

**SINTESIS SENYAWA C-HEPTIL KALIKS[4]RESORSINAREN
OKTAASETAT DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN
ION LOGAM BERAT Cr(III)**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**



**Angga Setiawan
12630001**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B.4222/Un.02/DST/PP.05.3/11/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Senyawa C-Heptil kaliks[4]Resorsinaren oktaasetat dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Angga Setiawan
NIM : 12630001
Telah dimunaqasyahkan pada : 17 November 2016
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
NIP.19760621 199903 2 005

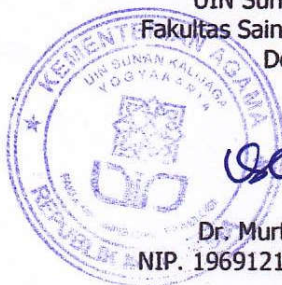
Penguji I

Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech.
NIP. 19760830 200312 2 001

Penguji II

Didik Krisdiyanto, M.Sc.
NIP. 19811111 201101 1 007

Yogyakarta, 22 November 2016
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp.: -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Angga Setiawan

NIM : 12630001

Judul Skripsi : Sintesis Senyawa C-Heptil Kaliks[4]Resorsinaren Oktaasetat dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

sudah dapat diajukan kembali kepada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Dengan ini, kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 10 November 2016

Pembimbing,

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si

NIP.:19760621 199003 2 005



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Angga Setiawan
NIM : 12630001
Judul Skripsi : Sintesis Senyawa C-Heptil Kaliks[4]Resorsinaren Oktaasetat dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.
Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 22 November 2016
Konsultan,

Esty Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech
NIP.: 19760830 200312 2 001

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Angga Setiawan
NIM : 12630001
Judul Skripsi : Sintesis Senyawa C-Heptil Kaliks[4]Resorsinaren Oktaasetat dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.
Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 28 November 2016
Konsultan,



Didik Krisdiyanto, M.Sc.
NIP: 19811111 201101 007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Setiawan
NIM : 12630001
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ **Sintesis Senyawa C-Heptil Kalik[4]Resorsinaren Oktaasetat dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)**” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 10 November 2016



Angga Setiawan
NIM.: 12630001

MOTTO

“Cara terbaik menikmati hidup adalah bersyukur dengan sempurna”

“Sehat fisik, sehat akal dan sehat sosial adalah aset terpenting dalam hidupmu”

(A.S05)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Atas rahmat allah SWT dan penuh rasa syukur, kupersembahkan skripsi ini untuk:

Kedua orang tuaku tercinta, yang selalu mendoakan, menasehati, dan membimbingku tanpa mengenal lelah

Guru-guruku dengan berkah ilmunya

Adik-adik dan kakak-kakakku, dengan semangat dan doanya

Sahabat-sahabatku terbaik tanpa kecuali

Almamater Kimia UIN Sunan Kalijaga



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi *Rabbul'alamin* yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “Sintesis Senyawa C-Heptil Kaliks[4]Resorsinaren Oktaasetat dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Murtono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia sekaligus sebagai pembimbing skripsi yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Irwan Nugraha S.Si, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik Kimia angkatan 2012 yang senantiasa memantau dan memberikan motivasinya kepada kami.
4. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.

5. Bapak dan Ibu yang selalu mendukung dan mendoakn setiap waktu.
6. Mang ipin dan mas wandi yang telah menjadi orang tua keduaku, terima kasih doa dan bimbingannya.
7. Domo, Farik, Alfi, Tejo, Dayat, Yayah, Sismy, Aulia, Iik, Laila, Ismah, Ani dan teman-teman kimia 2012 terima kasih atas sikap hangat kekeluargaan kita.
8. Teman-teman satu padepokan Organik (Liim, Presto, Yuri, Mahdiyah, Fisty) terima kasih atas saran dan kerjasamanya.
9. Teman-teman di laboratorium penelitian kimia UIN Sunan Kalijaga atas saran dan bantuannya.
10. Keluarga besar Masjid Al-Hijrah dan masyarakat Rt. 20 Sorowajan baru.
11. Teman-teman lintas angkatan dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesain skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta,30 November 2016

Angga Setiawan
12630001

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Landasan teori.....	10
1. Kaliksarena.....	10
2. Reaksi Esterifikasi.....	13
3. Adsorpsi	14
4. Logam kromium.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
B. Alat-alat Penelitian.....	18
C. Bahan Penelitian	18
D. Cara Kerja Penelitian	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
A. Sintesis Senyawa C-Heptil Kaliks[4]resorsinarena	22

B.	Sintesis senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat.....	26
C.	Pengaruh pH larutan terhadap adsorpsi	32
D.	Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Adsorps.....	34
E.	Pengaruh variasi konsenrasi awal ion logam terhadap adsorpsi.....	37
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
A.	Kesimpulan	41
B.	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Struktur dasar kaliksarena	3
Gambar II.1	Reaksi umum sintesis kaliks[4]resorsinarena.....	12
Gambar II.2	Reaksi sintesis kaliks[4]resorsinaren oktaasetat.....	14
Gambar IV.1	Delokalisasi elektron pada senyawa resorsinol	23
Gambar IV.2	Mekanisme Reaksi Substitusi Elektrofilik Kaliks[4]Resorsinarena	24
Gambar IV.3	Spektrum IR senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena	25
Gambar IV.4	Mekanisme reaksi asetilasi senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat	27
Gambar IV.5	Spektrum IR untuk (A) C-heptil kaliks[4]resorsinaren, (B) C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat	28
Gambar IV.6	Monomer senyawa tetramer siklik CHK[4]R oktaasetat.....	30
Gambar IV.7	Spektrum H-NMR senyawa sintesis CHK[4]R oktaasetat.....	31
Gambar IV.8	Pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi ion logam Cr(III)	33
Gambar IV.9	Pengaruh variasi waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam Cr(III)	35
Gambar IV.10	Pengaruh konsentrasi awal ion logam Cr(III).....	37

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Asam dan basa beberapa senyawa dan ion menurut prinsip HSAB dari Pearson.	16
Tabel IV.1 Perbandingan data $^1\text{H-NMR}$ CHK[4]R oktaasetat hasil perhitungan dan penemuan.....	30
Tabel IV.2 Model kinetika dan parameter kinetika adsorpsi.....	36
Tabel IV.3 Model Isoterm Adsorpsi Langmuir-Freundlich Hasil Adsorpsi....	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan rendemen	48
Lampiran 2. Hasil analisis FTIR	50
Lampiran 3. Hasil analisis struktur menggunakan H-NMR	51
Lampiran 4. Perhitungan hasil adsorpsi	53



ABSTRAK
**SINTESIS SENYAWA C-HEPTIL KALIKS[4]RESORSINAREN
OKTAASETAT DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ION
LOGAM BERAT Cr(III)**

Oleh:
Angga Setiawan
12630001

Telah dilakukan penelitian tentang Sintesis Senyawa C-Heptil Kaliks[4]resorsinaren oktaasetat (CHK[4]R Oktaasetat) dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III). Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis senyawa turunan kaliksarena yaitu C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat serta penggunaannya sebagai salah satu adsorben ion logam berat Cr(III).

Penelitian ini dilakukan dua tahap, yaitu tahap pertama sintesis senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena dari resorsinol-oktanal dengan rasio (1:1) menggunakan metode refluks selama 6 jam pada 80°C. Tahap kedua yaitu proses asetilasi gugus hidroksi menggunakan anhidrida asetat dalam suasana asam dengan asam sulfat pada suhu 60°C selama 2 jam sehingga menghasilkan senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat. Karakterisasi hasil sintesis dilakukan menggunakan FT-IR dan ¹H-NMR, serta uji titik leleh.

Hasil akhir sintesis berupa kristal berwarna kuning cerah dengan rendemen 53,37 % dan titik leleh 134-137°C. Hasil karakterisasi FTIR C-heptil kaliks[4]resorsinarena menunjukkan adanya vibrasi jembatan CH pada bilangan gelombang 1458 cm⁻¹, vibrasi OH pada 3271.27 cm⁻¹, C=C aromatik pada 1620.21 dan 1504.48 cm⁻¹. Perbedaan hasil karakterisasi C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat ditunjukkan pada bilangan gelombang 1759 cm⁻¹ yang merupakan C=O hasil asetilasi, diperkuat pada daerah 1209,89 cm⁻¹ serapan khas C-O ester. Hasil ¹H-NMR menunjukkan adanya pergeseran pada 4,11 ppm untuk jembatan methin (-CH-), 6,10-6,92 (H-Ar), hasil asetilasi berupa (-CH₃) yang terikat (C=O) tidak dapat ditampilkan spesifik, tetapi diduga terdapat pada pergeseran 2,1 ppm. Adsorpsi ion Cr(III) oleh kedua adsorben berada pada kondisi optimum pH 5, waktu kesetimbangan 90 menit dengan mengikut kinetika adsorpsi pseudo orde dua, dan isoterm Langmuir. Kapasitas adsorpsi maksimum CHK[4]R 2,82 x 10⁻⁴ mol/g dan CHK[4]R Oktaasetat 2,498 x 10⁻⁴ mol/g. Energi adsorpsi CHK[4]R sebesar 23,775 KJ mol⁻¹ dan CHK[4]R Oktaasetat 28,315 KJ mol⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua adsorben mampu menarik ion logam Cr(III) secara *kemisorpsi*.

Kata Kunci : *kaliks[4]resorsinaren, asetilasi, adsorben, ion logam berat Cr(III).*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semakin meningkatnya beragam kebutuhan hidup manusia senantiasa diikuti dengan berkembangnya bidang industri sebagai solusinya, akan tetapi perkembangan industri juga menimbulkan masalah yakni sisa produksi industri yang berupa limbah. Limbah industri dapat menyebabkan berbagai pencemaran lingkungan, terutama pencemaran air bersih yang berasal dari berbagai macam logam berat yang bersifat toksik dan berbahaya. Logam berat berbahaya karena tidak dapat didegradasi oleh tubuh, memiliki sifat toksisitas (racun) pada makhluk hidup walaupun pada konsentrasi yang rendah dan dapat terakumulasi dalam jangka waktu tertentu. Oleh karena itu, perlu metode untuk mengurangi keberadaan logam berat di lingkungan.

Salah satu logam berat yang bersifat toksik adalah krom. Keberadaan krom di lingkungan dapat ditemukan dalam bentuk kromium (III) dan kromium (IV). Sebagian besar krom berasal dari limbah industri pelapisan logam, fotografi, industri cat, industri zat warna, penyamakan kulit, dan industri tekstil dimana limbah tersebut dapat merugikan lingkungan dan berbahaya bagi makhluk hidup, termasuk manusia. Logam kromium trivalent (III) sebenarnya merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan tubuh manusia. Kromium mempunyai fungsi menjaga agar metabolisme glukosa, lemak, kolesterol berjalan normal. Data kebutuhan kromium perhari sekitar 50-200 $\mu\text{g/hr}$. Kekurangan kromium dapat menyebabkan gangguan jantung, gangguan metabolisme dan penyakit ginjal

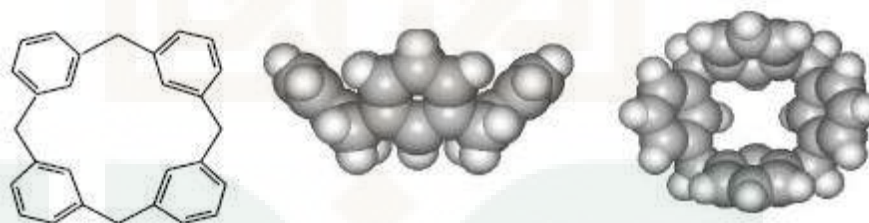
(Palar, 1994). Kromium yang masuk ke dalam tubuh manusia akan segera dikeluarkan. Akan tetapi, jika kadar kromium tersebut cukup besar maka akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pencernaan. Keracunan kromium juga dapat mengganggu fungsi hati, ginjal, pernapasan, dan mengakibatkan terjadinya kerusakan kulit (Effendi, 2003).

Keberadaan logam berat telah banyak dilakukan penanganan menggunakan berbagai metode seperti pengendapan (Hastutiningrum, 2010), pertukaran ion (Serrano dkk., 2009), ekstraksi pelarut (Harsia dkk., 2015) dan adsorpsi (Handayani dkk., 2012). Metode adsorpsi merupakan metode yang banyak digunakan sebagai alternatif dalam mengurangi logam berat di lingkungan. Keistimewaan metode adsorpsi adalah prosesnya yang sederhana, bekerja pada konsentrasi rendah dan dapat didaur ulang serta biayanya relatif murah.

Penggunaan metode adsorpsi dalam mengurangi konsentrasi logam di perairan telah terbukti efektif seperti yang dilaporkan dalam berbagai penelitian, diantaranya melalui penggunaan berbagai adsorben seperti zeolit (Wang, 2010), arang aktif (Budiarti, 2014), abu layang (Afrianita dkk., 2013) dan sampah pertanian seperti tongkol jagung (Dzahir, 2012). Sebagian besar peneliti memilih adsorben alami karena ketersediaan di alam yang berlimpah dan ekonomis, akan tetapi untuk menjelaskan interaksi antara adsorben dengan adsorbat dalam adsorpsi yang terjadi masih sangat sulit karena untuk mengetahui senyawa aktif yang berfungsi sebagai adsorben dari bahan-bahan alam tersebut memerlukan pengkajian yang kompleks. Oleh karena itu, perlu dicari adsorben lain yang

strukturnya diketahui dengan pasti, sehingga mudah dimodifikasi dan dalam hal ini dapat diperoleh dari hasil sintesis.

Senyawa makromolekul kaliksarena merupakan salah satu contoh kelompok senyawa sintesis yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai adsorben. Kaliksarena (*calixarene*) merupakan suatu senyawa oligomer siklis yang tersusun dari satuan-satuan aromatis yang dihubungkan oleh suatu jembatan (Gambar I.1). Kaliksarena dan turunannya seperti kaliks[4]resorsinarena mempunyai geometri berbentuk seperti keranjang dan berongga, sehingga dapat digunakan dalam sistem *guest-host* (inang-tamu), dengan kaliksarena berperan sebagai host untuk kation, anion atau molekul netral lainnya (Sardjono dkk., 2012).



Gambar I.1 struktur dasar kaliksarena

Keunikan lain dari senyawa kaliksarena adalah mempunyai kemungkinan untuk dimodifikasi secara hampir tak terbatas, baik pada jenis dan jumlah satuan aromatis, jenis jembatan, maupun jenis gugus fungsional. Berbagai keistimewaan yang melekat pada kaliksarena membuatnya telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti untuk ekstraktan (Mukhlash, 2014), tabir surya (Setyawan, 2013), membran (Nádažďya dkk., 2012), katalis (Cacciapaglia dkk., 2013).

Beberapa contoh penggunaan kaliksarena sebagai adsorben adalah C-metil kaliks[4]resorsinarena yang telah diaplikasikan sebagai adsorben Pb(II) dan Cr(III) (Jumina dkk., 2011). Turunan tetra dodesiloksibenzil kaliks[4]resorsinarena untuk mengadsorpsi zat warna azo dalam pelarut air (Kazakova dkk., 2012). Selain itu, kaliks[4]resorsinarena baru dari bahan dasar anetol dan eugenol telah digunakan sebagai adsorben dan antidotum logam berat (Utomo, 2012).

Kaliks[4]resorsinarena merupakan kaliksarena turunan resorsinol yang dapat disintesis dari bahan dasar resorsinol atau senyawa turunannya dan berbagai jenis aldehyd, baik aldehyd alifatik atau aromatik. Pemanfaatan senyawa kaliks[4]resorsinarena sebagai adsorben telah dilakukan oleh Sarjono (2007), untuk mengadsorp beberapa logam berat diantaranya Pb(II), Cr(III), Hg(II), Ag(I) dan Cd(II). Senyawa yang digunakan yaitu C-metil kaliks[4]resorsinarena (CMKR), C-4-metoksifenil kaliks[4]resorsinarena (CMFKR), dan C-4-hidroksifenil kaliks[4]resorsinarena (CHFVKR) yang memiliki sifat tidak larut dalam air, tetapi dapat terdistribusi dalam air dengan baik sehingga dapat membentuk kompleks yang efektif dengan ion-ion logam berat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini akan disintesis kaliksarena melalui reaksi substitusi elektrofilik antara resorsinol dan oktanal menggunakan katalis HCl. Aldehyd yang digunakan pada penelitian ini adalah oktanal yang merupakan aldehyd alifatik rantai panjang. Aldehyd rantai panjang yang telah digunakan untuk sintesis kaliks[4]resorsinarena yaitu heksanal (Kazakova dkk., 2012) dan heptanal (Handayani dkk., 2014) yang memiliki

kemampuan cukup baik sebagai elektrofilik dalam membentuk siklik dengan resorsinol. Hanya perbedaan jumlah karbon antara oktanal dan aldehid dibawahnya sehingga diasumsikan akan menjadikan oktanal dapat memiliki kemampuan yang sama baiknya.

Penggunaan oktanal sebagai bahan dasar dalam sintesis kaliksarena turunan resorsinol masih belum dilakukan, bahkan sejauh ini penggunaan oktanal sebagai reagen dalam proses sintesis masih jarang, salah satunya Chikhale (2014) yang telah menggunakan oktanal sebagai reagen dalam sintesis turunan *benzoxazole* dan Abraham (2011) dalam sintesis senyawa turunan *quinolone* sebagai agen antimikroba. Penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi tentang alternatif penggunaan oktanal sebagai bahan dasar sintesis senyawa kaliksarena, karna sebagian besar penggunaan oktanal hanya sebagai bahan dasar dalam industri pembuatan parfum.

Pada penelitian ini juga akan dilakukan modifikasi gugus OH sebagai gugus fungsional dan menggantinya dengan gugus asetat, melalui reaksi esterifikasi dengan anhidrida asetat membentuk senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena oktaasetat. Tujuan penggantian gugus OH dengan gugus asetat (-COOR) adalah memperbanyak situs aktif adsorben sebagai gugus pendonor elektron, sehingga diasumsikan dapat menjadi *host* makrosiklik yang berkinerja tinggi dalam membentuk kompleks yang lebih efektif dengan *guest* atau ion logam berat khususnya Cr(III), serta didukung oleh kesuaian sifat keras lunak-asam basa yang dimilikinya. Produk yang dihasilkan diharapkan mampu menjadi alternatif dalam menangani permasalahan logam berat di lingkungan.

B. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dalam pembahasannya, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan dasar yang digunakan pada sintesis senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena oktaasetat yaitu resorsinol dan oktanal.
2. Identifikasi senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena oktaasetat dilakukan menggunakan spektrofotometer inframerah (FTIR) dan spektrometer resonansi magnet inti ($^1\text{H-NMR}$).
3. Optimasi kondisi adsorpsi C-heptil kaliks[4]resorsinarena oktaasetat dilakukan dalam variasi pH (2,0; 3,0; 4,0; 5,0 dan 5,5) waktu kontak (10; 30; 60; 90; dan 120) dan konsentrasi ion logam (20; 30; 35; 45 dan 50 ppm), serta analisisnya menggunakan spektrometer serapan atom (SSA).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah proses sintesis senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat?
2. Bagaimanakah kondisi optimum adsorpsi C-heptil kaliks[4]resorsinarena dan C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat terhadap pH, konsentrasi logam dan waktu kontak?

3. Bagaimanakah kapasitas adsorpsi maksimum dan energi adsorpsi senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena dan C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat dengan ion logam Cr(III)?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses sintesis senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat.
2. Mengetahui kondisi optimum adsorpsi C-heptil kaliks[4]resorsinarena dan C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat terhadap pH, konsentrasi logam dan waktu kontak.
3. Mengetahui kapasitas adsorpsi maksimum dan energi adsorpsi senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena dan C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat dengan ion logam Cr(III).

E. Manfaat Penelitian

Memberikan informasi mengenai cara penanganan limbah logam berat dengan metode adsorpsi menggunakan senyawa kaliksarena. Selain itu, untuk memperkaya khazanah bidang makromolekul, khususnya kaliksarena.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sintesis C-Heptil kaliks[4]resorsinaren Oktaasetat dapat disintesis melalui proses asetilasi gugus hidroksi (OH) senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren yang telah disintesis sebelumnya dari bahan dasar resorsinol dan oktanal.
2. Kondisi optimum adsorpsi ion logam Cr(III) terjadi pada pH 5. Waktu optimum adsorpsi Cr(III) kedua adsorben terjadi pada waktu 90 menit dan kinetika adsorpsi mengikuti pseudo orde dua dengan konstanta laju CHK[4]R sebesar $4,154 \times 10^{-3} \text{ g/mg.menit}^{-1}$ dan CHK[4]R Oktaasetat sebesar $6,223 \times 10^{-3} \text{ g/mg.menit}^{-1}$. Model isoterm adsorpsi kedua adsorben mengikuti model persamaan Langmuir.
3. Kapasitas adsorpsi maksimum untuk adsorben CHK[4]R adalah sebesar $2,82 \times 10^{-4} \text{ mol/g}$ dan CHK[4]R Oktaasetat $2,498 \times 10^{-4} \text{ mol/g}$. Sedangkan energi adsorpsi CHK[4]R sebesar $23,775 \text{ KJ mol}^{-1}$ dan CHK[4]R Oktaasetat $28,315 \text{ KJ mol}^{-1}$. Keduanya diduga mampu mengadsorpsi ion logam Cr(III) secara *kemisorpsi*.

B. Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai sintesis senyawa kaliksarena turunan resorsinol dan modifikasi gugus fungsinya untuk mendapat senyawa yang memiliki sifat berbeda.
2. Perlu dilakukan kajian adsorpsi secara kompetitif dengan menggunakan beberapa ion logam berat untuk mengetahui selektifitas adsorben.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang potensi senyawa sintesis C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat selain sebagai adsorben ion logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham A. W., Franz, B., Christina, H., Martina, B., Rudolf, B., Antje, H. 2011. Synthesis of *N*-Substituted 2-[(1e)-Alkenyl]-4-(1h)-Quinolone Derivatives As Antimycobacterial Agents Against Non-Tubercular Mycobacteria. *European Journal of Medicinal Chemistry* 46 (2011) 2091-2101
- Adamson, A.W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*, Fifth Editions. John Willey and Sons: New York.
- Afrianita, R., Dewilda, Y., dan Fitri, R. 2013. Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash Sebagai Adsorben dalam Penyisihan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan Di Kota Padang *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND* 10 (1) : 1-10.
- Anderson, R.A. 1997. Reg. Toxic. *Pharmacol.*, 26, 534-541.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisik Jilid 1*. Irma I Kartohadiprojo, penerjemah; Rohhadyan T, Hadiyana K, editor. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Physical Chemistry*.
- Bilman, K. 1983. *Tables of Spectral Data for Structure Determination of Organic compounds*, Springer Verlag Berlin Heidelberg
- Budiana, I.G.M. Ngurah1., Jumina., Chairil Anwar., Mustofa., and Sahadewa. 2014. Synthesis of Benzoyl C-Phenylcalix[4]Resorcinaryl Octaacetate and Cinnamoyl c-phenylcalix[4]arene for UV Absorbers. *Indo. J. Chem.*, 14 (2), 160 – 167.
- Budiarti, Reni. 2014. Uji Efektivitas Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi Sebagai Adsorben Ion Timbal (Pb) dan Ion Kadmium (Cd). *Skripsi*. Universitas Jember: Jawa Timur.
- Cacciapaglia R., Mandolini L., Salvio R. 2013. Supramolecular Catalysis by Calixarenes. *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*.
- Castellan, G.W. 1983. *Physical Chemistry*. Addison Publishing Company: London.
- Chikhale, R.V., Amit ,M.P., Sunil, S.M., Pankaj, G.W., Pramod, B.K. 2014. Facile and Efficient Synthesis Of Benzoxazole Derivatives Using Novel Catalytic Activity Of PEG-SO₃H. *Arabian Journal of Chemistry* (2014).
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. UI Press: Jakarta
- Durairaj, R. B. 2005. *Resorcinol: Chemistry, Technology and Applications*, Springer, Heidelberg.
- Dzahir, Ghani, A., 2012. Studi Adsorpsi Cr(III) oleh Tongkol Jagung Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi*, Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.

- Echigo, M., and Dai. 2009. Development of New Phenylcalix[4]resorcinarene: Its Application to Positive-Tone Molecular Resist for EB and EUV Lithography. *Proc. of SPIE*. vol. 7273.72732Q.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Kanisius
- Fessenden, R. J. dan Fessenden J. S. 1986. *Kimia Organik. Edisi Ketiga (Terjemahan oleh Pudjaatmaka, A. H.)*. Jakarta: Erlangga
- Gupta V.K., D. mohan, S. Sharma, M. Sharma. 2000. Removal of Basic Dyes (Rhodamineb and Methylene Blue) from Aqueous Solutions Using Bagase Fly Ash. *Sep. Science Technology*. 35. 2097-2113.z
- Gutsche, C.D. 1989. *Calixarenes Revisited*, Monograph in Supramolecular Chemistry, Royal Society of Chemistry: Cambridge.
- Handayani, D.S., Zainal A.A., Kusumaningsih, T., Masykur, A. 2014. Sintesis dan Karakterisasi C-Heksil Kaliks[4]Resorsinarena dari Kondensasi Resorsinol – Heptanal. *Alchemy jurnal penelitian kimia*, vol. 10, no. 1, hal. 49-53.
- Handayani, D.S., Jumina., Siswanto D., Mustofa. 2012. Adsorpsi Ion LogamPb(II), Cd(II) dan Cr(III) oleh Poli 5-allil-kaliks[4]arena tetraester. *J. Manusia dan Lingkungan*. vol.19, No.3.
- Hasria, Harimu, L., Fatmawati, C. 2015. Ekstraksi Logam Kromium (Cr) dan Tembaga (Cu) Pada Batuan Ultrabasa dari Desa Puncak Monapa Kecamatan Lasusua Kolaka Utara Menggunakan Ligan Polieugenol *Jurnal Aplikasi Fisika*. Vol. 11 No.1.
- Hastutiningrum, S. 2010. Studi Recovery Krom (III) dari Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Metode Pengendapan. *Disertasi*. Universitas Gajah Mada.
- Helmi. 2011. Penurunan Kadar Logam Krom Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Dengan Biomasa Jamur Merang. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)*. Vol. 9 No.20, Juni 2011 ISSN 1693-248X.
- Ho, Y.S., dan Mc Kay, G. 1998. Pseudo Second Order Model For Sorption Processes. *Proses Biochemistry Elsevier*, 34:451-465.
- Hodgson, E., Levi, P.E. 2000. *A Text of Modern Toxicology*. 261-264, 2nd Edition. McGraw Hill : Singapore.
- Holm, O., Hansen, E., Lassen, C., Stuer-Lauridsen, F., and Kjelholt, J. 2002. Heavy Metal In Waste, Final Report, *European Commission DG ENV*. E3 project ENCV. E3/ETU/2000/0058, COWI A/S, Denmark.
- Jain, V. K., Pillai, S. G., Pandya, R. A., Agrawal, Y. K. dan Shrivastav, P.S. 2005. Selective Extraction, Preconcentration, and Transport Studies of Thorium(IV) Using Octa-Functionalized Calix[4]resorcinarene-Hydroxamic Acid. *Anal. Sci.*, 21,129-135.

- Jumina., Sardjono R. E., Siswanto D., Santosa S. J., and Ohto K. 2011. Adsorption Characteristics of Pb(II) and Cr(III) onto C-Methylcalix[4]resorcinarene. *Journal Korean Chem. Soc*, vol. 55, no. 3, pp. 454-462.
- Kazakova, E. K., Morozova, J. E., Mironova, D. A., and Konovalov, A. I. 2012. Adsorption of Azo Dyes from Aqueous Solutions by Tetradodecyloxybenzyl calix[4]resorcinarene derivatives. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, vol. 74, pp. 467-472.
- Khasani, SI. 2001. *Lembar Keselamatan Bahan*. Vol. IV. Bandung: Pusat Penelitian Kimia. LIPI.
- Khyla, E.P., Helgerson, R.C., Madan, K., Gokel, G.W., T.L., Moore, S.S. and Cram, D.J. 1997. Host-Guest Complexation 1. Konsep and Illustration. *J.Am. Chem. Soc.* 99. 2564-2571.
- Kristinah, H., Hargono dan Budiyati, C.S. 2007. Pembuatan Khitosan dari Kulit Udang untuk Mengadsorpsi Logam Krom (Cr^{6+}) dan Tembaga (Cu). *Reaktor*, Vol. 11 No.2, Hal. : 86-90.
- Lina, K. 2012. Adsorpsi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Zeolit dari Abu Dasar Batubara. *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Linane, P. dan Shinkai, S. 1994. Calixarenes : Adaptable Hosts Par Excellence. *Chem. Ind.* 811-814.
- Lucia, R., Martin, P., dan Eva, F. 2014. Radiocesium Adsorption by Zeolitic Materials Synthesized from Coal Fly Ash. *Nova Biotechnica et Chimica*. (2014) 13-1.
- Massel, R.I. 1996. *Principle of Adsorption and Reaction in Solid Surface*. John wiley and Sons Ltd, 108: Kanada.
- Mc. Murry John.E. 2008. *Organic Chemistry. 8th ed.* United states: Cengage Learning Hall: 835.
- Mukhlasoh. 2014. Sintesis Senyawa p-t-butyl-heksa-asamkaliks[6]Arenana dan Penggunaannya sebagai Ekstraktan Logam Berat Cr(III). *Skripsi*, Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Nádaždya, V., Gmucová, K., Poturnayová, Šnejdárková, Karpišová, Lányia, T. Hianik a . 2012. Detection of cytochrome c with calixarenes incorporated into supported lipid membranes via charge transient measurements. *Procedia Chemistry* 6 (2012) 60 – 68
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. Ellis Harwood Limited: England.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta : Jakarta
- Qi, F., and Shi Wen, F. 2009. Effect of C-Tetramethyl Calix[4]resorcinarene Acrylate on Curing Behavior and Film Properties of Thiol-acrylate Coating System. *Chem Res Chinese Universities*. vol. 25, no. 5, pp. 760-766.
- Raghuvanshi, S., P., Sing, R., dan Kaushik, C., P. 2004. Kinetics Study Of Methulene Blue Dye Biadsorption On Baggase. *App Ecol Env Research*.

- Sardjono, R.E. 2007. Sintesis dan Penggunaan Tetramer Siklis Seri Kaliksresorsinarena, Alkoksikaliksarena, dan Alkenikaliksarena Untuk Adsorpsi Kation Logam Berat. *Disertasi*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Sardjono, R. E., Dwiyantri G., Aisyah S., and Khoerunnisa F. 2009. The Synthesis of Calix[4]resorcinarene from Cassia Oil and Its Application for Solid Phase Extraction of Heavy Metal Hg(II) and Pb(II). *Prosiding Seminar Kimia Bersama UKM-ITB VIII*.
- Sardjono, R.E., Kadarohman, A., Mardhiyah, A. 2012. Green Synthesis of Some Calix[4]resorcinarene Under Microwave Irradiation. *Procedia Chemistry 4* (2012) 224 – 231.
- Sastrohamidjojo.H. 2013. *Dasar-Dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Serrano, S., peggy, A.O., Dimitri, V., Maria, T.G., Fernando, G. 2009. A surface complexation and ion exchange model of pb and Cd competitive sorption on natural soils. *Geochimia et Cosmochimia Acta*. Vol.73(3):543-558
- Setyawan, Timur. 2013. Sintesis Senyawa Tabir Surya Turunan Kaliks[4]Resorsinarena Benzofenon dari Vanilin. *Tesis*, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Sitorus, Marham. 2007. *Kimia Organik Fisik*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Sivaiah, M.V., Venkatesan, K.A., Sasidhar, P., Krishna, R.M., and Murthy, G.S. 2004. Ion Exchange Studies of Cerium (III) on Uranium Antimonate. *J.Nucl.Radiochem.Sci*, 5, 1,7 -10.
- Shavandi, M.A., Haddadian, Z., Ismail, M.H.S., Abidin, Z.Z. 2012. Removal of Fe(III), Mn(II) and Zn(II) from palm oil mill effluent (POME) by natural zeolite. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 43. 750–759.
- Shriner, R.L., Hermann C.K.F., Morrill., Curtin., Fuson. 2004. *The Systematic Identification of Organic Compounds*, Eighth Edition. John Wiley and Sons. Inc.
- Sonoda, M., Nishida, M., Ishii, D. dan Yoshida, I., 1999. Super Uranophile, Water-Soluble Calixarenes: Their Metal Complexes, Stability Constants and Selective Reactivity to Uranyl Ion. *Anal. Sci*. 15,1207-1213.
- Timmerman, P., Verboom, W., Reinhout, D. N. 1996. *Resorsinarenrs Tetrahedron*,. 52, .8. 2663-2704.
- Tunstad, L. M., Tucker, J.A., Daicanale, E., Weiser, J., Bryant., J.A., Sherma, J. C., Helgeson, R., Knobler, C dan Cram, D. J. 1989. Host-Guest Complexation 48. Octol Building Block for Cavitands and Carcerands. *J. Org. Chem*. 54.6.1305-1312.

Utomo, S.B., Jumina, Siswanta, D., Mustofa, and Kumar, N. 2011. Synthesis of Thiomethylated Calix[4]resorcinarene Based On Fennel Oil Via Chloromethylation. *Indonesian Journal Chemistry*. Vol. 11. No. 1. Pp. 1-8.

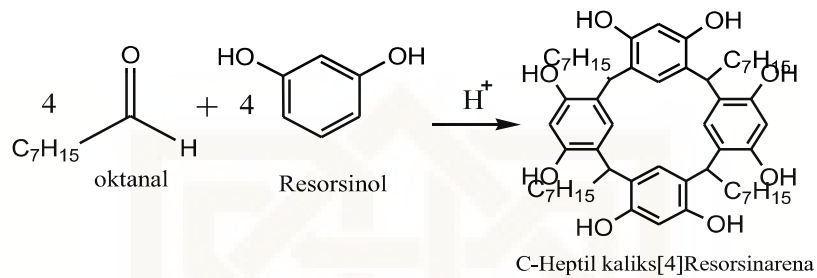
Wu, T-T., dan Speas, J.R. 1987. Synthesis and Characterization of a Novel calix[4]arene Tetramethyl Tetraether. *J. Org. Chem.* 52, 2330-2332.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan rendemen

1. Perhitungan rendemen senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinarena



m : 0,0250 mol	0,0250 mol	
R : 0,0250 mol	0,0250 mol	0,00625 mol
S :	-	-
		0,00625 mol

Mol senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren adalah 0,00625 mol

Mr senyawa : 880 g/mol

Massa senyawa = mol x Mr

$$= 0,00625 \text{ mol} \times 880 \text{ g/mol}$$

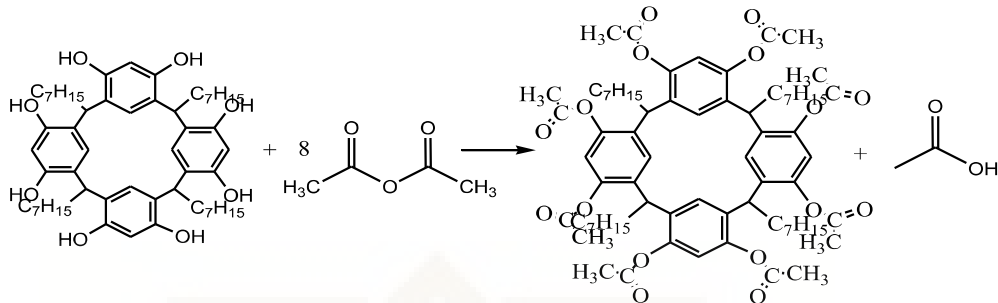
$$= 5,5 \text{ gram}$$

Rendemen = $\frac{\text{gram percobaan}}{\text{gram teori}} \times 100\%$

$$= \frac{4,8289}{5,5} \times 100\%$$

$$= 87,79\%$$

2. Perhitungan rendemen senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat



M:	0,0011 mol	0,1050 mol	
R:	0,0011 mol	0,0880 mol	0,0011 mol
S:	-	0,0170 mol	0,0011 mol

Mol senyawa C-heptil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat adalah 0,0011 mol

Mr senyawa : 1216 g/mol

Massa senyawa = mol x Mr

$$= 0,0011 \text{ mol} \times 1216 \text{ g/mol}$$

$$= 1,3376 \text{ gram}$$

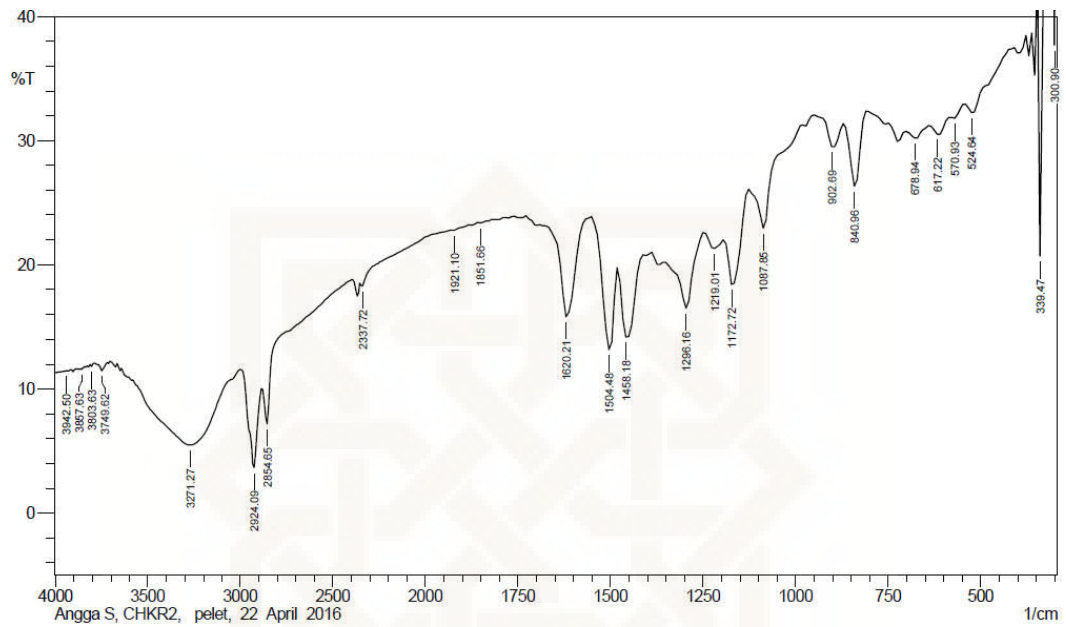
$$\text{Rendemen} = \frac{\text{gram percobaan}}{\text{gram teori}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,7140}{1,3376} \times 100\%$$

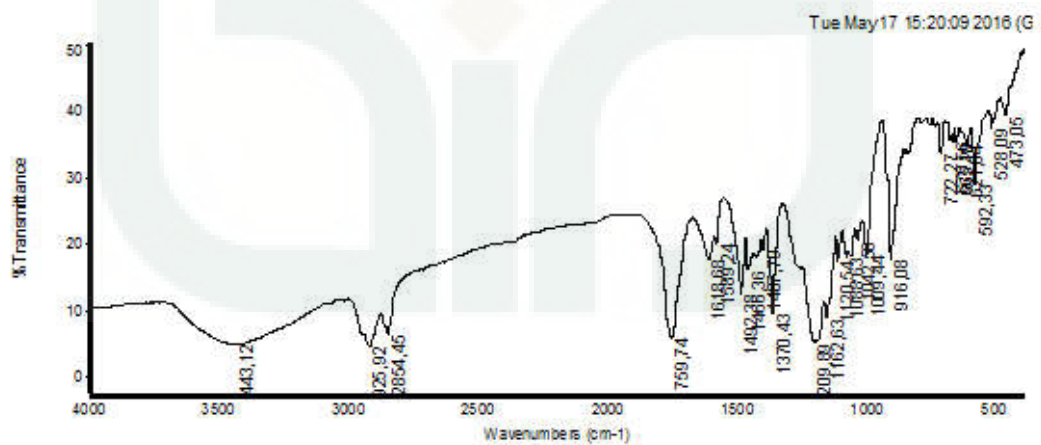
$$= 53,37 \%$$

Lampiran 2. Hasil analisis FTIR

1. senyawa C-Heptil kaliks[4]resorsinarena

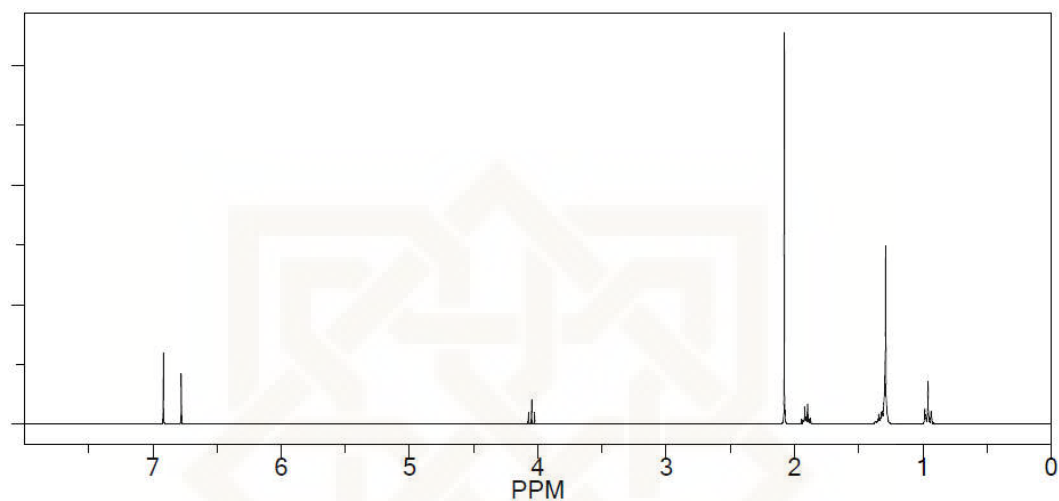


2. senyawa C-hepil kaliks[4]resorsinaren oktaasetat

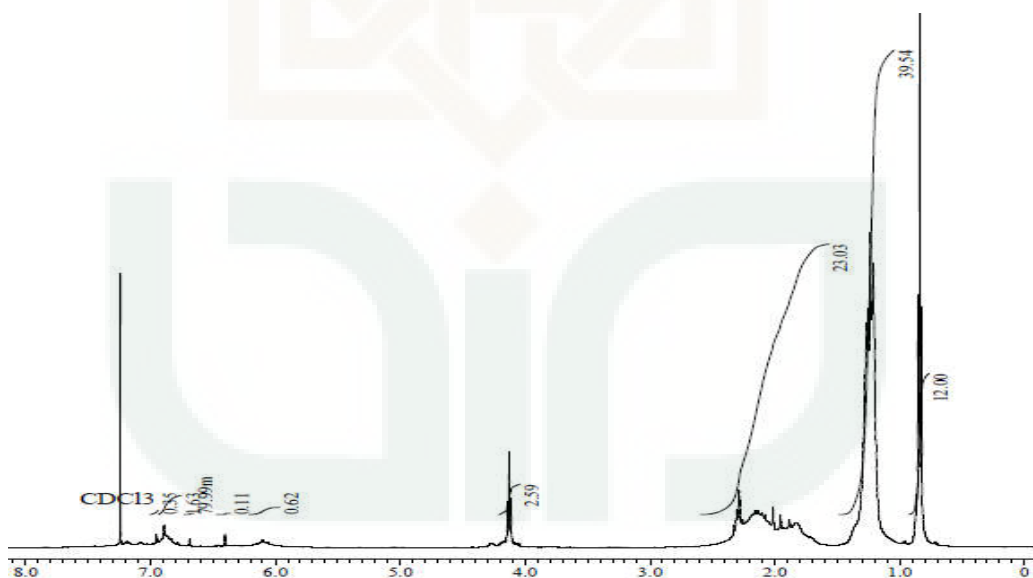


Lampiran 3. Hasil analisis struktur menggunakan $^1\text{H-NMR}$

1. Hasil analisis $^1\text{H-NMR}$ dengan ChemDraw



2. Hasil spektrum $^1\text{H-NMR}$ senyawa hasil sintesis



3. Perhitungan hasil spektrum $^1\text{H-NMR}$

Integrasi total: $0,35 + 1,63 + 0,08 + 0,11 + 0,62 + 2,59 + 23,03 + 39,54 + 12,00$ satuan luas : 79,95 satuan luas

Rumus molekul senyawa C-heptil kalik[4]resorsinaren oktaasetat : ($\text{C}_{72}\text{H}_{96}\text{O}_{16}$)
Jumlah proton : 96 proton

Integrasi tiap proton : $96 \text{ H} / 79,95 = 1,200$ satuan luas

Jumlah Proton : $0,35 \times 1,200 = 0,4$ satuan luas = 1 proton

$1,63 \times 1,200 = 1,95$ satuan luas = 2 proton

$0,008 \times 1,200 = 0,096$ satuan luas = 1 proton

$0,11 \times 1,200 = 0,132$ satuan luas = 1 proton

$0,62 \times 1,200 = 0,744$ satuan luas = 1 proton

$2,59 \times 1,200 = 3,108$ satuan luas = 4 proton

$23,03 \times 1,200 = 27$ satuan luas = 27 proton

$39,4 \times 1,200 = 47,4$ satuan luas = 48 proton

$12,00 \times 1,200 = 14,4$ satuan luas = 15 proton

Lampiran 4. Perhitungan hasil adsorpsi

1. Pengaruh pH larutan terhadap adsorpsi ion logam Cr(III)

pH	C (awal)	C (akhir)	%C (teradsorpsi)
2	22,171	21,521	2,932
3	22,171	14,036	36,693
4	22,171	13,977	36,959
5	22,171	3,526	84,095
5,5	22,171	3,586	83,826

2. Perhitungan Pada Variasi Waktu Kontak dan Penentuan Pseudo Orde Reaksi

Adsorben	Waktu (Menit)	Volume (L)	Massa adsorben (gram)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	% Adsorpsi
CHK[4]R	10	0,01	0,01	33,225	26,213	21,104
	30	0,01	0,01	33,225	23,287	29,911
	60	0,01	0,01	33,225	22,157	33,312
	90	0,01	0,01	33,225	19,898	40,110
	120	0,01	0,01	33,225	19,539	41,192
CHK[4]R oktaasetat	10	0,01	0,01	33,225	22,876	31,149
	30	0,01	0,01	33,225	24,314	26,820
	60	0,01	0,01	33,225	20,514	38,256
	90	0,01	0,01	33,225	17,896	46,136
	120	0,01	0,01	33,225	19,898	40,110

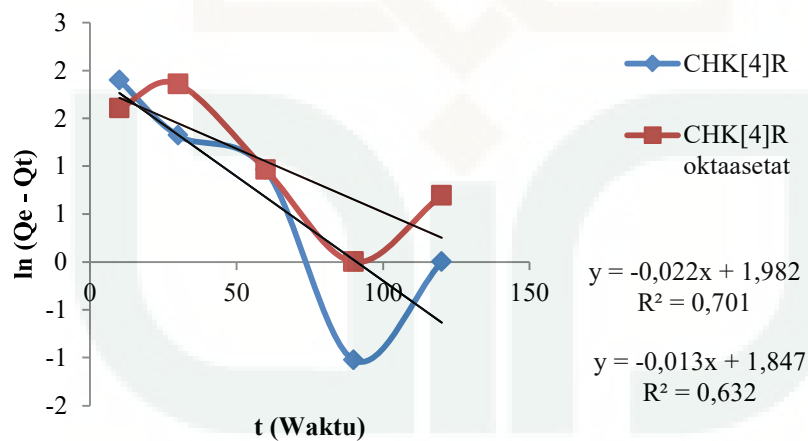
Penentuan orde reaksi pada adsorben CHK[4]R

Waktu (Menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)	Qe-Qt	ln (Qe-Qt)	t/Qt
10	33,225	26,213	13,686	7,012	6,674	1,898	1,426
30	33,225	23,287	13,686	9,938	3,748	1,321	3,019
60	33,225	22,157	13,686	11,068	2,618	0,962	5,421
90	33,225	19,898	13,686	13,327	0,359	-1,024	6,753
120	33,225	19,539	13,686	13,686	0	0	8,768

Penentuan orde reaksi pada adsorben CHK[4]R Oktaasetat

Waktu (Menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)	Qe-Qt	ln (Qe-Qt)	t/Qt
10	33,225	22,876	15,329	10,349	4,980	1,605	0,966
30	33,225	24,314	15,329	8,911	6,418	1,859	3,367
60	33,225	20,514	15,329	12,711	2,618	0,963	4,720
90	33,225	17,896	15,329	15,329	0,000	0,000	5,871
120	33,225	19,898	15,329	13,327	2,002	0,694	9,005

Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Pertama



a. **CHK[4]R**

Persamaan Lagergren:

$$\ln(qe-qt) = \ln qe - K_1t$$

$$\ln(qe-qt) = -K_1t + \ln qe$$

$$y = -0,022x + 1,982, R^2 = 0,701, \text{ maka:}$$

$$Y = \ln (q_e - q_t) \text{ (mg/g)}.$$

$$X = t \text{ (menit)}$$

$$-k_1 = -0,022$$

$$K_1 = 0,022 \text{ menit}^{-1}.$$

$$\ln q_e = 1,982$$

$$\underline{q_e = 7,257 \text{ mg/g}}$$

b. CHK[4]R oktaasetat
Persamaan Lagergren:

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - K_1 t$$

$$\ln (q_e - q_t) = -K_1 t + \ln q_e$$

$$y = -0,013x + 1,847, R^2 = 0,632, \text{ maka:}$$

$$Y = \ln (q_e - q_t) \text{ (mg/g)}.$$

$$X = t \text{ (menit)}$$

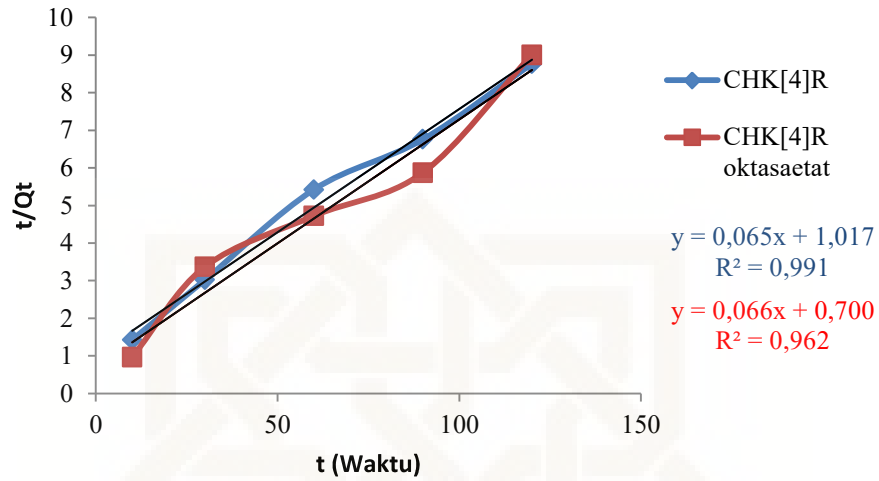
$$-k_1 = -0,013$$

$$K_1 = 0,013 \text{ menit}^{-1}.$$

$$\ln q_e = 1,847$$

$$\underline{q_e = 6,340 \text{ mg/g}}$$

Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Kedua



1. CHK[4]R

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 qe^2} + \frac{1}{qe} t$$

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{qe} t + \frac{1}{k_2 qe^2}$$

$y = 0,065x + 1,017$, $R^2 = 0,991$, maka:

$$y = \frac{t}{qt} \text{ (menit.g/mg)}$$

$$x = t \text{ (menit)}$$

$$\frac{1}{qe} = 0,065$$

$$qe = 15,384$$

$$\frac{1}{k_2 qe^2} = 1,017$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{qe^2} = 1,017$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(15,384)^2} = 1,017$$

$$\frac{1}{(236,667)k_2} = 1,017$$

$$k_2 = \frac{1}{(236,667)(1,017)}$$

$$k_2 = 4,154 \times 10^{-3} \text{ g/mg.menit}^{-1}$$

2. CHK[4]R oktaasetat

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 qe^2} + \frac{1}{qe} t$$

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{qe} t + \frac{1}{k_2 qe^2}$$

$y = 0,066x + 0,700$, $R^2 = 0,962$, maka:

$$Y = \frac{t}{qt} \text{ (menit.g/mg)}$$

$$x = t \text{ (menit)}$$

$$\frac{1}{qe} = 0,066$$

$$qe = 15,151$$

$$\frac{1}{k_2 qe^2} = 0,700$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{qe^2} = 0,700$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(15,151)^2} = 0,700$$

$$0,700 = \frac{1}{(229,552)k_2}$$

$$k_2 = \frac{1}{(229,552)(0,700)}$$

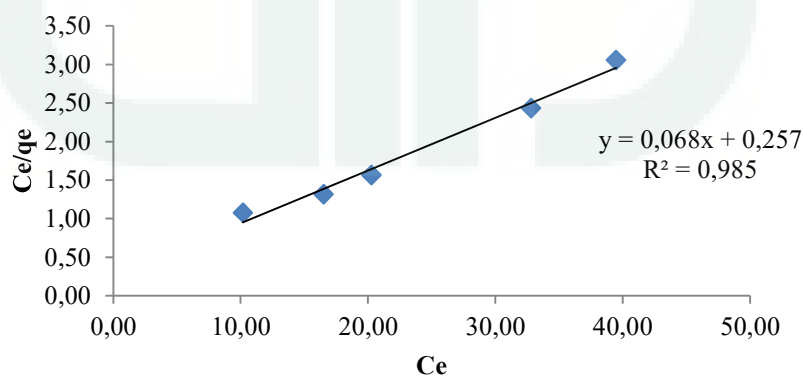
$$k_2 = 6,223 \times 10^{-3} \text{ g/mg.menit}^{-1}$$

3. Pengaruh Variasi konsentrasi terhadap adsorpsi ion logam Cr (III)

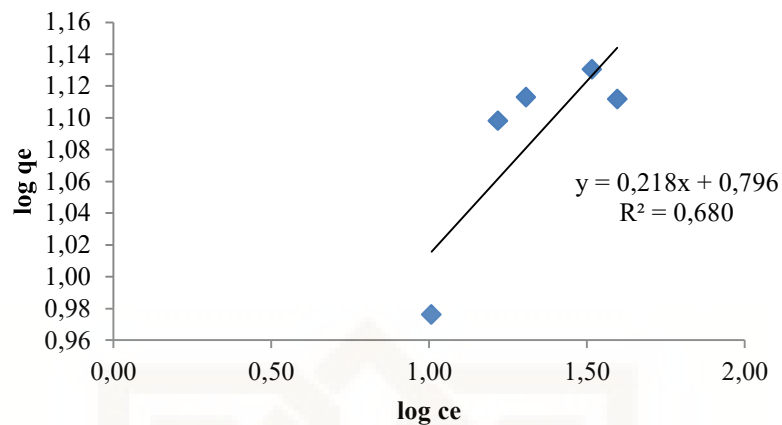
Adsorben	Co teoritis (mg/L)	Co terukur (mg/L)	Ce (mg/L)	Cr teradsorp (mg/L)
CHK[4]R	20	19,634	10,168	9,466
	30	29,051	16,514	12,537
	35	33,225	20,258	12,967
	45	46,303	32,802	13,501
	50	52,429	39,495	12,934
CHK[4]R Oktaasetat	20	19,634	9,850	9,784
	30	29,051	15,947	13,104
	35	33,225	17,896	15,329
	45	46,303	34,730	11,572
	50	52,429	39,042	13,387

a. Penentuan isoterm adsorpsi pada adsorben CHK[4]R

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume Larutan Cr (L)	Massa adsorben (gram)	qe (mg/g)	Ce/qe (mg/g)	log Ce	log qe
19,634	10,168	0,01	0,01	9,466	1,074	1,007	0,976
29,051	16,514	0,01	0,01	12,537	1,317	1,218	1,098
33,225	20,258	0,01	0,01	12,967	1,562	1,307	1,113
46,303	32,802	0,01	0,01	13,501	2,430	1,516	1,130
52,429	39,495	0,01	0,01	12,933	3,054	1,597	1,112



Grafik isoterm Langmuir pada adsorben CHK[4]R



Grafik isoterm Freundlich pada adsorben CHK[4]R

Persamaan Langmuir:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max}} C_e + \frac{1}{K_L q_{\max}}$$

Persamaan garis lurus: $y = 0,068x + 0,257$, $R^2 = 0,985$

$$\text{Satuan slope} = \frac{1}{q_{\max}} = \frac{C_e/q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{q_{\max}} = 0,068 \text{ g/mg}$$

$$q_{\max} = 14,706 \text{ mg/g}$$

$$q_{\max} = \frac{14,706 \text{ mg/g}}{52,00 \text{ g/mol}}$$

$$q_{\max} = 0,282 \text{ mmol/g} = 2,82 \times 10^{-4} \text{ mol/g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{C_e}{q_e} = \frac{mg/L}{mg/g} = g/L$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{K_L q_{\max}} = 0,257 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{q_{\max}} = 0,257 \text{ g/L} \times K_L$$

$$K_L = \frac{1}{0,257 \text{ g/L} \times q_{\max}}$$

$$K_L = \frac{1}{0,257 \text{ g/L} \times 2,82 \times 10^{-4}}$$

$$K_L = 13,80 \times 10^3 \text{ L/mol}$$

Persamaan Freundlich :

$$\text{Log } q_e = \frac{1}{n} \text{log } C_e + \text{log } K_F$$

$$\text{Persamaan garis lurus : } y = 0,218x + 0,796, R^2 = 0,680$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0,218$$

$$n = 4,587$$

$$\text{Intercept} = q_e = \text{mg/g}$$

$$\text{Log } K_F = 0,796 \text{ mg/g}$$

$$K_F = 10^{0,796} \text{ mg/g}$$

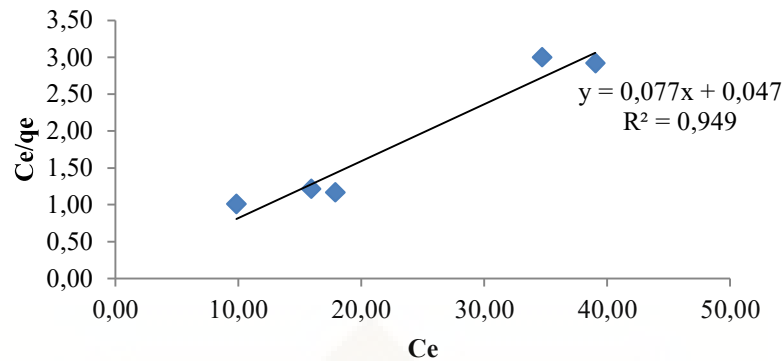
$$K_F = 0,160 \text{ mg/g}$$

$$K_F = \frac{0,160 \text{ mg/g}}{52 \text{ g/mol}}$$

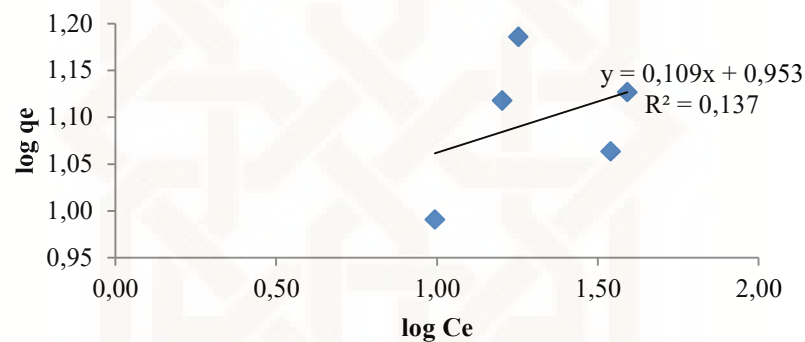
$$K_F = 3,077 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$$

b. Penentuan isoterm adsorpsi pada adsorben CHK[4]R oktaasetat

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume Larutan Cu (L)	Massa adsorben (gram)	qe (mg/g)	Ce/qe (mg/g)	log Ce	log qe
19,634	9,850	0,01	0,01	9,784	1,007	0,993	0,991
29,051	15,947	0,01	0,01	13,104	1,217	1,203	1,117
33,225	17,896	0,01	0,01	15,329	1,168	1,253	1,186
46,303	34,730	0,01	0,01	11,572	3,001	1,541	1,063
52,429	39,042	0,01	0,01	13,387	2,916	1,592	1,127



Grafik isoterm Langmuir pada adsorben CHK[4]R oktaasetat



Grafik isoterm Freundlich pada adsorben CHK[4]R oktaasetat

Persamaan Langmuir:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max}} C_e + \frac{1}{K_L q_{\max}}$$

Persamaan garis lurus: $y = 0,077x + 0,047$ $R^2 = 0,949$

$$\text{Satuan slope} = \frac{1}{q_{\max}} = \frac{C_e/q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{q_{\max}} = 0,077 \text{ g/mg}$$

$$q_{\max} = 12,987 \text{ mg/g}$$

$$q_{\max} = \frac{12,987 \text{ mg/g}}{52 \text{ g/mol}}$$

$$q_{\max} = 2,498 \times 10^{-4} \text{ mol/g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{C_e}{q_e} = \frac{\text{mg/L}}{\text{mg/g}} = \text{g/L}$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{K_L q_{\max}} = 0,047 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{q_{\max}} = 0,047 \text{ g/L} \times K_L$$

$$K_L = \frac{1}{0,047 \text{ g/L} \times q_{\max}}$$

$$K_L = \frac{1}{0,047 \text{ g/L} \times 2,498 \times 10^{-4} \text{ mol/g}}$$

$$K_L = 85,17 \times 10^3 \text{ L/mol}$$

Persamaan Freundlich :

$$\text{Log } q_e = \frac{1}{n} \text{ log } C_e + \text{log } K_F$$

$$\text{Persamaan garis lurus : } y = 0,109x + 0,953 \quad R^2 = 0,137$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0,109$$

$$n = 9,174$$

$$\text{Intercept} = q_e = \text{mg/g}$$

$$\text{Log } K_F = 0,953 \text{ mg/g}$$

$$K_F = 10^{0,953} \text{ mg/g}$$

$$K_F = 0,111 \text{ mg/g}$$

$$K_F = \frac{0,111 \text{ mg/g}}{52 \text{ g/mol}}$$

$$K_F = 2,135 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$$

c. Perhitungan energi adsorpsi pada adsorben CHK[4]R dan CHK[4]R oktaasetat

1. Adsorben CHK[4]R

$$\begin{aligned} E_{\text{ads}} &= R T \ln K \\ &= (8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) (300 \text{ K}) (\ln (13,80 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1})) \\ &= 23775 \text{ J mol}^{-1} \\ &= 23,775 \text{ KJ mol}^{-1} \end{aligned}$$

2. Adsorben CHK[4]R oktaasetat

$$\begin{aligned} E_{\text{ads}} &= R T \ln K \\ &= (8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) (300 \text{ K}) (\ln (85,170 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1})) \\ &= 28315 \text{ J mol}^{-1} \\ &= 28,315 \text{ KJ mol}^{-1} \end{aligned}$$

Curriculum Vitae

Nama : Angga Setiawan

Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 05 September 1994

Umur : 22 tahun

Alamat : Jl. Sorowajan Baru, Banguntapan, Bantul

No. Hp : 085223000863

Email : Setiawan05angga@gmail.com

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Status : Belum Menikah

Pendidikan :

- 2000 – 2006 : SDN 2 Kawasen
- 2006 – 2009 : SMP N 1 BANJARSARI
- 2009 – 2012 : SMA N 1 BANJARSARI
- 2012 – 2016 : Jurusan Kimia UIN Sunan Kalijaga