

Pemodelan Kinetika, Kesetimbangan, dan Mekanisme Adsorpsi Kation Logam Berat oleh Oligomer Siklis Kaliks[4]resorsinarena Polihidroksi

Ratnaningsih E. Sardjono*, Fitri Khoerunnisa, Soja S. Fatimah

Jurusan Pendidikan Kimia, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia

*ratnaeksa@yahoo.com

Abstrak

Adsorpsi logam berat merupakan salah satu proses reduksi keberadaan logam berat yang banyak dilakukan dan efektif. Penggunaan kaliks[4]resorsinarena polihidroksi sebagai adsorben tergolong baru dan kajian teoritik berupa pemodelan kinetika, kesetimbangan, dan mekanisme adsorpsi dari beberapa kation logam berat yang termasuk kelompok asam keras, lunak, maupun menengah oleh beberapa kaliks[4]resorsinarena polihidroksi dapat memperjelas fenomena adsorpsi yang terjadi. Terdapat empat kaliks[4]resorsinarena polihidroksi yang digunakan sebagai adsorben, yaitu C-metil kaliks[4]resorsinarena (CMKR), C-4-hidroksifenil kaliks[4]resorsinarena (CHFKR), C-4-metoksifenil kaliks[4]resorsinarena (CMFKR) dan C-4-hidroksi-3-metoksifenil kaliks[4]resorsinarena (CHMFKR), sedangkan kation logam berat yang diadsorpsi adalah Cr(III), Cu(II), Pb(II), Cd(II), Hg(II), dan Ag(I). Pemodelan kinetika dilakukan melalui percobaan variasi waktu interaksi, pemodelan kesetimbangan adsorpsi dilakukan melalui percobaan variasi konsentrasi, dan pemodelan mekanisme adsorpsi dilakukan dengan cara desorpsi sikuensial pada kaliks[4]resorsinarena yang telah berinteraksi dengan kation logam berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi berkisar 4 – 4,5. Dari pengolahan data terhadap dua model kinetika, yaitu pseudo orde satu Lagergren, dan pseudo orde dua dari Ho diketahui bahwa semua adsorpsi logam dan adsorben yang dipelajari mengikuti model kinetika pseudo orde dua. Nilai konstanta laju (k) tertinggi ditunjukkan oleh adsorpsi Ag(I) pada adsorben CHFKR, suatu interaksi yang memiliki kesesuaian ukuran adsorben-adsorbat paling baik dan mempunyai adsorben dengan gugus hidroksil terkuat. Pengolahan data dengan beberapa persamaan isoterm, yaitu Langmuir, Freundlich, dan D-R (Dubinin-Radushkevich), menunjukkan bahwa persamaan isoterm yang mungkin diterapkan adalah Freundlich, dan D-R. Nilai kapasitas adsorpsi maksimum (X_m) tertinggi yang dihitung menggunakan persamaan isoterm D-R dimiliki oleh adsorpsi Cr(III) pada CHMFKR, hal ini sesuai dengan nilai kapasitas adsorpsi tertinggi hasil percobaan yang juga dimiliki oleh adsorpsi Cr(III) pada CHMFKR. Diketahui bahwa di antara berbagai adsorbat dan adsorben yang diuji, Cr(III) adalah asam paling keras, sedangkan CHMFKR adalah basa paling keras. Desorpsi sikuensial menunjukkan aquades tidak dapat membebaskan Pb(II) dari keempat adsorben secara signifikan, Dengan demikian fisisorpsi hanya menempati porsi kecil dari interaksi yang berlangsung. Sebaliknya, larutan HCl 1M mampu membebaskan Pb(II) hampir seluruhnya dari CMFKR, CHMFKR, dan CMKR. Pada CHFKR, larutan HCl 1M dapat membebaskan hingga sekitar 62%. Dengan demikian, jenis interaksi yang dominan berlangsung pada keempat adsorben tersebut adalah kemisorpsi, baik melalui interaksi elektrostatis, maupun pembentukan ikatan hidrogen. Parameter yang terkait dengan hasil kesetimbangan adsorpsi, seperti kapasitas adsorpsi, cenderung ditentukan oleh kesesuaian sifat keras-lunak asam-basa. Sebaliknya, parameter yang terkait dengan proses kinetika adsorpsi, seperti laju adsorpsi, dan mekanisme adsorpsi, lebih dipengaruhi oleh kesesuaian ukuran adsorben-adsorbat dan keberadaan gugus hidroksil, suatu basa kuat.

