

**SINTESIS SENYAWA *p-t*-BUTILKALIKS[6]ARENA DENGAN TEKNIK
GRINDING DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM
BERAT Cr(III)**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian syarat guna memperoleh derajat sarjana S-1
Program Studi Kimia**



**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

Diajukan Oleh:

**Afifah Mufidati
14630033**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2019**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-4965/Un.02/DST/PP.00.9/11/2019

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Senyawa p-t-Butilkaliks(6)Aren dengan Teknik Grinding dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AFIFAH MUFIDATI
Nomor Induk Mahasiswa : 14630033
Telah diujikan pada : Rabu, 23 Oktober 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

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

Penguji I

Khamidinal, S.Si., M.Si.
NIP. 19691104 200003 1 002

Penguji II

Dr. Maya Rahmayanti, S.Si., M.Si.
NIP. 19810627 200604 2 003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
Yogyakarta, 23 Oktober 2019
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Priono, M.Si.
NIP. 19610121 200003 1 001



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Skripsi Saudari Afifah Mufidati

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

Assalamu 'alaikum wr.wb.

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

Nama : Afifah Mufidati
NIM : 14630033
Judul skripsi : Sintesis Senyawa p-t-butilkalik[6]arena dengan Teknik *Grinding* dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

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

Demikian yang dapat Kami sampaikan. Atas perhatiannya kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 28 November 2019
Konsultan I

Khamidinal, S.Si., M.Si.
NIP. 19691104 200003 1 002



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Skripsi Saudari Afifah Mufidati

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

Assalamu'alaikum wr.wb.

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

Nama : Afifah Mufidati
NIM : 14630033
Judul skripsi : Sintesis Senyawa p-t-butilkalik[6]arena dengan Teknik *Grinding* dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

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

Demikian yang dapat Kami sampaikan. Atas perhatiannya kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 28 November 2019
Konsultan II


Dr. Maya Rahmayanti, S.Si., M.Si
NIP. 19810627 200604 2 003

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal :

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Afifah Mufidati

NIM : 14630033

Judul Skripsi : Sintesis Senyawa *p-t*-Butilkaliks[6]Arenas dengan Teknik *Grinding* dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

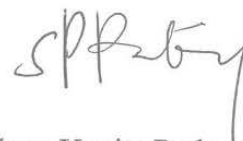
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 November 2019

Pembimbing



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



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Afifah Mufidati
NIM : 14630033
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri dan sepanjang pengetahuan penulis tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, dan atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian Tugas Akhir di Perguruan Tinggi lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Yogyakarta, 28 November 2019
Yang menyatakan



Afifah Mufidati

MOTTO HIDUP

Bahagiakan orang tua, maka hidupmu akan bahagia.

Do it now. Sometimes, “later” become “never”.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk

almamater Program Studi Kimia

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbi'l alamin, puji dan syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, nikmat dan segala karunia, terlebih atas segala kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Sintesis Senyawa *p-t*-Butilkaliks[6]Arena dengan Teknik *Grinding* dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)”**.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, sang rahmat bagi seluruh alam yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang tercerahkan dan semoga kita selaku umatnya akan mendapatkan syafa'at darinya di hari pembalasan kelak. *Aamiin Yaa Rabbal 'alamin*.

Penulis meyakini bahwa tugas akhir ini tidak akan lebih baik tanpa adanya dukungan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs. K.H. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu,

membantu, membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis.
5. Seluruh Dosen Program Studi Kimia dan Pengurus Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga yang dengan ikhlas telah memberikan pengetahuan dan pengalaman kepada penulis, sehingga ilmu yang telah didapat memudahkan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Abi, Umi, Mas Fariz dan dik Rama, keluarga tercinta yang tak henti memberikan do'a, dukungan, dan motivasi.
7. Viki Fathurohman yang tak pernah letih mendampingi, menyemangati, dan memotivasi penulis hingga tugas akhir ini selesai.
8. Apriani Rahayu, Nadiatika Amelia, Rizki Cahya Firdaus, Ditha Laksita Rini, teman satu bimbingan, teman berdiskusi dan bertukar pendapat terkait penelitian tugas akhir.
9. Sahabat terbaik Zidni Rahmatika, Iis Nuriyatin, Rizki Bangun S.N., Ambar Suryaningrum dan teman-teman lain yang menjadi tempat berbagi canda dan tawa, serta berbagi cerita.
10. Sahabat Bapermania dan Julid yang selalu mewarnai kehidupan penulis selama kuliah.
11. Keluarga LPPOM MUI DIY, Mas Alex, Mbak Nia, Mbak Dita, Mbak Luluk, Mas Rifai dan Pak Yono yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.

12. Teman-teman seperjuangan Kimia Angkatan 2014 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas kebersamaan dan pengalaman, sukses untuk kita semua.

13. Kakak tingkat dan adik tingkat mahasiswa kimia yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan doa-doanya.

14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan Akan tetapi, penulis berharap agar tugas akhir ini mendapatkan keridhoan dari Allah SWT sehingga menjadi berkah dan memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 7 Oktober 2019

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Afifah Mufidati

NIM: 14630033

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI	i
NOTA DINAS KONSULTAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO HIDUP	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Batasan Masalah.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA, LANDASAN TEORI, DAN HIPOTESIS PENELITIAN	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan teori	10
1. Kaliksarena	10
2. Reaksi Substitusi Aromatik Elektrofilik.....	13
3. Reaksi Kondensasi Pembentukan Kaliksarena	14
4. Metode <i>Solvent-free</i>	15
5. Adsorpsi	17
1. Logam Kromium.....	21
C. Hipotesis Penelitian	22

BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Waktu dan Tempat Penelitian	25
B. Alat Penelitian	25
C. Bahan Penelitian	25
D. Cara Kerja Penelitian	26
1. Sintesis Senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena	26
2. Karakterisasi senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena hasil sintesis	26
3. Uji Adsorpsi Senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena terhadap Ion Logam Cr ³⁺ , berdasarkan prosedur Prabawati (2011)	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Sintesis Senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena	27
B. Karakterisasi Senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena	30
C. Uji Adsorpsi senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena terhadap Ion Logam Cr(III).....	35
BAB V PENUTUP	39
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	46
1. Perhitungan Randemen.....	46
2. Spektrum FTIR Senyawa Hasil Sintesis.....	47
3. Kromatogram LC-MS Senyawa Hasil Sintesis.....	48
4. Uji Adsorpsi menggunakan Senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengaruh konsentrasi basa dalam sintesis senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[<i>n</i>]arena	12
Gambar 2. 2 Reaksi umum sintesis senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks [6]arena	13
Gambar 2. 3 Mekanisme reaksi substitusi aromatik elektrofilik (Fessenden dan Fessenden, 1986).....	14
Gambar 2. 4 Struktur resonansi ion fenoksida (Fessenden dan Fessenden, 1986)	14
Gambar 2. 5 Mekanisme reaksi kondensasi pembentukan kaliks[<i>n</i>]arena suasana basa.....	15
Gambar 4. 1 Senyawa <i>p-t</i> -butilfenol	28
Gambar 4. 2 Mekanisme reaksi pembentukan senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena	29
Gambar 4. 3 Spektra FTIR senyawa <i>p-t</i> -butilfenol dan <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena.....	31
Gambar 4. 4 Spektra LC-MS senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena	32
Gambar 4. 5 Struktur senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena	33
Gambar 4. 6 Struktur senyawa linier heksamer (<i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena)	33
Gambar 4. 7 Struktur senyawa linier pentamer (<i>p-t</i> -butilkaliks [5]arena)	34
Gambar 4.8 Struktur senyawa linier oktamer (<i>p-t</i> -butilkaliks[4]arena)	34
Gambar 4. 9 Struktur senyawa linier trimer (<i>p-t</i> -butilkaliks[3]arena)	34
Gambar 4. 10 Struktur senyawa linier dimer	34
Gambar 4. 11 Pengaruh Konsentrasi Awal Ion Logam Cr(III) terhadap adsorpsi	35

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Asam Basa Keras Lunak (Pearson, 1997).....	19
Tabel 4. 1 Hasil Uji KLT senyawa <i>p-t</i> -butilkaliks[6]arena hasil sintesis	30
Tabel 4. 2 Parameter Isoterm Langmuir dan Freundlich.....	36



ABSTRAK

Sintesis Senyawa *p-t*-Butilkaliks[6]Arenas dengan Teknik *Grinding* dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III)

Oleh:

Affah Mufidati

14630033

Pembimbing:

Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

Senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena telah disintesis dari bahan dasar *p-t*-butilfenol dan formaldehida menggunakan teknik *grinding (solvent free)* dengan bantuan katalis basa KOH. Teknik ini dilakukan dengan penggerusan tanpa menggunakan pelarut sehingga ramah terhadap lingkungan. Sintesis terjadi melalui reaksi substitusi elektrofilik. Produk yang dihasilkan berupa kristal berwarna kuning kecokelatan dengan titik leleh $>300^{\circ}\text{C}$, tidak larut dalam air tetapi larut dalam metanol dengan randemen sebesar 62,58 %. Karakterisasi produk dilakukan dengan analisis FTIR yang menunjukkan vibrasi jembatan metilen ($-\text{CH}_2-$) pada bilangan gelombang 1473.62 cm^{-1} dan analisis LC-MS yang menunjukkan bahwa berat molekul senyawa sebesar 974.77 g/mol . Produk diuji kemampuan adsorpsinya untuk ion logam Cr(III) pada kondisi pH 5 dengan variasi konsentrasi awal ion logam. Hasil yang diperoleh menunjukkan kapasitas adsorpsi sebesar $7,414 \times 10^{-6}\text{ mol/g}$ dengan nilai energi Gibbs sebesar $-26,198\text{ kJ/mol}$.

Kata Kunci: *p-t*-butilkaliks[6]arena, *grinding*, adsorben.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri terus meningkat seiring dengan semakin bertambahnya kebutuhan hidup manusia. Keberadaan industri sebagai pemenuh kebutuhan ini tidak hanya membawa keuntungan, namun juga menyebabkan kerugian karena menghasilkan sisa produksi atau limbah. Limbah industri biasanya dibuang ke sungai atau perairan sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengancam kehidupan makhluk hidup di sekitarnya.

Salah satu limbah industri yang berbahaya adalah limbah logam berat. Tidak seperti zat pencemar organik, logam berat bersifat nonbiodegradable, cenderung terakumulasi pada organisme hidup dan banyak logam berat yang beracun (Siddiquee dkk, 2015). Adanya ion-ion logam berat dalam limbah industri telah lama menjadi objek dalam bidang kimia analitik maupun kimia lingkungan dan perlu mendapat perhatian khusus, mengingat dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik yang berbahaya bagi kehidupan manusia dan lingkungan di sekitarnya (Lelifajri, 2010). Beberapa logam berat yang terdapat dalam air limbah adalah besi (Fe), kadmium (Cd), mangan (Mn), krom (Cr), tembaga (Cu), kobalt (Co), perak (Ag), seng (Zn), timbal (Pb) dan nikel (Ni) (Wilyanda dan Chairil, 2016).

Logam kromium (Cr) merupakan logam berat yang banyak ditemukan di perairan sebagai pencemar. Limbah logam ini biasanya berasal dari industri pelapisan logam (electroplating) (Siddiquee dkk, 2015) pendingin air, plup, proses

pemurnian bijih dan petroleum (Suminten dkk, 2014) dan lain-lain. Logam yang termasuk ke dalam asam keras ini termasuk logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dalam jumlah kecil, tetapi dalam dosis yang berlebihan dapat bersifat toksik (Roat-Malone, 2007).

Berbagai metode pengolahan limbah sudah banyak dilakukan guna mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh logam berat kromium. Pengolahan limbah tersebut diantaranya presipitasi (Avesa dkk, 2016), koagulasi-flokulasi (Giacinta dkk, 2013), ekstraksi (Rahmahida, 2012) dan juga adsorpsi. Diantara beberapa metode yang ada, metode adsorpsi mendapat banyak perhatian karena metode ini relatif sederhana, murah dan juga efektif dalam menghilangkan logam berat, terutama dalam konsentrasi medium hingga rendah (Prabawati dkk, 2012).

Metode adsorpsi umumnya berdasar pada interaksi ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pembentukan kompleks dan biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya akan gugus fungsional seperti -OH, -NH, -SH, dan -COOH (Stum dan Morgan, 1996). Penggunaan metode adsorpsi untuk mengatasi masalah logam berat kromium di perairan telah dilaporkan dalam berbagai penelitian, diantaranya penggunaan adsorben silika gel (Asih dan Suidarta, 2016), arang aktif (Mirnawati, 2016), zeolit alam (Ashadi, 2013), kitosan (Khabibi dkk, 2012) dan lain sebagainya.

Senyawa lain yang juga berpotensi sebagai adsorben adalah kaliksarena. Kaliksarena adalah oligomer sintetik yang mengandung cincin aromatis (fenol atau resorsinol) dalam suatu deret siklis yang dihubungkan oleh suatu jembatan

(metilen atau metin) (Utomo, 2014). Senyawa ini merupakan supramolekul berbentuk mangkuk atau piala (Sardjono dan Rahmi, 2017).



Gambar 1.1 Struktur Dasar Kaliksarena (Gutsche (2008)).

Keunikan struktur kaliksarena membuat senyawa ini banyak dikembangkan untuk memperoleh senyawa kaliksarena dengan sifat-sifat khas yang dapat berguna diberbagai bidang, salah satunya sebagai inang (host-guest) untuk molekul atau ion yang memiliki ukuran lebih kecil dari diameter mangkuknya. Senyawa kaliksarena memiliki gugus hidroksi (OH-) yang berperan penting sebagai gugus aktif untuk mengikat kation (Prabawati dkk, 2012). Dalam teori asam-basa keras-lunak (Hard-Soft Acid-Base), gugus OH- sendiri termasuk golongan basa keras yang dapat berikatan secara kuat dengan asam keras (Pearson, 1968). Beberapa contoh penggunaan kaliksarena sebagai adsoben antara lain C-metilkaliks[4]resorsinarena untuk adsorpsi logam Pb(II) dan Cr(III) (Jumina dkk, 2011), poli-5-alil-kaliks[4]arena untuk logam Pb(II), Cd(II), dan Cr(III) (Handayani dkk, 2011), poli-kaliks[6]arena untuk logam Cd(II), Cu(II), dan Cr (III) (Prabawati dkk, 2012), 25,26,27,28-tetrakis(2-etoksietoksi)-kaliks[4]arena untuk logam As(III) (Memon dan Imdadullah, 2012) dan lain sebagainya.

Sintesis senyawa kaliksarena melalui metode konvensional sudah dilakukan secara luas dengan melakukan pemanasan pada suhu 50-120°C selama

1,5-45 jam dalam suasana asam ataupun basa dengan hasil dapat mencapai 50-91%. Sintesis melalui metode konvensional ini membutuhkan berbagai macam pelarut dalam jumlah yang tidak sedikit (Sardjono dan Rahmi, 2017).

Pemanasan pada suhu tinggi, lamanya waktu reaksi, dan penggunaan jumlah pelarut yang banyak membuat para peneliti mengembangkan metode yang lebih ramah lingkungan, seperti metode microwave-assisted dan juga metode solvent-free (Sardjono dan Rahmi, 2017). Seorang kimiawan, baik dalam ranah akademi maupun industri harus peduli terhadap lingkungan dan sedapat mungkin mengikuti 12 prinsip Green Chemistry yang dibuat pada tahun 1990 (Majee dkk, 2016). Beberapa faktor penting dalam prinsip green chemistry yang dapat dilakukan seorang kimiawan adalah melakukan reaksi kimia dengan mengurangi waktu reaksi, mengurangi kebutuhan energi untuk pemanasan atau pendinginan, mengurangi penggunaan katalis dan pelarut beserta limbah yang dihasilkannya (Atwood dkk, 2005).

Metode solvent-free mulai banyak dilakukan dalam melakukan reaksi kimia (Atwood dkk, 2005). Metode ini hanya menggantungkan hasil reaksi pada proses penumbukan tanpa adanya pemanasan (Sardjono dan Rahmi, 2017) sehingga disebut juga sebagai teknik grinding. Pemikiran bahwa “suatu reaksi tidak akan berhasil tanpa adanya pelarut” sekarang ini rupanya sudah tidak bisa digunakan lagi seiring dengan telah dilakukannya berbagai macam reaksi dalam keadaan padatan (solid state reaction) tanpa menggunakan pelarut. Faktanya, dalam beberapa kasus, reaksi tersebut lebih efektif dan selektif bila dibandingkan

dengan reaksi dengan pelarut. Reaksi tersebut mudah dilakukan, mengurangi polusi, lebih ekonomis dan terutama penting dalam industri (Majee dkk, 2016).

Penggunaan metode solvent-free atau grinding dalam sintesis beberapa senyawa kaliksarena telah dilaporkan, diantaranya kaliks[4]resorsiarena (Robert dkk, 2001), pirogalol[4]arena (Atwood dkk, 2005) dan pillar[6]arena (Santra dkk, 2015). Metode ini sangat sederhana, efisien energi, serta dapat menghasilkan rendemen yang tinggi yaitu sekitar 78-96% (Majee dkk, 2016). Meskipun demikian, sejauh penelusuran penulis, penelitian serupa masih jarang dilakukan, terutama di Indonesia. Salah satu turunan senyawa kaliksarena yang berhasil disintesis dengan teknik grinding di Indonesia adalah senyawa C-2,6-dimetil-6hidroksiheptilkaliks[4] resorsiarena (Sobariah, 2011). Selain itu, metode ini belum digunakan pada penelitian yang memiliki target berupa senyawa kaliks[6]arena.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis senyawa p-t-butilkaliks[6]arena dari p-t-butilfenol dan paraformaldehida dalam suasana basa KOH dengan metode solvent-free teknik grinding. Senyawa p-t-butilkaliks[6]arena dipilih karena merupakan senyawa yang diteliti pada awal perkembangan kaliksarena, sehingga penggunaan metode baru diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang tersebut. Selain itu, senyawa ini relatif sederhana bila dibandingkan dengan senyawa kaliksarena lainnya. Didukung dengan kesesuaian sifat asam-basa lunak-kerasnya, senyawa kaliksarena yang terbentuk akan diaplikasikan sebagai adsorben logam berat Cr(III). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal namun

tetap aman bagi lingkungan dan juga menambah alternatif pengolahan permasalahan logam berat di lingkungan.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses sintesis senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena melalui teknik grinding?
2. Bagaimana kemampuan senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena hasil sintesis sebagai adsorben ion logam berat Cr(III)?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses sintesis senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena melalui teknik grinding.
2. Mengetahui kemampuan senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena hasil sintesis sebagai adsorben ion logam berat Cr(III).

D. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sintesis senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena dilakukan menggunakan metode *solvent-free* dengan teknik grinding dari bahan dasar *p-t*-butilfenol dan formaldehida serta KOH sebagai katalis.

2. Identifikasi senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena dilakukan menggunakan *melting point apparatus*, Kromatografi Lapis Tipis (KLT), spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *Liquid Chromatography- Mass Spectrofotometry* (LC-MS).
3. Uji adsorpsi *p-t*-butilkaliks[6]arena terhadap ion logam berat Cr(III) dilakukan pada larutan sampel 11,025; 22,130; 34,652; 49,376 dan 59,073 ppm dengan pH 5 dan waktu kontak 120 menit.
4. Analisis filtrat hasil adsorpsi dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).
5. Logam berat yang digunakan adalah logam berat Cr(III) dari senyawa $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang kimia organik karena penggunaan teknik baru yang ramah lingkungan yaitu teknik *grinding* untuk sintesis senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena dapat memperkaya khazanah bidang makromolekul, terutama kaliksarena. Selain itu, penelitian ini dapat bermanfaat bagi lingkungan karena menambah alternatif dalam penanganan limbah logam berat.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sintesis senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena dapat dilakukan melalui teknik *grinding* dari bahan dasar *p-t*-butilfenol dan formaldehida dengan bantuan katalis KOH. Reaksi yang terjadi adalah reaksi substitusi aromatik elektrofilik. Waktu sintesis lebih relatif lebih cepat dan limbah yang dihasilkan lebih sedikit bila dibandingkan dengan teknik konvensional. Produk yang dihasilkan berupa kristal berwarna kuning kecokelatan dengan titik leleh $>300^{\circ}\text{C}$, tidak larut dalam air tetapi larut dalam metanol dengan jumlah randemen sebanyak 62,58%
2. Kemampuan senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena hasil sintesis sebagai adsorben ion logam berat Cr (III) diuji dalam kondisi pH 5 dengan variasi konsentrasi awal ion logam. Hasil menunjukkan bahwa adsorpsi mengikuti isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar $7,414 \times 10^{-6}$ mol/g dengan nilai energi Gibbs sebesar -26,198 kJ/mol.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran terkait penelitian ini, diantaranya:

1. Perlu dilakukan analisis menggunakan Surface Area Analyzer (SAA) agar dapat mengetahui luas permukaan dan ukuran pori senyawa hasil *grinding* serta analisis SEM/TEM untuk mengetahui struktur porinya.

2. Perlu dilakukan uji adsorpsi lebih dari satu kali pengulangan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
3. Perlu dilakukan variasi suhu dalam uji adsorpsi agar dapat dihitung parameter termodinamika dan energi adsorpsinya.



DAFTAR PUSTAKA

- Ashadi, Kus S.M., M. Masykuri, Nur A. 2013. Adsorpsi Cr (III) oleh Biosorben Sistem Kolom dengan Matriks Pengisi Kombinasi Limbah Aren (*Arenga pinnata merr*) dan Zeolit Alam Teraktivasi. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V*, Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Asih, I.A.R.A. dan Sudiarta, I.W. 2016. Adsorpsi Cr (III) pada Silika Gel Termodifikasi Difenilkarbazon Secara Sol Gel. *Cakra Kimia: Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, 4 (1), 24-29.
- Atwood, J.L. dkk. 2005. Solvent-Free, Direct Synthesis of Supramolecular Nano-Capsules. *Chem. Commun. The Royal Society of Chemistry*.892-894.
- Avessa, I., Bohari Y., Alimuddin. 2016. Penurunan Kadar Cr³⁺ [Kromium (III)] dan TSS (Total Suspended Solid) pada Limbah Cair Laboratorium dengan Penggunaan Metode Presipitasi. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14 (1), 7-12.
- Bernasconi, G. 1995. *Teknologi Kimia Jilid . Edisi pertama*. Jakarta: PT. Pradaya Paramita.
- Chaabane RB, Gamoudi M, Remaki B, Guillaud G, Beqqali OE. 1997. Investigation of the electrical properties of the metal-calixarene-semiconductor structures. *Thin Solid Films*, 296 (1-2), 148-151.
- Ding C, Qu K, Li Y, Hu K, Liu H, Ye B, Wu Y, Zhang S. 2007. Preparation and Characterization of Six Calixarene Bonded Stationary Phases for High Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1170 (1-2), 73-81.
- Djuangsih, N., A.K Benito, H. Salim. 1982. *Aspek Toksikologi Lingkungan*. Laporan Analisis Dampak Lingkungan, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Dubois, Jean., Melwin Colaco., Johan Wouters. 2014. Mechanochemistry, a Method of Choice in Solid State Synthesis. *Chimie Nouvelle N 117*. 21-30.
- Emeniru, Daniel C., Okechukwu D. Onukwuli, Pere-ere DouyeWodu, Bernard I. Okoro. 2015. The Equilibrium and Thermodynamics of Methylene Blue Uptake onto Ekowe Clay; Influence of Acid Activation and Calcination. *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, 2 (5) 2394-3661.
- Fang X, Guo H, Yang F, Wu Y. 2015. Novel Gallic-Calixarene Liquid Crystals: Syntheses and Conformation Influences on Mesomorphism. *Tetrahedron Letters*, 56 (44), 6128-6131.

- Fessenden, Ralph J. dan J.S. Fessenden. 1986. *Kimia Organik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Giacinta, M., Zainus S., Junaidi. 2012. *Pengolahan Logam Berat Khrom (Cr) pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Dengan Proses Koagulasi Flokulasi dan Presipitasi*. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) BATAN, Serpong, Tangerang.
- Gutsche, C.D. 1998. *Calixarenes Revisited*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Gutsche, C.D. 2008. *Calixarenes: An Introduction 2nd Edition*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Handayani, D.S., Jumina, D Siswanto., Mustofa. 2011. Adsorpsi Ion Logam Pb(II), Cd(II), dan Cr(III) oleh Poli-5-allil-kaliks[4]arena Tetraester. *J. Manusia dan Lingkungan*, 19 (3), 218-255.
- Iryani, Ani., Moh. Mualiful Ilmi., Djoko Hartanto. 2017. Adsorption Study of Congo Red Dye with ZSM-5 Directly Synthesized from Bangka Kaolin without Organic Template. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 13 (4). 832-839.
- Kaya, S., Sultan E. K., Ayhan U., Cemal K. 2014. Effect of Some Electron Donor and Electron Acceptor Groups on Stability of Complexes According to the Principle of HSAB. *Journal of New Results in Science*. 4. 82-89.
- Khabibi, Sintya T.P., Nor Basid A.P., 2012. Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai Adsorben Ion Logam Besi(III) dan Kromium(III). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 15 (2), 70-75.
- Kusnoputranto H. 1996. Toksikologi Lingkungan Logam Toksik dan B-3. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan, Universitas Indonesia.
- Lelifajri. 2010. Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk Kayu Gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7 (3), 126-129.
- Majee, A.dkk. 2016. A Decade Update on Solvent and Catalyst-Free Organic Neat Reactions: A Step Forward Towards Sustainability. *Green Chemistry. The Royal Society of Chemistry*.
- Maksimov, A.L, Buchneva T.S., Karakhanov E.A. 2004. Supramolecular Calixarene-Based Catalytic Systems in the Wacker-Oxidation of Higher Alkenes. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 217 (1-2), 59-67.
- Manahan, S.E. 1992. *Environmental Chemistry 6th Ed*. USA: Lewis Publisher.

- McMahon G, O'Malley S, Nolan K, Diamond D. 2003. Important calixarene derivatives: their synthesis and applications. *Archive for Organic Chemistry*, (7), 23-31.
- Memon, S. dan Imdadullah Q. 2012. Synthesis and Application of Calixarene-based Functional Material for Arsenic Removal from Water. *Appl Water Sci*, 2, 177-186.
- Mirnawati, Firda. 2016. Pemanfaatan Bonggol Jagung untuk Pembuatan Arang Aktif sebagai Adsorben Logam Pb(II) dan Cr(III). *Skripsi*. Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Pearson, Ralph G. 1968. Hard and Soft Acids and Bases, HSAB, Part I: Fundamental Principles. *Journal of Chemical Education*, 45 (9), 581-587.
- Pearson, Ralph G. 1997. *Chemical Hardness: Applications from Molecules to Solids*; Weinheim, Germany: Wiley-VCH.
- Periodic Table. https://pt.kle.cz/id_ID/kromium.html diakses pada 22 November 2019.
- Petrucci, Ralph H. 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Prabawati, S.Y., Jumina, Sri J.S., Mustofa. 2011. Synthesis of Polypropylcalix[6]arene from p-t-butylphenol as Adsorbent for Cr(III) Metal Ion. *Indo. J. Chem.* 11 (1). 37-42.
- Prabawati, S.Y., Jumina, Sri J.S., Mustofa, Keisuke O. 2012. Study on the Adsorption Properties of Novel Calix[6]arene Polymers for Heavy Metal Cations. *Indo. J. Chem.* 12 (1). 28-34.
- Prabawati, S.Y., Jumina, Sri J.S., Mustofa. 2014. The Synthesis, Characterization And Properties of Calix[6]arene-Based Polymer. *Int'l Journal of Advances in Chemical Engg., & Biological Sciences (IJACEBS)*, 1 (1). 25-28.
- Pubchem. 2019. Compound Summary: 4-tert-butylcalix[6]arene. //https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/335356#section=lnChI-Key
- Rahmahida, N.A., Zainus S., Junaidi. 2012. *Proses Pengolahan Logam Berat Khrom pada Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan EPS Termobilisasi*. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Robert, B.A., Gareth W.V., Raston, C.L, J.L Scoot. 2001. Solvent-Free Synthesis of Calix[4]arenes. *Green Chemistry. The Royal Society of Chemistry*. 3. 280-284.

- Roat-Malone, Rosette M. 2007. *Bioinorganic Chemistry 2nd edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Santra, S. dkk. 2015. Solvent-free Synthesis of Pillar[6]arenes. *Green Chemistry. The Royal Society of Chemistry*.
- Sardjono, R.E. dan Rahmi, R. 2017. Green Sythesis of Oligomer Calixarenes. Pada buku: *Green Chemical Processing and Synthesis*. Diedit oleh Karame, Iyad and Hassan Srour. Publisher: InTech.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2007. Spektroskopi. Yogyakarta: Liberty.
- Setiawan, Angga. 2016. Sintesis Senyawa C-Heptil Kaliks[4]resorsinaren Oktaasetat dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III). *Skripsi, Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta*.
- Siddiquee, S., Kobun Rovinal¹, Sujjat Al Azad², Laila Naher, Saallah Suryani, Pasicha Chaikaew. 2015. Heavy Metal Contaminants Removal from Wastewater Using the Potential Filamentous Fungi Biomass: A Review. *J Microb Biochem Technol.* 7 (6). 384-393.
- Sobariah, Siti. 2011. Penggunaan Metode Solvent-Free pada Sintesis Tetramer Siklik Kaliks[4]Resorsinarena dari 7-hidroksisitronelal. *Skripsi. Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung*.
- Sokolova, M.P., dkk. 2010. Structure, Morphology and Thermal Properties of Polyrotaxanes Based on Calix[6]arene and Modified Polydimethylsiloxane. *Russian Journal of Applied Chemistry.* 83 (1). 109-114.
- Stum, W dan Morgan, J.J. 1996. Aquatic Chemistry. New York: John Wiley and Sons.
- Sugiyarto, K.H. dan Retno D.S. 2010. *Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sukarta, I.N. 2008. Adsorpsi Ion Cr³⁺ oleh Serbuk Gergaji Kayu Albizia (*Albizia falcata*): Studi Pengembangan Bahan Alternatif Penyerap Limbah Logam. *Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor*.
- Suminten, N.K., I Wayan S., dan I Nengah S.. 2014. Adsorpsi Ion Logam Cr(III) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Ligan Difenilkarbazon (Si-DPZon). *Jurnal Kimia*, 8 (2), 231-236.
- Svehla, G. 1979. *Vogel: Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta: PT Kalman Media Pustaka.

- Tanwar S, Ho JA, Magi E. 2013. Green Synthesis and Characterization of Novel Gold Nanocomposites for Electrochemical Sensing Applications. *Talanta*, 117, 352-358.
- Tashakkorian H, Lakouraj MM, Rouhi M. 2015. p-Sulfonic Acid Calix[4]arene as An Efficient Catalyst for One-Pot Synthesis of Pharmaceutically Significant Coumarin Derivatives Under Solvent-Free Condition. *International Journal of Medicinal Chemistry*, 18.
- Utomo, S.B. 2014. Rekayasa Molekul Makrosiklis untuk Aplikasi Lingkungan dan Medis. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*, Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Varma, R.S dan Nasir B.R.B. 2013. Solvent-Free Synthesis . Pada *An Intrduction to Green Chemistry Methods*. Diedit oleh Luque, R and Juan C.C. Future Science.
- Velumani, K., P.E. Kumar dan V. Sivakumar. 2016. Adsorption of Chromium (VI) Using a Non-conventional Adsorbent. *Rasāyan J. Chem.* 2 (2). 149-159.
- Weast, R.C. 1969. *Handbook of Chemistry and Physics*. Victoria: Prentice Hall.
- Wilyanda, Y. and Chairul. 2015. Pengolahan Limbah Cair Logam Berat (Limbah B3) Secara Presipitasi dan Koagulasi di UPT Pengujian Dinas Pekerjaan Umum. *Jom FTEKNIK*. 2 (2).
- Yang F, Guo H, Vicens J. 2014. Mini-Review: Calixarene Liquid Crystals. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, 80 (3), 177-186.
- Yonetake K, Nakayama T, Ueda M. 2001. New Liquid Crystals Based on Calixarenes. *Journal of Materials Chemistry*, 11(3), 761-7
- 

LAMPIRAN

1. Perhitungan Randemen

Diketahui:

$$\text{Massa } p\text{-}t\text{-butilfenol} = 1,8080 \text{ g} \quad \text{Mr } p\text{-}t\text{-butilfenol} = 150,22 \text{ g/mol}$$

$$\text{Massa formaldehida} = 1,6216 \text{ g} \quad \text{Mr formaldehida} = 30,03 \text{ g/mol}$$

$$\text{Massa percobaan} = 1,2182 \text{ g} \quad \text{Mr } p\text{-}t\text{-butilkaliks[6]arena} = 973,3696 \text{ g/mol}$$

$$\text{mol } p\text{-}t\text{-butilfenol} = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{1,8080 \text{ g}}{150,22 \text{ g/mol}} = 0,012 \text{ mol}$$

$$\text{mol formaldehida} = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{1,6216 \text{ g}}{30,03 \text{ g/mol}} = 0,054 \text{ mol}$$

Persamaan kimia:



0,012 mol	0,054 mol	-
0,012 mol	0,012 mol	0,002 mol
<hr/>		
-	0,032 mol	0,002 mol

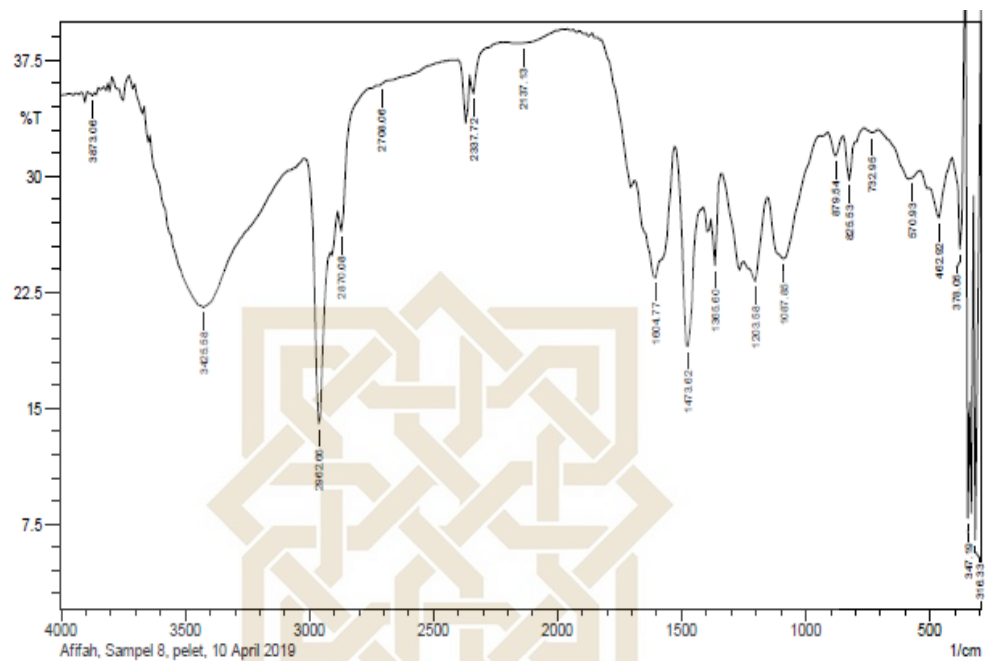
$$\begin{aligned} \text{Massa } p\text{-}t\text{-butilkaliks[6]arena teoritis} &= 0,002 \text{ mol} \times 973,3696 \text{ g/mol} \\ &= 1,9467 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Randemen} = \frac{\text{massa percobaan}}{\text{massa teoritis}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,2182 \text{ g}}{1,9467 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 62,58 \%$$

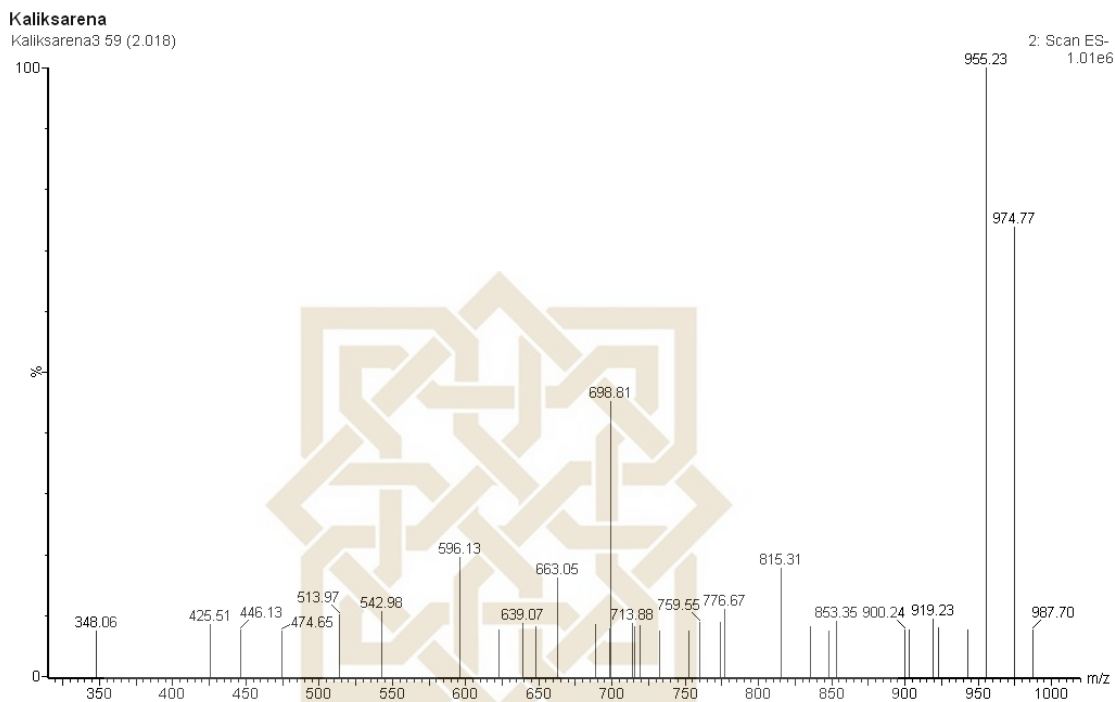
2. Spektrum FTIR Senyawa Hasil Sintesis



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	316.33	6.446	25.89	324.04	293.18	22.313	9.015
2	347.19	8.201	26.04	354.9	331.76	23.176	4.052
3	378.05	25.245	10.206	408.91	362.62	24.386	3.15
4	462.92	27.302	2.542	493.78	416.62	41.585	1.37
5	570.93	29.838	1.006	702.09	540.07	82.28	1.139
6	732.95	32.807	0.231	763.81	709.8	26.074	0.097
7	825.53	29.709	3.019	848.68	771.53	38.461	1.149
8	879.54	31.284	1.301	910.4	856.39	26.777	0.477
9	1087.85	24.627	5.175	1149.57	948.98	111.372	8.155
10	1203.58	23.175	3.366	1249.87	1157.29	55.666	2.469
11	1365.6	24.207	4.171	1381.03	1342.46	21.84	1.062
12	1473.82	18.955	11.136	1519.91	1411.89	65.853	8.806
13	1604.77	23.382	7.359	1681.93	1527.62	89.686	10.716
14	2137.13	38.591	0.327	2206.57	1982.82	91.786	0.529
15	2337.72	35.32	1.437	2353.16	2214.28	58.57	0.267
16	2708.06	35.863	0.045	2715.77	2438.62	120.816	0.016
17	2870.08	26.4	2.313	2885.51	2762.06	59.591	0.586
18	2962.66	13.943	13.399	3016.67	2924.09	60.961	9.048
19	3425.58	21.501	10.609	3541.6	3024.38	359.764	53.217
20	3873.06	35.165	0.307	3888.49	3849.62	17.415	0.095

YOGYAKARTA

3. Kromatogram LC-MS Senyawa Hasil Sintesis



4. Uji Adsorpsi menggunakan Senyawa *p-t*-butilkaliks[6]arena

a. Pembuatan larutan Cr(III)

Konsentrasi 1000 ppm dalam 100 mL

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Cr}^{3+} &= \text{Konsentrasi Cr}^{3+} \times \text{volume larutan} \times \frac{\text{Mr CrCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}}{\text{Ar Cr}} \\
 &= 1000 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} \times \frac{266,436 \text{ g/mol}}{51,996 \text{ g/mol}} \\
 &= 0,0512 \text{ mg} \\
 &= 0,0512 \text{ g}
 \end{aligned}$$

b. Tabel Hasil Perhitungan Pengaruh Konsentrasi Awal Ion Logam

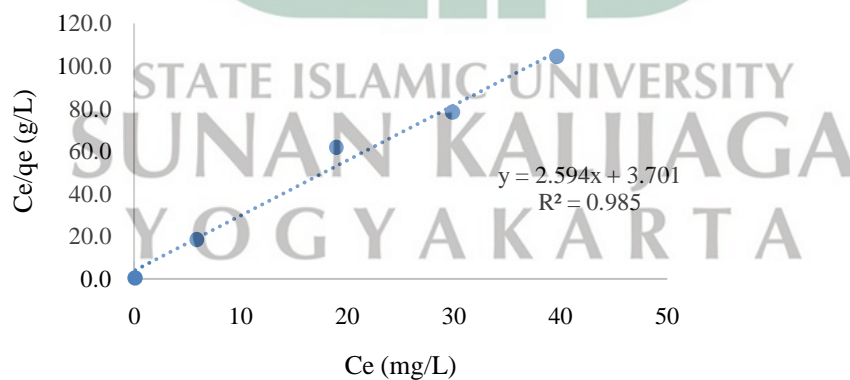
Cr(III)

Co teoritis (mg/L)	Co terukur (mg/L)	Ce (mg/L)	Cr teradsorp (mg/L)
10	11,025	0,059	10,966
20	22,130	5,861	16,269
35	34,652	18,949	15,704
50	49,376	29,866	19,510
60	59,073	39,643	19,430

c. Hasil Perhitungan Isoterm Adsopsi

Co terukur (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume Larutan Cr (L)	Massa adsorben (gram)	qe (mg/g)	Ce/qe (g/L)	log Ce (mg/L)	log qe (mg/g)
11.025	0.059	0.01	0.008	0.214	0.275	-1.229	-0.669
22.130	5.861	0.01	0.008	0.318	18.445	0.768	-0.498
34.652	18.949	0.01	0.008	0.307	61.780	1.278	-0.513
49.376	29.866	0.01	0.008	0.381	78.377	1.475	-0.419
59.073	39.643	0.01	0.008	0.379	104.464	1.598	-0.421

Isoterm Langmuir



Persamaan Langmuir

$$\frac{Ce}{qe} = \frac{1}{qm} Ce + \frac{1}{KL \cdot qm}$$

Persamaan garis lurus $\rightarrow y = 2.5942x + 3.7012$ dengan $R^2 = 0.9857$

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

$$\text{Slope} = \frac{1}{q_m} = 2.5942 \text{ g/mg}$$

$$q_m = 0,3855 \text{ mg/g}$$

$$q_m = \frac{0,3855 \text{ mg/g}}{51,996 \text{ g/mol}}$$

$$q_m = 7,414 \times 10^{-3} \text{ mmol/g} = 7,414 \times 10^{-6} \text{ mol/g}$$

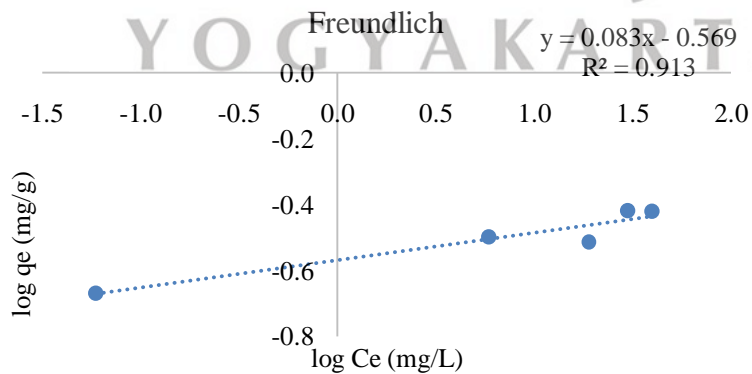
$$\text{Satuan intersep} = \text{sumbu } y = \frac{C_e \text{ mg/L}}{q_e \text{ mg/g}} = \text{g/L}$$

$$\text{Intersep} = \frac{1}{K_L \cdot q_m} = 3.7012 \text{ g/L}$$

$$K_L = \frac{1}{7,414 \times 10^{-6} \text{ mol/g} \times 3.7012 \text{ g/L}}$$

$$K_L = 36,442 \times 10^3 \text{ L/mol}$$

Isoterm Freundlich



Persamaan Freundlich

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

Persamaan garis lurus $\rightarrow y = 0.0836x - 0.5691$ dengan $R^2 = 0.9137$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0.0836$$

$$n = 11,9617$$

Satuan intersep = sumbu y = log q_e = mg/g

Intersep = log K_F = - 0.5691 mg/g

$$K_F = 10^{(-0.5691)} \text{ mg/g}$$

$$K_F = 0,2534 \text{ mg/g}$$

$$K_F = \frac{0,2534 \text{ mg/g}}{51,996 \text{ g/mol}}$$

$$K_F = 4,8734 \text{ mmol/g} = 4,8734 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$$

d. Hasil Perhitungan Energi Gibbs

$$\Delta G^\circ = -R T \ln K_L$$

$$\Delta G^\circ = -[(8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}) (300 \text{ K}) (36,442 \times 10^3 \text{ Lmol}^{-1})]$$

$$\Delta G^\circ = -26198 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = -26,198 \text{ kJ mol}^{-1}$$

CURRICULUM VITAE

A. Biodata Pribadi

Nama Lengkap : Afifah Mufidati
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Banjarnegara, 3 Februari 1997
Alamat Asal : Banjarsari RT 05/RW 01 Sokanandi,
Banjarnegara, Jawa Tengah
Alamat Tinggal : Sonopakis Lor RT 2/RW 26 Dukuh IX,
Ngestiharjo, Kasihan, Bantul
Email : afifahmfdti@gmail.com
No. Hp : 0821 3394 9085



B. Latar Belakang Pendidikan Formal

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
TK	TK RA Al-Hidayah	2000 – 2002
SD	SDN 1 Sokanandi	2002 – 2008
SMP	SMPN 2 Banjarnegara	2008 – 2011
SMA	SMAN 1 Banjarnegara	2011 – 2014
S1	UIN Sunan Kalijaga	2014 – 2019

C. Pengalaman Organisasi

Nama Organisasi	Tahun
Sekretaris HMPS Kimia, UIN Sunan Kalijaga	2015 – 2017