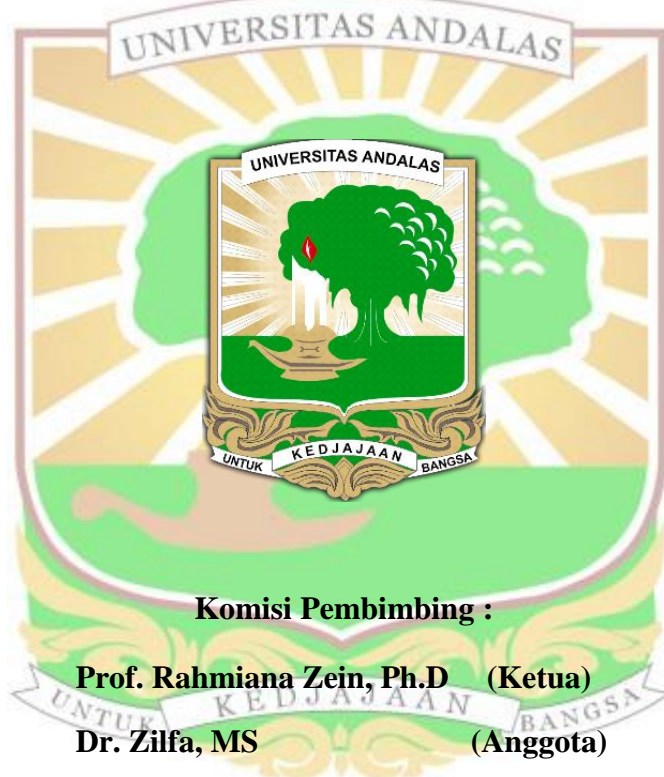


**PENINGKATAN KAPASITAS PENYERAPAN BIOSORBEN
CANGKANG KETAPANG TERHADAP LIMBAH CAIR ZAT
WARNA MELALUI MODIFIKASI DENGAN PUTIH TELUR**

DISERTASI

LINDA HEVIRA

NIM. 1830412003



Komisi Pembimbing :

Prof. Rahmiana Zein, Ph.D (Ketua)

Dr. Zilfa, MS (Anggota)

Prof. Dr. Rahmayeni, MS (Anggota)

**PROGRAM STUDI S3 ILMU KIMIA
PROGRAM PASCASARJANA FMIPA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2021**

ABSTRAK

“Peningkatan Kapasitas Penyerapan Biosorben Cangkang Ketapang Terhadap Limbah Cair Zat Warna Melalui Modifikasi Dengan Putih Telur”

Penelitian tentang pemanfaatan cangkang ketapang (*Terminalia catappa* L.) sebagai adsorben dan dimodifikasi dengan putih telur ayam ras telah dilakukan untuk meningkatkan daya serap zat warna sintesis. Zat warna sintesis sebagian besar ditemukan pada limbah tekstil, sablon, limbah laboratorium dan kosmetik. Zat warna ini dapat membahayakan ekosistem bahkan pada konsentrasi rendah. Berbagai cara dalam mengatasi masalah limbah zat warna baik secara fisik maupun kimia telah banyak dilaporkan, seperti: koagulasi kimia, lumpur aktif, biodegradasi, fotokatalisis, oksidasi, dan metode adsorpsi. Diantara metoda tersebut, metoda adsorpsi paling banyak dikembangkan untuk menyerap limbah cair karena lebih mudah dan ramah lingkungan. Penelitian ini mengevaluasi kinerja biosorben dari cangkang ketapang (CK) untuk menghilangkan *methylene blue* (zat warna kationik) dan *indigo carmine* (zat warna anionik). Metoda adsorpsi ini dilakukan dengan system batch atau statis. Dari perlakuan didapatkan bahwa kapasitas penyerapan *indigo carmine* (IC) menggunakan cangkang ketapang (CK) lebih rendah daripada *methylene blue* (MB). Hal ini disebabkan karena cangkang ketapang banyak mempunyai gugus fungsi OH, sehingga lebih banyak menyerap *methylene blue* dibandingkan *indigo carmine*. Oleh karena itu cangkang ketapang perlu dimodifikasi dengan gugus fungsi amina untuk meningkatkan kapasitas penyerapan *indigo carmine*. Putih telur merupakan protein yang banyak mengandung gugus amina yang diharapkan dapat meningkatkan kapasitas penyerapan *indigo carmine* terhadap cangkang ketapang.

Dari hasil penelitian didapatkan kondisi optimum penyerapan *methylene blue* oleh cangkang ketapang terjadi pada pH 5, ukuran partikel $\leq 36 \mu\text{m}$, waktu kontak 45 menit, konsentrasi 800 mg/L, dengan kapasitas penyerapan 88,62 mg/L. Kondisi optimum penyerapan *indigo carmine* oleh cangkang ketapang dicapai pada pH 2, ukuran partikel $\leq 36 \mu\text{m}$, waktu kontak 30 menit, konsentrasi 600 mg/L, dengan kapasitas penyerapan 26,77 mg/g. Kondisi optimum penyerapan *indigo carmine* (IC) oleh cangkang ketapang yang sudah dimodifikasi dengan putih telur (CK-PT) dicapai pada pH 2, ukuran partikel $\leq 36 \mu\text{m}$, waktu kontak 30 menit, konsentrasi 800 mg/L, dengan kapasitas penyerapan 106,98 mg/g. Model isoterm penyerapan MB dan IC menggunakan cangkang ketapang (CK) lebih cocok mengikuti isoterm Freundlich, yang artinya penyerapan terjadi secara multilayer, sedangkan model isoterm Langmuir lebih cocok untuk penyerapan IC menggunakan cangkang ketapang yang dimodifikasi dengan putih telur (CK-PT), artinya penyerapan terjadi secara monolayer. Model kinetika penyerapan MB dan IC oleh cangkang ketapang (CK), serta penyerapan IC oleh cangkang ketapang modifikasi dengan putih telur (CK-PT), lebih cenderung kepada model kinetika pseudo-orde-dua yang menunjukkan bahwa proses penyerapan berlangsung secara kimia. Studi termodinamika penyerapan MB oleh cangkang ketapang (CK) dan penyerapan IC oleh modifikasi cangkang ketapang dengan putih telur (CK-PT) terjadi secara endoterm, sedangkan termodinamika penyerapan IC oleh cangkang ketapang saja (CK) terjadi secara eksoterm.

Karakterisasi biosorben menggunakan XRF menunjukkan komposisi anorganik dan oksida logam yang terdapat pada biosorben. Karakterisasi biosorben menggunakan FTIR menunjukkan bahwa biosorben memiliki gugus fungsi yang dapat berinteraksi secara kimia dengan zat warna. Cangkang ketapang memiliki gugus fungsi yang berinteraksi dengan MB yaitu gugus O-H pada 3343 cm^{-1} dan C=C aromatik pada 1619 cm^{-1} , sedangkan penyerapan IC menggunakan cangkang ketapang karena adanya gugus fungsi N-H pada 3885 cm^{-1} dan C-N amina pada 1241 cm^{-1} . Penyerapan IC menggunakan cangkang ketapang yang dimodifikasi dengan putih telur (CK-PT) ditunjukkan dengan adanya gugus fungsi N-H pada 3857 cm^{-1} , N-H pada 1528 cm^{-1} , C-N amina pada 1244 cm^{-1} dan S=O pada 1041 cm^{-1} . Analisa SEM-EDX menampilkan permukaan biosorben sebelum dan setelah penyerapan zat warna. Permukaan CK dan CK-PT sebelum menyerap zat warna MB dan IC memiliki pori-pori yang heterogen dan setelah menyerap zat warna menjadi lebih homogen karena pori-pori dari biosorben sudah tertutupi oleh zat warna. Analisa dengan BET membuktikan bahwa pori-pori biosorben CK dan CK-PT sebelum menyerap zat warna masih besar dan setelah menyerap zat warna semakin kecil dengan kategori mesopori. Penyerapan secara fisika juga terjadi pada pori biosorben, dimana ukuran rata-rata pori CK setelah menyerap MB berkurang dari $9,71\text{ nm}$ menjadi $9,33\text{ nm}$, ukuran pori CK setelah menyerap IC berkurang dari $9,71\text{ nm}$ menjadi $1,082\text{ nm}$, sedangkan ukuran pori CK-PT setelah menyerap IC berkurang dari $16,89\text{ nm}$ menjadi $16,67\text{ nm}$.

Pemanasan biosorben dipelajari dari suhu $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pemanasan biosorben CK pada $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ optimum untuk menyerap MB, dan suhu $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk menyerap IC, sedangkan pemanasan CK-PT pada suhu $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ optimum untuk menyerap IC. Kapasitas penyerapan menurun drastis pada suhu $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, karena rusaknya gugus fungsi dari biosorben. Termogram dari masing-masing biosorben juga membuktikan semakin tinggi suhu maka massa dari biosorben akan berkurang karena terjadinya penguapan, dehidrasi dan dekomposisi dari biosorben. Secara keseluruhan mekanisme penyerapan MB dan IC oleh cangkang ketapang (CK) dan penyerapan IC oleh cangkang ketapang modifikasi dengan putih telur (CK-PT) terjadi secara difusi pori, ikatan hidrogen, pertukaran kation, pertukaran anion, tarikan elektrostatis dan interaksi π - π . Studi adsorpsi-desorpsi dapat dilakukan hingga tiga kali pengulangan menunjukkan bahwa cangkang ketapang dalam menyerap MB dan IC, serta reusabilitas cangkang ketapang modifikasi dengan putih telur dalam menyerap IC berpotensi menjadi biosorben yang efektif dan efisien serta mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Aplikasi biosorben cangkang ketapang pada limbah zat cair dapat menyerap MB dan IC dengan efisiensi penyerapan masing-masing $90,56\%$ dan $60,13\%$ pada pH 5 dan pH 2, sedangkan modifikasi cangkang ketapang dan putih telur dapat menyerap IC dengan efisiensi penyerapan $78,76\%$ pada pH 3,8.