

**SPEIASI ION LOGAM Cr(III) DAN Cr(VI) PADA TANAMAN ECENG
GONDOK (*Eichhornia crassipes*) MENGGUNAKAN METODE
POTENSIOMETRI SEL KONSENTRASI**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



RESTI ATIKA INDRIANI

08031182025016

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**SPESIASI ION LOGAM Cr(III) DAN Cr(VI) PADA TANAMAN ECENG
GONDOK (*Eichhornia crassipes*) MENGGUNAKAN METODE
POTENSIOMETRI SEL KONSENTRASI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**

Oleh:

RESTI ATIKA INDRIANI

08031182025016

Indralaya, 12 September 2024

Mengetahui,

Pembimbing



Dr. Suheryanto, M. Si.

NIP. 196006251989031006

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Renti Atika Indriani (08031182025016) dengan Judul "Spesiasi Ion Logam Cr(III) Dan Cr(VI) Pada Tanaman *Eceng Gondok* (*Eichhornia crassipes*) Menggunakan Metode Potensiometri Sel Konsentrasi" telah disidangkan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 September 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 12 September 2024

Ketua :

1. Dr. Nova Yullisari, M.Si.
NIP. 197307261999032001

Sekretaris :

2. Dr. Addy Rachmat, M.Si.
NIP. 197409282000121001

Pembimbing :

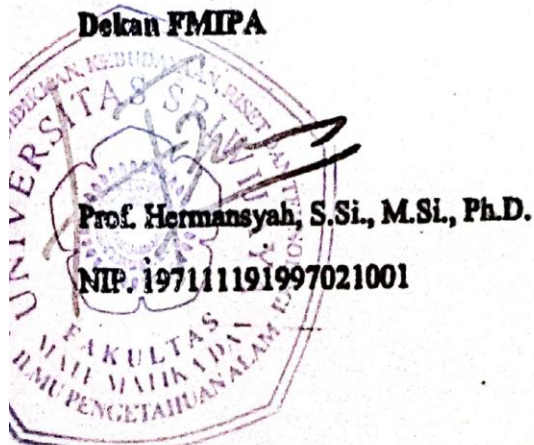
1. Dr. Suheryanto, M.Si.
NIP. 196006251989031006

Penguji:

1. Prof. Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si.
NIP. 196808271994022001
2. Prof. Drs. Dedi Rohendi, M.T., Ph.D.
NIP. 196704191993031001

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Ketua Jurusan Kimia



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Resti Atika Indriani

NIM : 08031182025016

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 12 September 2024

Penulis,



Resti Atika Indriani
NIM. 08031182025016

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Resti Atika Indriani
NIM : 08031182025016
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Spesiasi Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Menggunakan Metode Potensiometri Sel Konsentrasi”. Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 12 September 2024

Yang Menyatakan,



Resti Atika Indriani

NIM. 08031182025016

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah : 6-7)

“Janganlah engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita”

(QS. At-Taubah : 40)

“Tidak ada kata-kata mutiara ataupun *quotes* yang dibuat untuk menyemangati diri, yang pasti selalu berpegang teguh kalau Allah selalu buat kehidupan terus berjalan dengan warna yang berbeda-beda”

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW, serta kupersembahkan kepada:

1. Alm. Bapakku yang telah berpulang sewaktu diriku menempuh pendidikan sekolah dasar. Semoga Bapak bangga dengan anak perempuannya ini.
2. Ibu, kakak-kakak, ayuk dan adik-adikku yang selalu mendukung, mengusahakan, mendoakan setiap langkahku.
3. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungannya.
4. Dosen Pembimbingku (Dr. Suheryanto, M.Si.)
5. Sahabat, teman dan semua yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Almamaterku (Universitas Sriwijaya).

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu dipanjatkan kepada Allah ST, atas berkah, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah skripsi ini yang insya Allah berguna dikemudian hari. Salawat serta salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga dan pengikutnya di yaumil akhir kelak. Karya ilmiah berupa skripsi yang berjudul “Spesiasi Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Menggunakan Metode Potensiometri Sel Konsentrasi” dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya sebagai lembaga pendidikan yang telah menyediakan sarana dan prasarana untuk penulis hingga memperoleh gelar sarjana sains (S.Si.). Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan karya ilmiah ini.
2. Alm. Bapak, yang telah berpulang sewaktu penulis menempuh sekolah dasar. Walaupun tidak kebersamaan dalam penulisan skripsi akan tetapi Bapak selalu di hati penulis.
3. Ibu tercinta, yang selalu mendukung baik moril dan materil. Skripsi dan gelar ini penulis persembahkan untuk Ibu yang paling penulis sayangi. Banyak rintangan yang dihadapi ibu sewaktu penulis menempuh pendidikan di bangku kuliah, tangis dan tawa yang selalu mengisi hari-hari penulis, yang selalu menguatkan pundak, meyakinkan penulis bahwa semuanya akan baik-baik saja, yang menaruh lebih impian yang besar terhadap penulis. Terima kasih yang tidak habis-habisnya untuk Ibu, bahagia, sehat selalu and I love you, Bu.
4. Kakak perempuan Penulis (Yuk Kiki) yang selalu support baik langsung maupun tidak langsung, yang selalu meyakini bahwa penulis bisa

menyelesaikan studi dan meraih gelar sarjana ini, Yuk Kiki merupakan orang yang penulis sayangi setelah Ibu. Penulis berharap semoga kebaikan Yuk kiki dibalas lebih oleh Allah SWT, akan dilimpahkan kebahagiaan dan rezeki yang tiada habisnya. I love you, Yuk.

5. Kakak-kakak (Kak Dika dan Kak Andi) serta adik-adik (Giban dan Ican) yang juga memberikan doa serta mendukung penulis, mengisi hari-hari penulis dengan canda, tawa serta air mata. Penulis berharap, bahagia dan sehat selalu untuk kakak dan adik, semoga penulis menjadi orang yang dapat diandalkan untuk adik-adik. Penulis sayang kalian.
6. Kakak ipar perempuan penulis (Yuk Dila) yang telah memberikan doa dan dukungannya dan keponakan (Reina dan Zaidan) yang juga membuat hari-hari penulis jadi lebih berwarna, tingkah konyol dan kelucuan yang diberikan membua penulis mendapatkan keceriaan dikesehariannya.
7. Keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Bapak Prof. Hermansyah, M.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
9. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya.
10. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
11. Bapak Dr. Suheryanto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Tugas Akhir. Terima kasih penulis ucapkan atas bimbingan dan arahan serta dukungan Bapak kepada penulis selama perkuliahan, selalu sabar dan mengerti kondisi penulis. Penulis berharap, Bapak selalu diberi kesehatan dan kebahagiaan.

12. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si. dan Bapak Prof. Drs. Dedi Rohendi, M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran, masukan serta waktunya untuk memberikan yang terbaik kepada penulis dalam proses penulisan skripsi ini.
13. Ibu Dr. Nova Yuliasari, M.Si. dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Ketua dan Sekretaris pada sidang sarjana penulis serta yang telah melancarkan pelaksanaan sidang penulis.
14. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan didikan, ilmu dan masukan selama masa perkuliahan.
15. Seluruh Analis Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membatu jalannya penelitian penulis, khususnya Mba Yanti. Terima kasih Mba sudah menjadi Ibu kami di Lab. Kebajikan Mba tidak akan penulis lupakan, semoga kebahagiaan menyertai hari-harimu, Mba.
16. Mba Dessy, merupakan mentor sekaligus sahabat bagi penulis, selalu berbagi keluh kesah dan curhat mengenai hiruk pikuk dunia penelitian, selalu mensupport penulis dalam setiap kondisi. Terima kasih Mba, sudah jadi sahabat di akhir-akhir masa perkuliahan penulis.
17. Mba Novi dan Kak Iin, selaku admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu penulis dalam prosesi administrasi di Jurusan.
18. Teman-teman sepenelitian penulis, Para Zn-Zn kuhhh (Alyak, Sipase, Dina) yang selalu kebersamai selama penelitian, mulai dari bimbingan tugas permulaan tugas akhir hingga saat ini. Teman berbagi keluh kesah, tempat bertanya, dan jadi versi diri sendiri ketika sama-sama. Semoga kesuksesan menjumpai kalian dan bahagia selalu buat kalian.
19. Teman-teman catering (Shella, Shyla, Hanny) yang selalu mengisi kekosongan hari-hari penulis, selalu memberikan support dan loker part

time. Terima kasih gaiss, semoga impian kalian bisa terwujud dan kebahagiaan menyertai kalian.

20. Teman –teman seperjuangan penulis “Jumat esteh” (Irandom, Sipase, Incess, Jahalo, Citruss dan Indahe) yang selalu memberikan doa dan dukungannya kepada penulis dari masa perkuliahan hingga saat ini, semangat bua kalian yang udah log out maupun yang masih penelitian, semoga kalian selalu bahagia gaiss.
21. Sahabat penulis (Amaa chan) yang udah lulus tapi menjadi partner pulang bareng dan kuliah bareng penulis, walaupun deketnya sejak semester 5 tapi sudah seperti sahabat baik. Semoga sukses selalu ya Maa.
22. Kak Agus, Kak Ucup, Ayah, Kak Man, Ariel, Koyong, Nur, Ichi dan Yuni yang merupakan teman seperjuangan penulis di bus kaleng, semangat buat kalian, kebaikan kalian tidak akan dilupakan oleh penulis.
23. Mr. D, sosok yang sudah memberikan dukungan dan doa kepada penulis, penulis berharap semoga engkau diberikan kesehatan, rezeki yang lancar dan kebahagiaan yang akan ditemui dikemudian hari, serta kesuksesan. Penulis berterima kasih atas pembelajaran yang diberi semoga bisa bertemu dengan versi terbaik masing-masing.
24. Kak Sari, selaku kakak asuh penulis yang telah membatu memberikan support, informasi dan tutorial menjadi mahasiswa di jurusan Kimia. Semoga sukses selalu untuk kak Sari. Love you kak.
25. Tim Potensiometri (Sipase, Vio, Alyak, Dina, Alep, Kodrat, Nadep) yang sudah menjadi teman penelitian yang baik untuk penulis.
26. Teman berjuang sidang bersama penulis (Dina, Caca, Pitri, Elis, Melanie), semangat buat kalian.
27. Keluarga Kimia angkatan 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 dan 2024 yang telah mengisi hari-hari perkuliahan penulis.

28. Mba Taylor yang membuat penulis merasa bersemangat dengan lagu-lagu yang dinyanyikannya. Terima kasih untuk lagu-lagu dengan musik yang memorable.
29. Chat GPT, aplikasi AI untuk membantu penulis belajar dan mencari sumber-sumber pengetahuan.
30. Laptop turun temurun yang sudah hampir menginjak usia 9 tahun. Kuat-kuat yaa untuk ditutrukan kepada penerus berikutnya.
31. The One and Only, diriku sendiri. Terima kasih sudah kuat sejauh ini dan bertahan hingga detik ini. Yakinkan bahwa hidupmu tidak akan selalu di bawah, kuatkan pikiran bahwa kau bisa sukses untuk Ibu dan keluarga. Buktikan bahwa seorang anak terlahir dari keluarga kurang mampu bisa menjadi orang penting nantinya. Allah selalu di sisi dan sampai kapanpun selalu disisimu. Cintai dan hormati dirimu ya, Kamu pasti bisa. Fighting!!!

Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dalam hal pengetahuan, pengalaman topik yang diangkat dalam penelitian serta format penulisan. Untuk itu, penulis mengharapkan saran, masukan serta kritik yang sifatnya membangun dari pembaca agar kedepannya menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi pembaca dan kita semua.

Indralaya, September 2024

Penulis

SUMMARY

SPECIATION OF Cr(III) AND Cr(VI) METAL IONS IN WATER HYACINTH PLANTS (*Eichhornia crassipes*) USING CONCENTRATION CELL POTENTIOMETRIC METHOD

Resti Atika Indriani was supervised by Dr. Suheryanto, M.Si.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sriwijaya University

xii + 74 pages, 36 tables, 7 figures, 7 attachments

Water hyacinth is a bioindicator plant that has a high tolerance to metal pollutants in Ogan river. Water hyacinth can be used as a sample for speciation analysis of Cr(III) and Cr(VI) metal ions using the concentration cell potentiometric method. Potentiometric has advantages, included high accuracy, sensitivity and limits low detection. This study aims to validate the method (linearity, precision, accuracy, LoD, LoQ & measurement uncertainty). Applying the concentration cell potentiometric method to measurement Cr(III) and Cr(VI) metal ion species in water hyacinth plants in the Ogan river and determining the distribution of Cr(III) and Cr(VI) metal ion species founded in water hyacinth plants at each sampling location. The potentiometric concentration cell consists of an anode which is a reference standard solution and a cathode of the sample solution which is then connected to a KCl salt bridge then dipped in a chrome electrode and the cell potential is measured.

The result showed that the concentration cell potentiometric method was proven to be valid with the Cr(III) and Cr(VI) regression equations respectively $y = 8.4768x + 0.3051$ and $y = 4.1074x + 0.3145$, the determination coefficient obtained were respectively equal to 0.999 and 0.998. The precision obtained for the metal ions Cr(III) and Cr(VI) was 0.333% and 1.095%. The accuracy obtained for the metal ions Cr(III) and Cr(VI) was 95.33% and 94.38%. The LoD and LoQ values of the obtained for Cr(III) were respectively 0.5016 mg/L and 0.502 mg/L while the LoD and LoQ of the for Cr(VI) were obtained respectively 0.482 mg/L and 0.483 mg/L. The biggest contributor to uncertainty is the 5 mL measuring pipette. The highest concentrations of Cr(III) and Cr(VI) metal ions measured from water hyacinth plants parts were highest in the roots. The highest distribution of Cr(III) metal ion contamination is at location Pegayut and the lowest is at location 15 Ulu, while for Cr(VI) metal ion the highest is at location 15 Ulu and the lowest is at location Ulu Laut.

Keyword : Speciation, Concentration Cell, Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*), Chromium.

Citation : 51 (1985 - 2023)

RINGKASAN

SPEIASI ION LOGAM Cr(III) DAN Cr(VI) PADA TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) MENGGUNAKAN METODE POTENSIOMETRI SEL KONSENTRASI

Resti Atika Indriani : dibimbing oleh Dr. Suheryanto, M.Si.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xii + 74 halaman, 36 tabel, 7 gambar, 7 lampiran

Eceng gondok merupakan tanaman bioindikator yang memiliki toleransi tinggi terhadap polutan logam di sungai Ogan. Eceng gondok dapat dijadikan sebagai sampel untuk analisis spesiasi ion logam Cr(III) dan Cr(VI) menggunakan metode potensiometri sel konsentrasi. Potensiometri sel konsentrasi memiliki kelebihan diantaranya akurasi dan sensitivitas yang tinggi serta limit deteksi rendah. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi metode (Linearitas, Presisi, Akurasi, LoD, LoQ & Ketidakpastian Pengukuran), Menerapkan metode potensiometri sel konsentrasi untuk pengukuran spesies Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) pada Tanaman Eceng Gondok di perairan Sungai Ogan dan menentukan distribusi spesies ion logam Cr(III) dan Cr(VI) yang terdapat pada tanaman Eceng gondok di setiap Lokasi pengambilan Sampel. Potensiometri sel konsentrasi terdiri dari anoda yang merupakan larutan standar pembanding dan katoda larutan sampel lalu dihubungkan dengan jembatan garam KCl kemudian dicelupkan elektroda krom dan diukur potensial sel nya.

Hasil penelitian menunjukkan metode potensiometri sel konsentrasi terbukti valid dengan persamaan regresi Cr(III) dan Cr(VI) masing-masing $y = 8,4768x + 0,3051$ dan $y = 4,1047x + 0,3145$, koefisien determinasi yang didapat masing-masing sebesar 0,9989 dan 0,9987. Presisi yang didapat untuk ion logam Cr(III) dan Cr(VI) sebesar 0,333% dan 1,095%. Akurasi yang diperoleh untuk ion logam Cr(III) dan Cr(VI) sebesar 95,33% dan 94,38%. Nilai LoD dan LoQ metode yang diperoleh untuk Cr(III) masing-masing 0,5016 mg/L dan 0,502 mg/L sedangkan LoD dan LoQ metode untuk Cr(VI) diperoleh masing-masing 0,482 mg/L dan 0,483 mg/L. Kontributor ketidakpastian terbesar yakni dari pipet ukur 5 mL. Konsentrasi tertinggi ion logam Cr(III) dan Cr(VI) yang terukur dari bagian tanaman eceng gondok tertinggi pada akar. Distribusi cemaran ion logam Cr(III) tertinggi terdapat pada lokasi Pegayut dan terendah terdapat pada lokasi 15 Ulu, sedangkan untuk ion logam Cr(VI) tertinggi pada lokasi 15 Ulu dan terendah pada lokasi Ulu Laut.

Kata Kunci : Spesiasi, Potensiometri Sel Konsentrasi, Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), Kromium.

Sitasi : 51 (1985 – 2023)

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | iv |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| SUMMARY | xii |
| RINGKASAN | xiii |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xx |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1. 1 Latar Belakang | 1 |
| 1. 2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1. 3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1. 4 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Logam Krom (Cr) | 4 |
| 2.2 Spesiasi Krom (Cr) | 4 |
| 2.3 Sungai Ogan..... | 5 |
| 2.4 Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) | 6 |
| 2.5 Metode Potensiometri | 8 |
| 2.6 Validasi Metode | 9 |
| 2.6. 1 Linearitas..... | 10 |
| 2.6. 2 Presisi | 10 |
| 2.6. 3 Akurasi | 11 |
| 2.6. 4 Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ) | 12 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.6. 5 | Estimasi Ketidakpastian pengukuran | 12 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 14 |
| 3. 1 | Waktu dan Tempat | 14 |
| 3. 2 | Alat dan Bahan | 14 |
| 3.2. 1 | Alat | 14 |
| 3.2. 2 | Bahan | 14 |
| 3. 3 | Prosedur Penelitian | 14 |
| 3.3. 1 | Pembuatan dan Pengukuran Potensial Sel Larutan Induk dan Larutan Standar Cr(NO ₃) ₃ untuk Ion Logam Cr(III) & K ₂ Cr ₂ O ₇ untuk Ion Logam Cr(VI) | 14 |
| a. | Pembuatan Larutan Induk Cr(III) dan Cr(VI) | 14 |
| b. | Pembuatan Larutan Standar Cr(III) dan Cr(VI) | 15 |
| c. | Pembuatan Jembatan Garam | 15 |
| 3.3. 2 | Validasi Metode | 15 |
| a. | Penentuan Linearitas | 15 |
| b. | Penentuan Presisi | 16 |
| c. | Penentuan Akurasi | 16 |
| d. | Penentuan Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ) | 16 |
| e. | Penentuan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran | 16 |
| 3.3. 3 | Pengambilan Sampel Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) | 17 |
| 3.3. 4 | Persiapan dan Perlakuan Sampel | 19 |
| 3.3. 5 | Pengukuran Potensial Sel Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) dalam Sampel Larutan Tanaman Eceng Gondok | 20 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 21 |
| 4. 1 | Validasi Metode Potensiometri Sel Konsentrasi Pengukuran Spesiasi ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) | 21 |
| 4.1.1 | Linearitas Metode Potensiometri Sel Konsentrasi | 21 |
| 4.1.2 | Presisi Metode Potensiometri Sel Konsentrasi | 22 |
| 4.1.3 | Akurasi Metode Potensiometri Sel Konsentrasi | 23 |
| 4.1.4 | Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ) Metode Potensiometri Sel Konsentrasi | 24 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 4.1.5 | Estimasi Ketidakpastian Pengukuran..... | 26 |
| 4.2 | Kadar Spesies Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) dalam Sampel..... | 27 |
| | a. Ion Logam Cr(III)..... | 28 |
| | b. Ion Logam Cr(VI)..... | 29 |
| 4.3 | Distribusi konsentrasi Ion Logam Cr(III) dan Ion Logam Cr(VI) pada Sampel | 30 |
| | BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 33 |
| 5.1 | Kesimpulan | 33 |
| 5.2 | Saran..... | 33 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 34 |
| | LAMPIRAN..... | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Sungai Ogan | 6 |
| Gambar 2.2 Eceng Gondok | 7 |
| Gambar 2.3 Serangkaian Alat Pengukuran Potensiometer Sel Konsentrasi | 8 |
| Gambar 3.1 Diagram Tulang Ikan (<i>Fish bone</i>)..... | 17 |
| Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanaman Eceng Gondok | 19 |
| Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Larutan Standar $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ dan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 21 |
| Gambar 4.2 Grafik Distribusi Pencemaran Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI)..... | 31 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel..... | 18 |
| Tabel 4.1 Data perhitungan Presisi Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) | 23 |
| Tabel 4.2 Data perhitungan Akurasi Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) | 24 |
| Tabel 4.3 Data hasil Perhitungan LoD dan LoQ Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI)..... | 25 |
| Tabel 4.4 Data hasil perhitungan ketidakpastian pengukuran Ion Logam Cr(III) | 26 |
| Tabel 4.5 Data hasil perhitungan ketidakpastian pengukuran Ion Logam Cr(III) | 27 |
| Tabel 4.6 Data perhitungan sampel Eceng Gondok Ion Logam Cr(III) | 28 |
| Tabel 4.7 Data perhitungan sampel Eceng Gondok Ion Logam Cr(VI) | 29 |
| Tabel 6.1 Data hasil pengukuran potensial sel larutan standar Cr(NO ₃) ₃ | 41 |
| Tabel 6.2 Data perhitungan kurva kalibrasi larutan standar Cr(NO ₃) ₃ | 41 |
| Tabel 6.3 Data hasil pengukuran potensial sel larutan standar K ₂ Cr ₂ O ₇ | 42 |
| Tabel 6.4 Data perhitungan kurva kalibrasi larutan standar K ₂ Cr ₂ O ₇ | 42 |
| Tabel 6.5 Data hasil pengukuran potensial larutan standar Ion Logam Cr(III) 4x10 ⁻⁴ M | 44 |
| Tabel 6.6 Data hasil pengukuran potensial larutan standar Ion Logam Cr(VI) 4x10 ⁻⁴ M | 45 |
| Tabel 6.7 Data perhitungan akurasi Ion Logam Cr(III) | 46 |
| Tabel 6.8 Data perhitungan akurasi Ion Logam Cr(VI)..... | 47 |
| Tabel 6.9 Data hasil pengukuran potensial blanko Ion Logam Cr(III) | 48 |
| Tabel 6.10 Data hasil pengukuran potensial blanko Ion Logam Cr(VI)..... | 51 |
| Tabel 6.11 Data perhitungan sampel lokasi 1 Ion Logam Cr(III)..... | 54 |
| Tabel 6.12 Data perhitungan sampel lokasi 2 Ion Logam Cr(III)..... | 54 |
| Tabel 6.13 Data perhitungan sampel lokasi 3 Ion Logam Cr(III)..... | 54 |
| Tabel 6.14 Data perhitungan sampel lokasi 4 Ion Logam Cr(III)..... | 54 |
| Tabel 6.15 Data perhitungan sampel lokasi 5 Ion Logam Cr(III)..... | 55 |
| Tabel 6.16 Data perhitungan sampel lokasi 6 Ion Logam Cr(III)..... | 55 |
| Tabel 6.17 Data perhitungan sampel lokasi 7 Ion Logam Cr(III)..... | 55 |
| Tabel 6.18 Data perhitungan sampel lokasi 1 Ion Logam Cr(VI)..... | 57 |
| Tabel 6.19 Data perhitungan sampel lokasi 2 Ion Logam Cr(VI)..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Tabel 6.20 Data perhitungan sampel lokasi 3 Ion Logam Cr(VI)..... | 57 |
| Tabel 6.21 Data perhitungan sampel lokasi 4 Ion Logam Cr(VI)..... | 57 |
| Tabel 6.22 Data perhitungan sampel lokasi 5 Ion Logam Cr(VI)..... | 58 |
| Tabel 6.23 Data perhitungan sampel lokasi 6 Ion Logam Cr(VI)..... | 58 |
| Tabel 6.24 Data perhitungan sampel lokasi 7 Ion Logam Cr(VI)..... | 58 |
| Tabel 6.25 Data pengukuran potensial <i>spike</i> 2×10^{-4} M..... | 63 |
| Tabel 6.26 Data hasil perhitungan ketidakpastian pengukuran | 65 |
| Tabel 6.27 Data pengukuran potensial <i>spike</i> 2×10^{-4} M..... | 69 |
| Tabel 6.28 Data hasil perhitungan ketidakpastian pengukuran | 71 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Linearitas | 41 |
| Lampiran 2 Presisi..... | 44 |
| Lampiran 3 Akurasi..... | 46 |
| Lampiran 4 Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi LoQ | 48 |
| Lampiran 5 Spesiasi ion logam Cr(III) dan Cr(VI)..... | 54 |
| Lampiran 6 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran | 61 |
| Lampiran 7 Dokumentasi..... | 74 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Ogan merupakan anak sungai Musi yang menjadi sumber perairan masyarakat dari daerah Opi hingga Kertapati. Seiring meningkatnya aktivitas masyarakat dan industri di sepanjang perairan sungai, memungkinkan terjadinya pencemaran seperti masuknya jenis logam berat yang terdegradasi ke lingkungan perairan sehingga memberikan dampak buruk bagi makhluk hidup akibat terganggunya ekosistem (Rosyidah, 2017). Adapun logam berat yang dapat mencemari lingkungan perairan dapat membentuk spesies logam seperti logam krom. Spesies yang terdapat pada logam kromium memiliki perbedaan signifikan, Cr(VI) memiliki tingkat toksisitas yang lebih tinggi dibanding kromium (III), (Wandoyo dkk., 2006). Konsep spesiasi sangat penting untuk memahami sifat toksik suatu logam (Templeton, 2015).

Spesies logam krom yang teradsorpsi dalam biota atau organisme sungai apabila dikonsumsi oleh manusia akan menimbulkan penyakit, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang (Sumantri & Rahmani, 2020). Biota yang dapat dijadikan sampel untuk analisis spesiasi ion logam krom yakni tanaman bioindikator berupa eceng gondok. Tanaman eceng gondok dikenal sebagai bioindikator pencemaran logam berat yang baik, dapat menurunkan tingkat toksisitas dalam suatu limbah, menurunkan partikel suspensi dan berpotensi mengeliminasi cemaran logam berat yang mana bagian akar akan menyerap cemaran di air sedangkan daunnya terpapar ke udara (Rahayu dkk., 2014), media berupa eceng gondok ini sangat baik dalam memberikan informasi banyaknya jumlah polutan, dengan memberikan respon toleransi yang tinggi. Adanya mobilitas perairan yang berubah-ubah membuat konsentrasi spesies ion logam krom di air sungai menjadi tidak stabil sehingga menjadikan tanaman eceng gondok sebagai bioindikator pengukuran yang lebih efisien dibanding air dan sedimen (Mourad & El-Azim, 2019).

Spesiasi dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya metode

spektroskopi seperti spektroskopi UV-Vis, Spektroskopi emisi atom dan *Inductive Coupled Plasma*, metode elektrokimia seperti Polarografi, Elektroforesis kapiler, elektroforesis gel, voltmetri dan potensiometri, metode kromatografi seperti kromatografi gas, *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), dan kromatografi ion. Berbagai metode tersebut dapat dilakukan, akan tetapi hanya metode elektrokimia dan kromatografi yang sering digunakan. Dalam dekade terakhir, metode kromatografi ion dan polarografi paling banyak digunakan untuk spesiasi logam (Assefa, 2010). Penelitian spesiasi ion logam krom telah dilakukan menggunakan AAS-FTIR (Mawardi dkk., 2014), Spektrometri UV-Vis (Dwiasi dan Kartika, 2008), dan Potensiometri Sel Konsentrasi (Suheryanto dkk., 2018).

Metode analisis spesiasi yang digunakan pada penelitian ini berupa metode potensiometri, karena metode ini dapat digunakan untuk penentuan ion logam dalam bentuk spesies ion logam konsentrasi rendah. Potensiometri dikenal sebagai bagian dari teknik analisis elektrokimia yang berpotensi untuk menentukan spesies logam kromium, mengidentifikasi koefisien aktivitas, konstanta disosiasi, kelarutan produk, nilai derajat keasaman atau pH, reaksi kimia dan afinitas standar. Metode Potensiometri termasuk metode yang belum baku sehingga perlu dilakukan validasi yang sesuai dengan standar ISO/IEC 17025:2017, metode potensiometri memiliki dua elektroda logam yang sama dan berbeda konsentrasinya dimana pengukuran pada arus sama dengan nol.

Kelebihan yang dari alat potensiometer yakni mempunyai rentang konsentrasi yang luas (10^{-1}), rentang presisi (0,1-5,0%), sensitivitas dan akurasi tinggi, batas deteksi rendah, mudah dirakit dan biaya penggunaan yang rendah, dapat digunakan pengukuran pada larutan berwarna dan keruh serta dapat juga dilakukan untuk pengukuran dua logam secara bersamaan (Suheryanto dkk., 2018). Pada penelitian ini perlu dilakukan validasi metode dengan parameter validasi diantaranya linearitas, presisi, akurasi, limit deteksi (LoD) dan limit kuantifikasi (LoQ) dan estimasi ketidakpastian pengukuran. Penelitian tentang Spesiasi ion logam krom menggunakan metode potensiometri masih belum banyak diteliti sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan metode potensiometri untuk spesiasi ion logam Cr pada eceng gondok Sungai Ogan.

1. 2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil validasi (Linearitas, Presisi, Akurasi, LoD & LoQ, serta Ketidakpastian) metode potensiometri sel konsentrasi?
2. Bagaimana hasil pengukuran spesies ion logam Cr(III) dan Cr(VI) menggunakan metode potensiometri sel konsentrasi?
3. Bagaimana distribusi spesies Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) yang terdapat pada tanaman Eceng gondok dari hulu ke hilir sungai Ogan?

1. 3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan validasi (Linearitas, Presisi, Akurasi, LoD & LoQ serta Ketidakpastian pengukuran) metode potensiometri sel konsentrasi untuk pengukuran konsentrasi ion logam Cr(III) dan Cr(VI).
2. Menerapkan metode potensiometri sel konsentrasi untuk pengukuran konsentrasi ion logam Cr(III) dan Cr(VI) pada Tanaman Eceng Gondok di perairan Sungai Ogan.
3. Menentukan distribusi spesies ion logam Cr(III) dan Cr(VI) yang terdapat pada tanaman Eceng gondok dari hulu ke hilir sungai Ogan.

1. 4 Manfaat Penelitian

1. Diharapkan hasil penelitian dari penerapan metode potensiometri sel konsentrasi spesiasi ion Cr(III) dan Cr(VI) ini dapat dijadikan sarana untuk mengembangkan teknik penelitian di lingkungan.
2. Mengetahui bahwa tanaman eceng gondok merupakan tanaman bioindikator yang bisa digunakan sebagai sampel pengujian Spesiasi Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI).

DAFTAR PUSTAKA

- Alegree, M. R., Romero J. E. and Broch S. C. (2012). Is it Really Necessary to Validate an Analytical Method or Not? That is the Question. *Journal of Chromatography A*. 1(1232): 101-109.
- Ali, M. M., Rahman, S., Islam, M. S., Rakib, M. R. J., Hossen, S., Rahman, M. Z., Kormoker, T., Idris, A. M., Phoungthong, K. (2022). Distribution of Heavy in Water and Sediment of an Urban River in a Developing Country: A Probably Risk Assessment. *International Journal of Sediment Research*. 37(1): 173-187.
- Angello, Z. A., Behailu, B. M. & Tranckner, J. (2021). Selection of Optimum Pollution Load Reduction and Water Quality Improvement Approaches using Scenario based Water Quality Modelling in Little Akaki River, Ethiopia. *Journal of Water*. 13(584): 1-22.
- Araujo, P. (2009). Key Aspects of Analytical Method Validation and Linearity Evaluation. *Journal of Chromatography B*. 877(23): 2224-2234.
- Asra, R., Rivai, H., & Astuti, W. (2017). Pengembangan dan Validasi Metode Analisis Betametason Tablet dengan Metode Absorbansi dan Luas Daerah di Bawah Kurva secara Spektrofotometri Ultraviolet. *Jurnal Farmasi Higea*. 9(2): 118-126.
- Assefa, A. T. (2010). Speciation of Chromium in Algeciras Bay. *European Master in Quality Analytical Laboratories*. Spanyol: University of Cadiz
- Aviantara, D. B. (2022). Chemical Speciation Approach in the Risk Evaluation of Environmental Disaster Contaminations Exposure. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*. 16(2): 90-97.
- Beg, S., Kohli, K., Swain, S. & Hasnain M. S. (2012). Development and Validation of RP-HPLC Method for Quantition of Amoxicilin Trihydrate in Bulk and Pharmaceutical Formulations Using Box-Behnken Experimental

- Design. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 35(3): 393-406.
- Bow, Y., Hairul, Hajar, I. (2014). The Application of Potentiometric Methods in Determination Total Organic Carbon Content of Soil. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 4(4): 45-48.
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E. & Sulihingtyas, W. D. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. 5(2): 137-144.
- Dwiasih, D. W. & Kartika, D. (2008). Spesiasi Cr(III) dan Cr(VI) pada Limbah Cair Industri Elektroplating. *Jurnal Molekul*. 3(2): 85-90.
- Eurachem & CITAC. (2011). *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*. United Kingdom.
- Frank, A. (1997). *Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry*. New Jersey: Publisher Prentice Hall.
- Harmita. (2004). Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Review Artikel: Majalah Ilmu Kefarmasian*. 1(3): 117-135.
- Harmono, H. D. (2020). Validasi Metode Analisis Logam Merkuri (Hg) Terlarut pada Air Permukaan dengan Automatic Mercury Analyzer. *Indonesian Journal of Laboratory*. 2(3): 11-16.
- Herliawati, Rahman, M., & Rahman, A. (2021). Analisis Indeks Pencemaran dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Jaing Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan. *Journal of Fish Scientiae*. 1(1): 24-33.
- Hidayah, S. C. (2015). Fitoremediasi Logam Krom dalam Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Sistem Sirkulasi. Bandung: UPI-Press.

- Holleman, A. F., Wiberg, E. & Wiberg, N. (1985). *Chromium: Lehrbuch der Anorganischen Chemie* (edisi ke-91-100). Germany: Walter de Gruyter.
- ISO/IEC 17025:2017. Acuan Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi.
- Izzati, Suheryanto, & Hariani, P. L. (2023). Development of Concentration Cell Potentiometric Method for Fe²⁺ and Fe³⁺ Speciation. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*. 8(3): 115-119.
- Jhingran, V. G., & Pullin, R. S. V. (1985). A Guide to the Common Aquatic Plants of Southeast Asia. *Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management*. 13(1): 13-15.
- Kumar, S., & Gupta, A. K. (2008). Ecology and Management of Aquatic weeds: Case Study of Eichhornia crassipes. *Journal of Aquatic Plant Management*. 2(1). 43-51.
- Katipana, D. (2015). Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kangkung Air (*Ipomoea aquatica f.*) di Kampus Unpatti Poka. *Biopendix Jurnal Biologi Pendidikan dan Terapan*. 1(2): 153-159.
- Kruve, A., Rebane, R., Kipper, K., Oldekop, M. L., Evard, H., Herodes, K., Ravio, P. & Leito, I. (2015). Tutorial Review on Validation of Liquid Chromatography-mass Spectrometry Methods: Part I. *International Journal of Analytica Chimica Acta*. 870(1): 29-44.
- Kurniawati, S., Nurjazuli, Raharjo, M. (2017). Risiko Kesehatan Lingkungan Pencemaran Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr VI) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Aliran Sungai Garang Kota Semarang. *Higiene*. 3(3): 152-160.
- Mawardi, Munaf, E., Kosela, S. & Wibowo, W. (2014). Pemisahan Ion Krom (III) dan Krom (VI) dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Alga Hijau *Spirogyra subsalsa* sebagai Biosorben. *Jurnal Reaktor*. 15(1):27-36

- Mourad, F. A., & El-Azim, H. A. (2019). Use of Green Alga *Ulva lactula* (L.) as an Indicator to Heavy Metal Pollution at Intertidal Waters in Suez Gulf, Aqaba Gulf and Suez Canal, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology Department*. 23(4): 437-449.
- Nadzirah, R., Indarto, Widyaningsih, D. R., & Tegih, M. I. (2023). Analisa Perubahan Tutupan Lahan (*Land Cover*) Wilayah Malang Raya Menggunakan Citra Sentinel. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. 16(2): 160-174.
- Nafisyah, E., Arrisujaya, D., & Susanti, E. (2022). The Utilization of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Harvested from the Phytoremediation Process as Activated Carbon in Cr(VI) Adsorption. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1(1): 1-10.
- Peana, M., Pelucelli, A., Medici, S., Cappai, R., Nurchi, V. M. & Zoroddu, M. A. (2021). Metal Toxicity and Speciation: A review. *International Journal of Current Medicinal Chemistry*. 28(35): 7190-7208.
- Pereira, J. M., Vega, A. L., Castro, P. M. L., Moreira, H. & Marques, A. P. G. C. (2014). Phytoremediation of Heavy Metals using Water Hyacinth. *Environmental Science and Pollution Research*. 21(14): 9047-9056
- Peris-Vicente, J., Esteve-Romero, J. & Carda Broch, S. (2015). Validation of Analytical Methods Based on Chromatographic Techniques: An Overview. *International Journal of Analytical Separates Science*. 5(1): 1757-1808.
- Puspitalena, A., & Rahayu, S. T. (2018). Cemaran Logam Pb dan Cd pada Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) di Perairan Cikarang Barat sebagai Respon Bioakumulator. *Jurnal Forum Ilmiah*. 15(3): 366-371.
- Rahayu, S. T., Faradilla, M., Verawati, E. Y. & Triana, M. (2014). Respon Bioakumulator Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Logam Berat Pb dan Cd di Sungai Pegangsaan Dua. *Pharm Science Research*. 1(1): 9-15.

- Rahmaningsih, H. D. (2006) Kajian Penggunaan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Penurunan Senyaa Nitrogen Efluen Pengolahan Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia. Bogor: IPB University-Press
- Rahmawati, M., Elyza, F., & Natalina. (2018). Penggunaan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes (Mart) Solms*) dan *Bioball* dalam Perbaikan Kualitas Limbah Cair TPA Sampah Bakung Teluk Betung Barat Bandar Lampung. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains*. 2(2): 57-61.
- Ramadhan, S. A. & Musfiroh, I. (2021). Review Artikel: Verifikasi Metode Analisis Obat. *Jurnal Farmaka*. 19(3): 87-92.
- Ratnawati, N. A., Prasetya, A.T., dan Rahayu, E. F. (2019). Validasi Metode Pengujian Logam Berat Timbal (Pb) dengan Destruksi Basah Menggunakan FAAS dalam Sedimen Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8(1): 60-68.
- Ravisankar, P., Navya, C. N., Pravallika, D. & Sri, D. N. (2015). A Review on Step-by-Step Analytical Method Validation. *IOSR Journal of Pharmacy*. 5(10):7-9.
- Riyanto. (2014). *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Deepublish.
- Rosyidah, M. (2017). Analisis Kualitas Air Sungai Ogan sebagai Sumber Air Baku Kota Palembang. *Jurnal Redoks*. 2(1): 42-47.
- SNI ISO/IEC 17025:2008. Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi.
- Skoog, D. A., Holler, F. J. & Crouch, S. R. (2021). *Principles of Instrumental Analysis: Seventh Edition*. USA: Cengage.
- Suheryanto, Fanani, Z., & Meilina, L. (2019). Validation of Potentialometry Methods for Determining Lead Metal (Pb) in the Leachate Sample. *Journal of Prosiding PPIS 2019-Semarang*. 1(1): 229-234.

- Sumantri A. & Rahmani, R. Z. (2020). Analisis Pencemaran Kromium (VI) berdasarkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Hulu Sungai Citarum di Kecamatan Majalaya Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat 2018. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 19(2): 144-151.
- Syahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Schreck, E., Xiong, T. & Niazi, N. K. (2017). Foliar Heavy Metal Uptake, Toxicity and Detoxification in Plants: A Comparison of Foliar and Root Metal Uptake. *Journal of Hazardous Materials*. 325(1): 36-58.
- Templeton, D. M. (2015). Speciation in Metal Toxicity and Metal-Based Therapeutics. *International Journal of Toxic*. 3(2): 170-186.
- Tiwari, M. k., & Pandey, V. (2008). Phytoremediation of Heavy Metals by Water Hyacinth: A Review. *Journal of Environmetal Management*. 1(3): 1-15.
- Umaphathi, P., Ayyappan, J., & Quine, S. D. 2012. Quantitive Determination of Metformin Hydrochloride in Tablet Formulation Containing Crosscarmellose Sodium as Disintegrant by HPLC and UV Spectrophotometry Tropical. *Journal of Pharmaceutical Research*. 11(1): 107-116.
- Walwewangko, J., Tani, D. & Caroles, J. D. S. (2020). Optimasi Spesiasi Kromium ke Bentuk Cr(III)-Tanat. *Fullerene Journal of Chemistry*. 5(1):1-4.
- Wandoyo, V. W., Mudasir & Roto. (2006). Extracion and Speciation of Chromium (VI) and Chromium (III) as Ion-Association Complexes of Tetramethylammonium-Chromate. *Indonesian Journal of Chemistry*. 6(2): 150-154.
- Warhdani, D. S. & Nurbayanti, I. (2017). Validasi Metode SNI 06-6989.12-2004 Pada Penetapan Kesadahan Total dalam Air Permukaan secara Kompleksometri. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*. 15(2): 57-62.