRD pattern exhibited that the structure of unmodified and modified mortar were not significantly change after immersion and freeze/thaw cycles. Thus, it could be assumed that the heavy metals have been encapsulated in mortar allowing such approach so-called zero waste.

Keyword: biosorption, heavy metals, mortar, leachability, freeze/thaw cycles

