

**ANALISIS KADAR MERKURI PADA BIOTA AIR DENGAN
NANOPARTIKEL PERAK SECARA CITRA DIGITAL DI
LOKASI PENAMBANGAN EMAS KABUPATEN LEBONG**



SKRIPSI

Oleh:

HENDRY NORDAN

A1F015017

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS BENGKULU
2019**

**ANALISIS KADAR MERKURI PADA BIOTA AIR DENGAN
NANOPARTIKEL PERAK SECARA CITRA DIGITAL DI
LOKASI PENAMBANGAN EMAS KABUPATEN LEBONG**



SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata I pada Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Bengkulu**

Oleh:

HENDRY NORDAN

A1F015017

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS BENGKULU**

2019

**ANALISIS KADAR MERKURI PADA BIOTA AIR DENGAN
NANOPARTIKEL PERAK SECARA CITRA DIGITAL DI LOKASI
PENAMBANGAN EMAS KABUPATEN LEBONG**

SKRIPSI

Oleh:

HENDRY NORDAN

A1F015017

Disahkan Oleh:

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Dekan FKIP UNIB,

Ketua Jurusan Pendidikan

MIPA FKIP UNIB,



Prof. Dr. Sudarwan Danim, M.Pd

Dr. M. Lutfi Firdaus, M.T

NIP. 195902201984031001

NIP. 197310222000031001

**ANALISIS KADAR MERKURI PADA BIOTA AIR DENGAN
NANOPARTIKEL PERAK SECARA CITRA DIGITAL DI LOKASI
PENAMBANGAN EMAS KABUPATEN LEBONG**

SKRIPSI

Oleh:

HENDRY NORDAN

A1F015017

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Program Studi Pendidikan Kimia
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Ujian dilaksanakan pada:

Hari/Tanggal : Rabu/3 Juli 2019


Pukul : 13.00-15.00 WIB

Tempat : Ruang Ujian Prodi Pendidikan Kimia

Skrripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing:


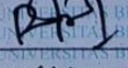
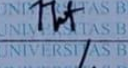
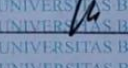
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. M. Lutfi Firdaus, M.T
NIP. 197310222000031001


Dr. Rina Elvia, M.Si
NIP. 197505122000032007

Skrripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh tim penguji:

| Penguji | Nama Dosen | Tanda Tangan | Tanggal |
|-------------|--|--|-----------|
| Penguji I | Dr. M. Lutfi Firdaus, M.T NIP. 197310222000031001 |  | 19/7-2019 |
| Penguji II | Dr. Rina Elvia, M.Si NIP. 197505122000032007 |  | 19/7-2019 |
| Penguji III | Dr. Nurhamidah, M.Si NIP. 196403081992032001 |  | 22/7-2019 |
| Penguji IV | Drs. Hermansyah Amir, M.Pd NIP. 196209201998031001 |  | 19/7-2019 |

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- 🌸 *Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Sebab mereka tidak menyia-nyiaakan waktu hanya untuk menunggu inspirasi (Ernest Newman)*
- 🌸 *Nikmat Tuhanmu yang mana lagi kamu dustakan (Ar-Rahman)*

Persembahan:

Alhamdulillah, segala puji hanya untuk Allah, atas berkat rahmat dariNya sehingga saya bisa menyelesaikan tulisan ini. Tak lupa teriring salawat untuk baginda rasul Muhammad saw. Kupersembahkan tulisan ini untuk :

- 🌸 *Papaku tercinta Miriadi sosok lelaki hebat yang sangat aku hormati dan mamaku Harsuniah yang senantiasa memberi cinta, kasih sayang, perhatian, dan kesabaran dalam mendukung mimpi-mimpiku.terimakasih ma, pa untuk dukunganya selama ini.*
- 🌸 *Nurul Harmiliani adikku tercinta yang selalu setia menjadi penghibur hatiku sekaligus teman rebut dan curhat dirumah serta support system terbaik terkait apapun itu yang benar-benar tau kondisi dimana mood abangnya lagi merasa up and down.*
- 🌸 *Keluarga besar Alm. Almaini dan Alm. asrul yang selalu mensupport kuliahku.*
- 🌸 *Heru Pradana Kusuma terimakasih brother udah mau setia jadi penyemangat kk ,setia membersamai kk dan menjadi saksi dari mulai awal drama skripsi ini dimulai sampai akhir dari segala drama skripsi ini selesai serta berbagi cerita terkait apapun itu mulai dari kondisi dilapangan mengambil sampel, kondisi saat penelitian, kondisi mengolah data dll heru tau semua. Terimakasih dek buat semuanya semangat kuliahnya.*
- 🌸 *Septry Nurjaya Ningsih terimakasih untuk support, serta nasehat dan omelan dan udah mau setia menjadi alarmku terkait apapun itu serta terimakasih juga karenan sudah mau membersamai selama kurang lebih 4 tahun ini. Dan juga terimakasih untuk semua kisah indah selama perkuliahan ini. Terkait apapun itu tetap semangat septry.thanks for everything.*
- 🌸 *Diana Andari yang bisa menjadi seperti sahabat, kakak, adek, keluarga, motivator, yang udah mau setia jadi tempat berkeluh kesah serta berbagi cerita terkait apapun itu, semangat kuliahnya dek.*
- 🌸 *Rio sunardi dan nuryulita sosok adik yang bisa menjadi seperti sahabat, kakak, keluarga, motivator, yang udah mau setia jadi penyemangat kk serta berbagi cerita terkait apapun itu. Terimakasih dek buat semuanya semangat kuliahnya.*
- 🌸 *My trio wek wek : Rantika Khumairah dan Oskaria Rahayu terimakasih untuk suka duka selama 4 tahun ini guys*

- 🌸 Sahabat baikku : Kandy yang udah lama banget LDR-an hehe, Ali imron, Yayuk Yaumi, kk Afrian, shiba, puspa, era
- 🌸 Adik adik terimakasih (Hanif, armen, ekki, figri, leo, anggi, trisan, weni, Mia, aufa, Kia, Ruth, Dina, Wike, Rastiana, Rita, Areski, Lianti, Rima Fadhel, Yuyun, fillya, sekar, Tianshi) semangat dalam proses kuliahnya.
- 🌸 Semua keluarga seperjuanganku “Chefquinze” dan untuk kakak tingkatku angkatan 2013, 2014 serta semua adek tingkatku angkatan 2016, 2017, 2018 tetap semangat menjalani hari-hari di kampus ini.
- 🌸 Pembimbing Utama skripsi ku bapak Dr. M. Lutfi Firdaus M.T, Pembimbing Pendamping skripsi ku ibu Dr. Rina Elvia, M.Si, serta Pembimbing Akademik ku ibu Salastri Rokhiat, M.Pd terimakasih karena telah sabar dalam membimbing ku selama ini.
- 🌸 Penguji ku bapak Drs. Hermansyah Amir, M.Pd yang berasa seperti pembimbingku hehehe terimakasih buat semua masukannya H-! sebelum Seminar.
- 🌸 Inspirasiku, dosen-dosen Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu yang dengan sabar membimbingku selama berkuliah di S1.
- 🌸 Mbak Windy Novita terima kasih karna sudah menjerumuskanku didunia perkestarian ini :’).
- 🌸 Gengs berbagi link : bagus, moga, ari, fikri, Samuel terimakasih untuk semuanya, terimakasih sudah mengajari banyak hal mulai dari zaman masih jadi kadad hingga tumbuh besar menjadi seekor buaya wkwk
- 🌸 Sahabat-sahabat KKN Desa Muning Agung yang kusayangi :D khususnya (Miftahul Khaira dan Yessi Fitriani) teman serumah 2 bulan, teman makan dalam porsi lebih, teman sekelompok yang sepaham dan sepemikiran.
- 🌸 Team magang 2 S.M.K.N 4 Kota Bengkulu (santi, elsa, vini, ghio, rizki, riki, rantika, tiwi)
- 🌸 Qanalytics (marti, tiwi, sukaina)
- 🌸 Terima Kasih Mbak Zuya yang sudah dengan sabar mendengarkan ocehan ku dan memperlancar urusan adminstrasiku.
- 🌸 Terimakasih buat keluarga besarku yang sudah menjadi keluarga kesekianku serta menjadi rumah keduaku “HJMAJIA”
- 🌸 Adik-adik S1 Pendidikan IPA serta
- 🌸 Rekan-rekan Organisasi I.M.B.M U.N.I.B, D.P.M F U.N.I.B.
- 🌸 Almamaterku Universitas Bengkulu
- 🌸 Agama, bangsa dan negaraku

Surat Pernyataan Keaslian Skripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendry Nordan
NPM : A1F015017
Prodi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas : Universitas Bengkulu

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya ilmiah yang disusun berdasarkan prosedur penelitian/ pengembangan yang saya lakukan sendiri dan bukan merupakan plagiasi skripsi/karya ilmiah orang lain.

Demikian surat pernyataan keaslian skripsi ini saya buat dengan sebenar-benarnya, dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, penulis sanggup menerima risiko.

Bengkulu, Juli 2019

Yang Megetahui



Hendry Nordan
NPM. A1F015017

ANALISIS KADAR MERKURI PADA BIOTA AIR DENGAN NANOPARTIKEL PERAK SECARA CITRA DIGITAL DI LOKASI PENAMBANGAN EMAS KABUPATEN LEBONG

Hendry Nordan*, M. Lutfi Firdaus, Rina Elvia
*email : Hendry_nordan@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana sensitivitas nanopartikel perak (NPP) dalam mendeteksi logam merkuri pada sampel biota air secara citra digital. Pengambilan sampel biota air dilakukan di lokasi penambangan emas desa Lebong Tambang Kabupaten Lebong (secara Geografis dibatasi oleh garis Bujur Timur $102^{\circ}12'00''$ - $102^{\circ}18'05''$ BT dan Lintang Selatan $3^{\circ}10'00''$ - $3^{\circ}17'00''$ LS.) Adapun sampel biota air yang dianalisis meliputi ikan, kerang, udang dan tumbuhan serta sampel pembanding seperti air dan sedimen. Analisis kadar merkuri dilakukan dari mulai bulan desember 2018 - maret 2019 dengan menggunakan NPP dengan metode citra digital. Metode citra digital digunakan sebagai detector untuk menggantikan spektrofotometer konvensional . Hasil penelitian kadar merkuri pada biota air dengan NPP secara citra digital lebih sensitive dibandingkan dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai LOD metode citra digital dengan teknik analisa data SLR menggunakan kamera digital yaitu sebesar 2,305 ppb, dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai LOD pada spektrofotometri yaitu 300 ppb. Hasil analisis kadar merkuri secara metode citra digital diperoleh konsentrasi yaitu pada kerang kolam sebesar 196,8 ppb, pada sampel ikan kolam sebesar 155,7 ppb, pada sampel udang yakni sebesar 81,2 ppb, pada sampel ikan sungai sebesar 81,1 ppb, selanjutnya yang terdapat pada sampel tumbuhan yaitu 50,9 ppb. Sehingga hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan ion merkuri pada sampel biota air yang diuji memiliki kadar di atas ambang batas yang berarti sampel ikan, udang, kerang dan tumbuhan bahaya untuk dikonsumsi.

Kata Kunci : *Citra Digital, Biota Air, Merkuri, Nanopartikel Perak*

ANALYSIS OF MERCURY CONCENTRATION IN BIOTA USING SILVER NANOPARTICLES AND DIGITAL IMAGING AT GOLD MINING OF LEBONG DISTRICT

Hendry Nordan*, M. Lutfi Firdaus, Rina Elvia
*email : Hendry_nordan@yahoo.com

ABSTRACT

This study aimed at determining of how the sensitivity of silver nanoparticles (NPP) in detecting metal mercury in aquatic biota samples through digital imagery. The Sampling of aquatic biota was carried out in the gold mining location of Lebong Tambang village in Lebong district (geographically limited by East Longitude 102 ° 12'00 "-102 ° 18'05" BT and South Latitude 3 ° 10'00 "-3 ° 17 ' 00 "LS.) The aquatic biota samples analyzed included fish, shellfish, shrimp and plants as well as comparison samples such as water and sediment. The Analysis of mercury level was carried out from December 2018 - March 2019 by using NPP of digital imagery method. The digital imagery method was used as a detector to replace the conventional spectrophotometer. The result of mercury level in aquatic biota with NPP in digital imagery was susceptible compared to the UV-Vis spectrophotometry method. It can be seen from the LOD score of the digital imagery method with the SLR data analysis technique by using a digital camera that is equal to 2.305 ppb, where the score was smaller than the LOD value in spectrophotometry which is 300 ppb. The results of the analysis of mercury level by using digital imagery method were obtained the concentration on pool shells of 196.8 ppb, in pond fish samples of 155.7 ppb, in shrimp samples of 81.2 ppb, in river fish samples of 81.1 ppb, and in plant samples of 50.9 ppb. thus, these results indicate that the presence of mercury ions in the samples of aquatic biota tested has levels above the threshold, which means samples of fish, shrimp, shellfish and plants were risk to be consumed

key word: *digital imaging, biota, mercury, silver nanoparticles*

KATA PENGANTAR

Penulis panjatkan puji dan syukur alhamdulillah kepada Allah SWT atas limpahan nikmat Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Kadar Merkuri Pada Biota Air dengan Nanopartikel Perak Secara Citra Digital Di Lokasi Penambangan Emas Kabupaten Lebong”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu.

Skripsi ini dapat selesai tidak hanya karena usaha dan kemampuan penulis sendiri, melainkan begitu banyak bantuan, saran, informasi, dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung, maupun tidak langsung. Untuk itulah dalam kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Sudarwan Danim, M.Pd selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu.
2. Bapak Dr. M. Lutfi Firdaus M.T selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu sekaligus selaku pembimbing utama yang telah banyak memberikan waktu, ilmu, perhatian, motivasi, semangat, masukan, bantuan dan nasehat yang berarti sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
3. Ibu Dr. Rina Elvia, M.Si selaku koordinator Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu sekaligus pembimbing pendamping yang telah memberikan arahan, bimbingan, waktu, perhatian, dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Ibu Dr. Nurhamidah, M.Si dan Bapak Drs. Hermansyah Amir, M.Pd selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Salastri Rohiyat, M.Pd selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing selama masa perkuliahan.
6. Bapak Ibu dosen program studi Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan serta membimbing dan memberikan arahan selama perkuliahan.
7. Semua pihak yang turut membantu dan memberi dukungan selama penulis melakukan penelitian dan penyusunan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan yang memerlukan perbaikan dan penyempurnaan, namun penulis berharap kiranya skripsi ini dapat bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Bengkulu, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN | iv |
| HALAMAN SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACK | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Batasan Masalah | 3 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Landasan Teori | 6 |
| 2.1.1 Industri Penambangan | 6 |
| 2.1.1.1 Tambang Emas di Kabupaten Lebong | 6 |
| 2.1.1.2 Proses Amalgamasi | 8 |
| 2.1.2 Merkuri | 10 |
| 2.1.2.1 Pencemaran Merkuri Pada Biota Air | 10 |
| 2.1.2.2 Dampak Merkuri | 13 |
| 2.1.3 Biota Air | 14 |
| 2.1.4 Nanopartikel Perak | 15 |
| 2.1.5 Spektrofotometri UV-Vis | 16 |
| 2.1.6 Citra Digital | 17 |
| 2.1.6.1 Sistem Warna RGB | 19 |
| 2.1.6.2 SLR | 19 |
| 2.2 Penelitian Relavan | 20 |
| 2.3 Kerangka Berfikir | 22 |
| | |
| BAB III. METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 23 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 23 |
| 3.2.1 Alat Penelitian | 23 |
| 3.2.2 Bahan Penelitian | 23 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.3 | Prosedur Penelitian | 24 |
| 3.3.1 | Pencucian Alat Gelas | 24 |
| 3.3.2 | Preparasi Sampel | 24 |
| 3.3.2.1 | Pembuatan Larutan Stok Perak Nitrat (AgNO_3) 1 mM | 24 |
| 3.3.2.2 | Pembuatan Larutan Stok Asam Askorbat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) 1 mM | 24 |
| 3.3.2.3 | Pembuatan Larutan Stok Ion Merkuri (II) (Hg^{2+}) | 24 |
| 3.3.3 | Sintesis Nanopartikel Perak (NPP) | 25 |
| 3.3.4 | Analisis Ion Merkuri (II) | 25 |
| 3.3.4.1 | Analisis Ion Merkuri (II) NPP Secara Spektrofotometri UV-Vis | 25 |
| 3.3.4.2 | Analisis Ion Merkuri (II) NPP Secara Citra Digital | 25 |
| 3.3.5 | Preparasi dan Analisis Sampel Spesies Organisme Air Tawar | 26 |
| 3.3.5.1 | Preparasi Sampel Biota Air | 26 |
| 3.3.5.3 | Pengukuran Konsentrasi Hg^{2+} pada Sampel Spesies Organisme Air Tawar | 27 |
| 3.4 | Teknik Analisis Data | 27 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | | |
| 4.1 | Sintesis Nanopartikel Perak | 29 |
| 4.2 | Analisis Kuantitatif Ion Merkuri (II) Menggunakan Nanopartikel Perak dengan Spektrofotometri UV-Vis | 31 |
| 4.2.1 | Penentuan Panjang Gelombang Optimum | 31 |
| 4.2.2 | Kurva Kalibrasi Metode Spektrofotometri UV-Vis dengan Teknik SLR | 32 |
| 4.2.3 | Analisis Kuantitatif Ion Merkuri (II) Menggunakan Nanopartikel Perak dengan Metode Citra Digital | 36 |
| 4.3 | Pengukuran Kadar Merkuri (Hg) pada Sampel Biota Air | 38 |
| BAB V. PENUTUP | | |
| 5.1 | Simpulan | 43 |
| 5.2 | Saran | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| | | 44 |
| LAMPIRAN | | |
| | | 48 |
| RIWAYAT HIDUP | | |
| | | 58 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 4.1 | Absorbansi NPP (400-450 nm) | 32 |
| Tabel 4.2 | Absorbansi NPP terhadap Hg^{2+} pada konsentrasi ppm secara spektrofotometri UV-Vis | 32 |
| Tabel 4.3 | Absorbansi NPP terhadap Hg^{2+} pada konsentrasi ppm secara spektrofotometri UV-Vis | 35 |
| Tabel 4.4 | Nilai Komponen Warna dan Intensitas Warna RGB Kurva Kalibrasi NPP Cairan + Larutan Standar Hg^{2+} pada Konsentrasi ppb | 37 |
| Tabel 4.5 | Nilai Intensitas Komponen Warna Biru NPP + Sampel Biota Air | 40 |
| Tabel 4.6 | Konsentrasi Ion Merkuri (Hg) pada Sampel Biota Air..... | 41 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Peta Lokasi Penambangan Emas..... | 8 |
| Gambar 2.2 | Skema Proses Amalgamasi..... | 9 |
| Gambar 2.3 | Skema Proses Bioakumulasi Merkuri pada Biota Air | 13 |
| Gambar 2.4 | Serapan Larutan oleh Cahaya | 16 |
| Gambar 2.5 | Kerangka Berfikirr | 22 |
| Gambar 4.1 | (a NPP, (b). Asam Askorbat, (c). AgNO ₃ | 30 |
| Gambar 4.2 | Kurva Hasil Pengukuran absorbansi pembentukan NPP..... | 31 |
| Gambar 4.3 | NPP Cairan+ larutan stok Hg ²⁺ pada konsentrasi ppm..... | 33 |
| Gambar 4.4 | Kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppm secara spektrofotometri UV-Vis | 34 |
| Gambar 4.5 | Kurva Kalibrasi Analisis Ion Merkuri (II) pada Konsentrasi ppb Secara spektrofotometri UV-Vis..... | 35 |
| Gambar 4.6 | NPP Cairan + Larutan Stok Hg ²⁺ pada Konsentrasi ppb..... | 36 |
| Gambar 4.7 | Kurva Kalibrasi Citra Digital (NPP Cairan + Larutan Standar Hg ²⁺ pada Konsentrasi ppb | 37 |
| Gambar 4.8 | Citra Digital Sampel Biota Air +NPP | 38 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Absorbansi Sintesis NPP dengan Perbandingan AgNO ₃ dan Asam Askorbat 1 : 2..... | 49 |
| Lampiran 2. Proses Ekstraksi Data RGB Menggunakan Program <i>Matlab R2016b</i> | 50 |
| Lampiran 3. Proses Pembuatan Kurva Kalibrasi Secara Spektrofotometri UV-Vis dan Citra Digital | 51 |
| Lampiran 4. Nilai LOD dan LOQ Secara Spektrofotometri UV-Vis dan Citra Digital | 52 |
| Lampiran 5. Data Konsentrasi Merkuri Secara Citra Digital | 53 |
| Lampiran 6. Peta Lokasi | 54 |
| Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian | 55 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi tambang emas di Indonesia merupakan peringkat ke 8 di dunia. Terdapat sepuluh wilayah pertambangan pertama yang dikelola oleh perusahaan pertambangan milik Pemerintah Hindia Belanda maupun perusahaan milik swasta, salah satunya adalah wilayah Bengkulu. Eksplorasi pertambangan yang dilakukan di Bengkulu tahun 1895-1896 berada di *Onderafdeeling* Lebong dan menemukan endapan primer di Lebong Donok. Temuan tersebut mulai ditambang oleh Mijnbouw Maatschappij Rejang Lebong sejak tahun 1897 (Djoko,2009). Mijnbouw Maatschappij merupakan perusahaan pertambangan tertua di Lebong yang resmi berdiri pada tanggal 10 Februari 1897. Beberapa endapan emas hasil penelitian lanjutan ditemukan di Lebong Sulit, Lebong Simau, Lebong Simpang, dan Tambang sawah serta di Pinang Belapis (Graaf dan Stibbe,1918). Secara Geografis dibatasi oleh garis Bujur Timur $102^{\circ}12'00''$ - $102^{\circ}18'05''$ BT dan Lintang Selatan $3^{\circ}10'00''$ - $3^{\circ}17'00''$ LS (Arief,dkk. 2011).Lokasi kegiatan tersebut umumnya, terletak di sekitar pemukiman penduduk yang cukup padat dan dekat dengan lingkungan pesawahan serta perkebunan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan ibu-ibu di desa Lebong Tambang Kabupaten Lebong mengelolah biji emas menggunakan tabung besar dan air raksa/ merkuri (Hg) untuk memisahkan emas dari pasir dan batuan yang ditumbuk dan dihaluskan dengan cara amalgamasi. Proses amalgamasi merupakan suatu proses campuran antara emas dan merkuri (Kitong,Dkk, 2012).Proses amalgamasi emas yang dilakukan oleh rakyat secara tradisional, dimana merkuri dapat terlepas ke lingkungan pada tahap pencucian dan penggarangan. Pada proses pencucian, limbah yang umumnya masih mengandung merkuri dibuang langsung ke kedalam

sungai dan di konsumsi oleh biota air. Biota air merupakan sekelompok hewan dan tumbuhan yang tinggal di suatu lokasi geografis tertentu. Secara fisik dan biologis biota air tawar merupakan perantara habitat laut dan habitat darat. Sepanjang evolusi di dalam keturunan organisme (bentuk kehidupan) laut yang mengalami perpindahan ke air tawar.

Di dalam air, merkuri dapat mengalami biotransformasi menjadi senyawa organik metil merkuri atau fenil merkuri akibat proses dekomposisi oleh bakteri. Selanjutnya senyawa organik tersebut akan terserap oleh jasad renik yang selanjutnya akan masuk dalam rantai makanan dan akhirnya akan terjadi akumulasi dan biomagnifikasi dalam tubuh biota air seperti ikan, udang dan kerang, yang akhirnya dapat masuk ke dalam tubuh manusia yang mengkonsumsinya (Widhiyatna, 2005).

Berdasarkan hasil survey dengan para penambang emas yang mengolah biji emas dengan menggunakan merkuri di Kabupaten Lebong sebagian besar mengatakan bahwa gejala-gejala kesehatan yang timbul pada tubuh para warga sekitar yang terkontaminasi metilmerkuri tidak langsung nampak atau dirasakan pada saat itu juga. Secara umum, para penambang emas mengatakan bahwa gejala-gejala kesehatan yang sering timbul hanya merupakan penyakit biasa saja, antara lain; penyakit gatal-gatal, sakit perut, mual, muntah-muntah, demam, pilek, sesak napas pusing- pusing, sakit kepala, maag, tangan sering kesemutan, dan mudah lupa. Merkuri sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, maka diperlukan metode dan alat yang akurat untuk menganalisis logam merkuri tersebut dengan cepat dan tepat.

Metode yang biasanya digunakan untuk menganalisis merkuri (II) selama ini yaitu seperti *Atomic Absorption Spektrometry* (AAS), dan *Inductively Couple Plasma* (ICP) yang harganya relatif mahal, serta membutuhkan analisis yang lama (Handayani,2011).Salah satu teknologi dibidang kimia yang digunakan sebagai alternatif untuk menganalisis

logam merkuri yaitu nanopartikel perak (NPP). Sintesis nanopartikel perak (NPP) sudah dilakukan dengan berbagai metode seperti reduksi kimia, dekomposisi termal, dan elektrokimia, dari serangkaian metode, reduksi kimia adalah metode yang cukup ekonomis dibandingkan dengan dengan yang lain. Metode reduksi kimia hanya membutuhkan reduktor dan prekursor saja dalam proses sintesisnya. Salah satu reduktor yang dapat mensintesis nanopartikel perak (NPP) adalah asam askorbat ($C_6H_8O_6$). Asam askorbat dipilih sebagai reduktor karena kemampuannya untuk mereduksi ion (Ag^+) menjadi (Ag^0).

Metode analisis kuantitatif yang dapat digunakan untuk mengukur kadar merkuri pada suatu sampel dengan konsentrasi ppb yaitu metode citra digital. Salah satu system warna pada system warna pada citra digital adalah system RGB (Red, Green dan Blue) (Firdaus, 2014). Pada umumnya metode citra digital menggunakan teknik analisis data sederhana yaitu *Simple Linier Regression* (SLR) yang hanya menggunakan data RGB. Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Kadar Merkuri Pada Biota Air dengan Nanopartikel Perak Secara Citra Digital Di Lokasi Penambangan Emas Kabupaten Lebong”** yang diharapkan mampu menjadi suatu metode alternatif analisis kuantitatif untuk menganalisis kadar merkuri yang terdapat pada biota air di lokasi penambang emas tradisional di kabupaten Lebong yang efektif dan efisien.

1.1 Batasan Masalah

1. kadar merkuri pada sampel biota air di analisis dengan Indikator kolorimetri
2. Logam merkuri yang dideteksi dalam bentuk CH_3Hg^+
3. Sintesis nanopartikel perak menggunakan metode reduksi kimia dengan reduktor asam askorbat
4. Aplikasi pengolahan data yang digunakan adalah Matlab R2010b (The Mathwork, USA), Excel (*Microsoft Excel, Redmond, WA*),

Camera Fv-5 (FGAE, Germany), dan Photoshop CC 2014 (Adobe System, USA).

5. Metode analisis data yang digunakan yaitu *simple Linier Regression* (SLR).
6. Metode yang digunakan untuk perombakan logam organik pada sampel biota air yaitu metode destruksi basah.
7. Sampel Biota air yang diambil berasal dari sungai dan kolam sekitaran tambang emas di desa Lebong Tambang Kabupaten Lebong.
8. Sampel bioata air meliputi (ikan, kerang, udang, tumbuhan, dan perairan).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sensitivitas nanopartikel perak (NPP) dalam mendeteksi logam merkuri pada sampel biota air secara citra digital ?
2. Berapa besar paparan logam merkuri terhadap biota air di lokasi Penambangan emas tradisional Kabupaten Lebong?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui bagaimana sensitivitas nanopartikel perak (NPP) dalam mendeteksi logam merkuri pada sampel biota air secara citra digital
2. Mengetahui berapa besar paparan logam merkuri terhadap biota air di lokasi Penambangan emas tradisional Kabupaten Lebong

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu :

1. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan peneliti tentang biota air yang terpapar oleh logam berat merkuri (Hg) di lokasi tambang emas tradisional Kabupaten Lebong serta menambah pengetahuan peneliti tentang metode citra digital, yang dapat menjadi metode alternatif yang efektif dan efisien untuk analisis ion merkuri (II) pada sampel biota air dengan indikator nanopartikel perak.

2. Bagi Pengembang Ilmu Pengetahuan

Memberikan informasi dan pengetahuan tentang biota air yang terpapar oleh logam berat merkuri (Hg) di lokasi tambang emas tradisional Kabupaten Lebong serta memberikan informasi dan pengetahuan tentang metode citra digital, yang dapat dijadikan sebagai metode alternatif yang efektif dan efisien untuk menganalisis secara kuantitatif ion merkuri (II) pada sampel biota air dengan menggunakan indikator nanopartikel perak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Industri Penambangan

Industri mineral merupakan salah satu kepentingan ekonomi di seluruh dunia, dimana di dalamnya termasuk usaha penambangan yang diharapkan berwawasan lingkungan sehingga dapat mengurangi potensi terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan. Secara global, ekonomi industri telah digunakan sebagai suatu sistem sumber daya terbuka melalui pemanfaatan bahan baku mineral dan energi dengan pembuangan limbah berdampak pencemaran terhadap lingkungan. Tantangan yang dihadapi oleh komunitas global saat ini adalah membuat ekonomi industri lebih mengarah kepada sistem tertutup dengan sasaran: penghematan energi, mengurangi limbah, mencegah pencemaran, dan mengurangi biaya (UNO, 1995). Industri harus mencakup keefisiensi dalam mewujudkan pendekatan produksi lebih bersih, termasuk perolehan maksimum produk dari minimal bahan baku, rancangan produksi, teknologi pengolahan dengan meminimalisasi dampak lingkungan dan penanganan limbah untuk mencegah pencemaran lingkungan. Mineral, emas dan perak merupakan kekayaan sumber daya alam Indonesia, yang termasuk dalam golongan sumber daya yang tidak dapat diperbaharu. Dampak dari kegiatan penambangan dapat bersifat positif bagi daerah pengusaha penambangan.

2.1.1.1 Tambang Emas di Kabupaten Lebong

Eksplorasi pertambangan yang dilakukan di Bengkulu tahun 1895-1896 berada di *Onderafdeeling* Lebong dan menemukan endapan primer di Lebong Donok. Temuan tersebut mulai ditambang oleh Mijnbouw Maatschappij Rejang Lebong sejak tahun 1897 (Djoko,2009). Mijnbouw Maatschappij merupakan perusahaan pertambangan tertua di Lebong yang resmi berdiri pada tanggal 10 Februari 1897. Beberapa endapan

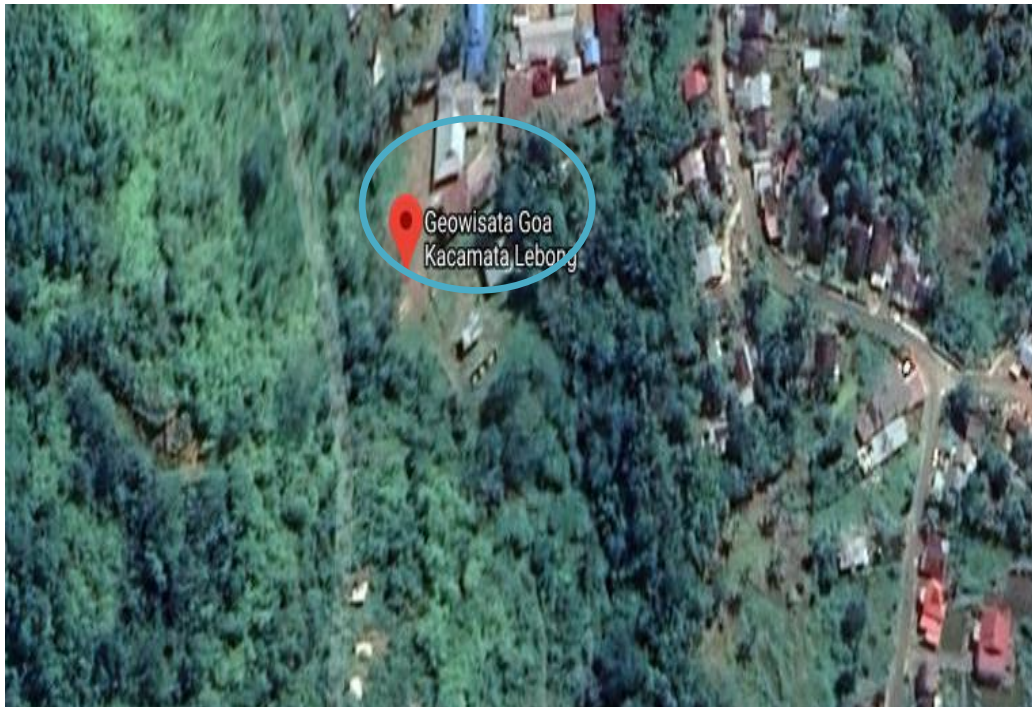
emas hasil penelitian lanjutan ditemukan di Lebong Sulit, Lebong Simau, Lebong Simpang, dan Tambang sawah serta di Pinang Belapis (Graaf dan Stibbe, 1918). Secara Geografis dibatasi oleh garis Bujur Timur $102^{\circ}12'00''$ - $102^{\circ}18'05''$ BT dan Lintang Selatan $3^{\circ}10'00''$ - $3^{\circ}17'00''$ LS (Arief, dkk. 2011). Lokasi kegiatan tersebut umumnya, terletak di sekitar pemukiman penduduk yang cukup padat dan dekat dengan lingkungan pesawahan serta perkebunan.

Kegiatan eksplorasi dan eksploitasi pertambangan emas di Lebong pada awal abad ke-20 memunculkan permasalahan yang menarik untuk diteliti. Hal ini sehubungan dengan keberadaan perusahaan pertambangan emas Kolonial Belanda yang membawa perubahan bagi wilayah Lebong, sehingga tulisan ini lebih rinci menjelaskan bagaimana perkembangan sistem pemerintahan, tata kota, dan kondisi sosial masyarakat Lebong pasca pendirian perusahaan pertambangan emas Kolonial Belanda tahun 1897-1930. Mengingat pada awal abad ke-20, perusahaan pertambangan memberikan keuntungan karena Pemerintah Hindia Belanda maupun pihak perusahaan swasta telah mengambil alih seluruh kegiatan yang berkaitan dengan pertambangan.

Penambangan emas tanpa izin banyak ditemukan di berbagai tempat di Provinsi Bengkulu seperti di Kabupaten Lebong. Penambangan emas tanpa izin (PETI) sudah sejak lama dilakukan oleh masyarakat di wilayah Lebong Tambang. Penambangan emas di wilayah Kabupaten Lebong, telah menghasilkan sisa-sisa bahan galian/ tailing yang mengandung merkuri/air raksa, selain itu di dalamnya kemungkinan terdapat juga unsur mineral berbahaya dan logam berat lainnya. Di berbagai desa di Kabupaten Lebong biasanya ibu-ibu yang mengelolah batu untuk memisahkannya dengan emas menggunakan tabung besar dan air raksa/ merkuri (Hg) untuk memisahkan emas dari pasir dan batuan yang ditumbuk dan dihaluskan dengan cara amalgamasi. Proses amalgamasi merupakan suatu proses campuran antara emas dan merkuri (Kitong, dkk, 2012).

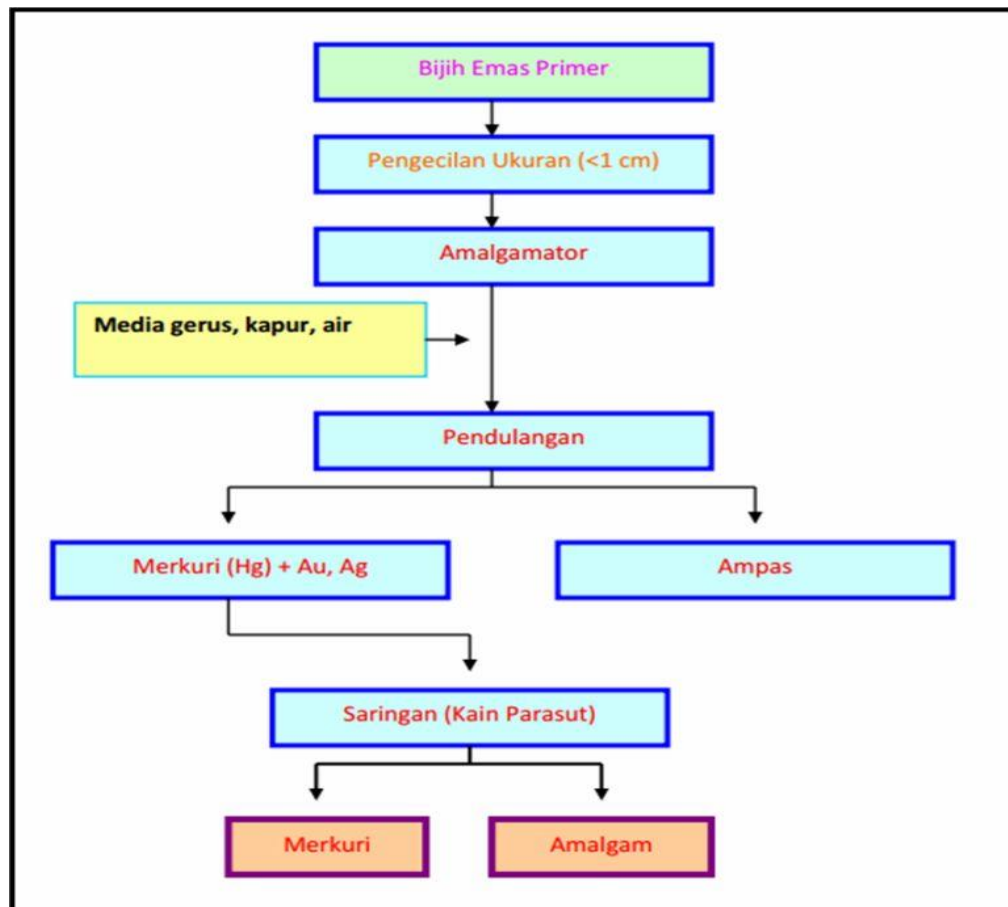
2.1.1.2 Proses Amalgamasi Emas

Biokumulasi merkuri yang dibahas dalam penelitian ini adalah biota air yang berada di lokasi penambangan emas Kabupaten Lebong. Lokasi daerah kegiatan secara administratif termasuk ke dalam Kecamatan Pinang Belapis dan Lebong Utara, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Secara Geografis dibatasi oleh garis Bujur Timur $102^{\circ}12'00''$ - $102^{\circ}18'05''$ BT dan Lintang Selatan $3^{\circ}10'00''$ - $3^{\circ}17'00''$ LS. Lokasi kegiatan tersebut umumnya, terletak di sekitar pemukiman penduduk yang cukup padat dan dekat dengan lingkungan pesawahan serta perkebunan seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Penambangan Emas, Kecamatan Lebong Tambang Kabupaten Lebong(Arief,dkk. 2011).

Berdasarkan hasil wawancara dengan ibu-ibu di desa Lebong Tambang Kabupaten Lebong yang mengelolah biji emas, dimana menggunakan tabung besar dan merkuri (Hg) untuk memisahkan emas dari lumpur dan batuan yang ditumbuk dan dihaluskan dengan cara amalgamasi seperti pada skema gambar 2.2.



Gambar 2.2 skema proses amalgamasi (Widodo, 2015)

Biji emas yang sudah ditumbuk selanjutnya dimasukkan kedalam gelondongan yang berisi potongan besi (rod), kemudian ditambahkan air, merkuri dan sianida. Merkuri yang digunakan pada saat proses amalgamasi oleh para penambang sekitar 1-2 ons persekali pakai untuk sekitar 5 kg lumpur bercampur batuan. Gelondongan tersebut diputar selama 3 hari sekali masing-masing selama 24 jam. Proses amalgamasi emas yang dilakukan oleh penambang emas tradisional menimbulkan pencemaran merkuri di lingkungan. Pada proses pencucian, limbah yang umumnya masih mengandung merkuri dipisahkan dengan menggunakan kain dan langsung diperas tanpa menggunakan sarung tangan dan selanjutnya dibuang langsung ke sungai. Hal ini disebabkan merkuri tersebut tercampur/terpecah menjadi butiran-butiran halus, yang sifatnya

sukar dipisahkan pada proses penggilingan yang dilakukan bersamaan dengan proses amalgamasi, sehingga pada proses pencucian merkuri dalam ampas terbawa masuk ke sungai.

2.1.2 Merkuri

Merkuri (Hg) merupakan salah satu unsur logam berat yang mendapat perhatian utama dalam segi kesehatan karena bersifat toksik terhadap manusia. Merkuri telah banyak digunakan oleh manusia untuk kebutuhan hidup, misalnya sebagai pengobatan penyakit sifilis pada abad ke-15, sebagai pembersih luka (merkurokrom, kalomel/HgCl), komponen merkuri organik digunakan sebagai diuretika dan sampai bertahun-tahun digunakan sebagai bahan kosmetika (Asiah, dkk. 2015).

Tiga bentuk merkuri yang toksik terhadap manusia ialah merkuri murni, bentuk garam anorganik, dan bentuk organik. Bentuk garam anorganik Hg dapat berbentuk merkuri (Hg^{2+}) dan bentuk merkuro (Hg^+), dimana bentuk garam merkuri lebih toksik dari pada merkuro. Bentuk organik Hg seperti aril, alkil, dan alkoksi alkil sangat beracun diantara bentuk garam lainnya.

Selama kurun waktu beberapa tahun, merkuri telah banyak digunakan untuk pengobatan, bidang pertanian dan industri. Bidang pengobatan telah menggunakan merkuri sejak abad ke-15, dimana Hg digunakan untuk pengobatan sifilis. Kalomel (HgCl) digunakan sebagai pembersih luka sampai diketahui bahwa bahan tersebut beracun sehingga tidak digunakan lagi. Komponen merkuri organik digunakan untuk obat diuretik sampai bertahun-tahun dan masih banyak lagi merkuri digunakan sebagai bahan untuk kosmetik (Darmono, 2001).

2.1.2.1 Pencemaran Merkuri Pada Biota Air

Penggunaan logam merkuri pada industri pertambangan salah satunya adalah untuk mengekstrak emas (Au) dari bijihnya. Ketika merkuri dicampur dengan bijih emas, merkuri akan membentuk amalgam dengan

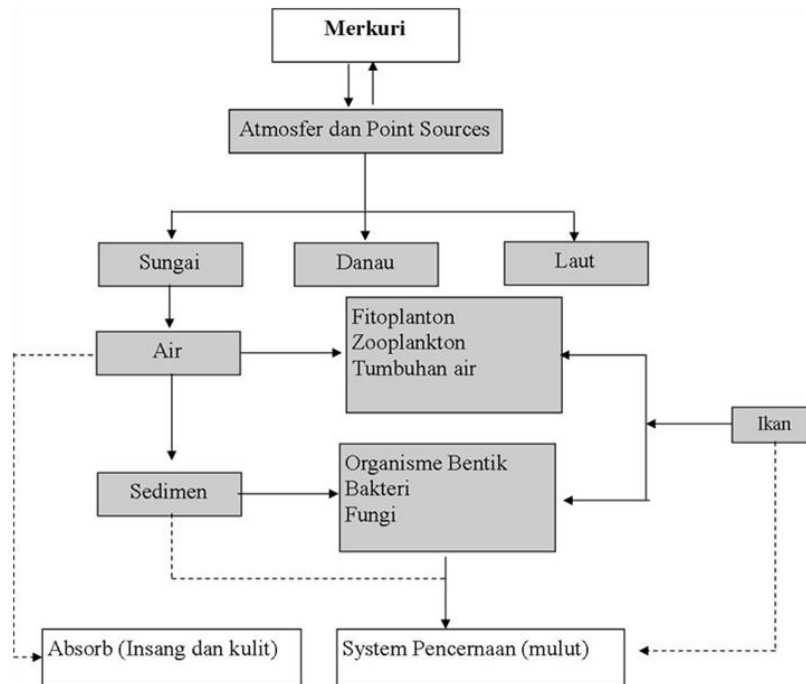
emas (Au) dan perak (Ag). Amalgam tersebut kemudian dibakar untuk menguapkan merkuri tersebut guna memisahkan butir-butir emas dari butir-butir batuan pengotornya lain yang merupakan sumber pencemaran logam merkuri adalah praktek dokter gigi yang menggunakan amalgam dari merkuri sebagai bahan penambal gigi. Selain itu, bahan bakar fosil juga merupakan sumber pencemaran merkuri (Sudarmaji dkk, 2006). Oleh karena sifatnya yang sangat toksik maka dari itu penggunaan logam merkuri pada berbagai industri sebaiknya mulai dikurangi, seperti di dalam industri pulp, industri baterai, industri pertambangan, industri cat, kedokteran gigi dan industri pertanian.

Umumnya merkuri masuk ke dalam perairan sungai dalam bentuk unsur Hg^0 dengan densitas yang tinggi. Merkuri ini kemudian akan tenggelam ke dasar perairan atau terakumulasi di sedimen pada kedalaman 5-15 cm di bawah permukaan sedimen. Merkuri tersebut kemudian dapat berubah menjadi senyawa merkuri organik oleh aktivitas bakteri atau mikroorganisme, dimana merkuri organik ini memiliki sifat toksik dan daya ikat yang sangat kuat serta kelarutan yang sangat tinggi terutama dalam tubuh hewan air misalnya ikan (Kitong, 2012). Di dalam air, merkuri dapat mengalami biotransfer menjadi senyawa organik metil merkuri atau fenil merkuri akibat dari proses dekomposisi oleh bakteri.

Persenyawaan merkuri mengalami transformasi menjadi bentuk Hg^{2+} dan Hg^0 . Ion Hg^{2+} dengan bantuan bakteri pereduksi sulfat akan menjadi senyawa dimetil merkuri di dalam perairan. Merkuri dalam perairan juga dapat membentuk suatu senyawa kompleks organik dan kompleks anorganik dimana ligan-ligan pengompleks dominan yang terdapat dalam perairan ialah Cl^- , S^{2-} , F^- . pada lingkungan perairan yang memiliki pH rendah spesi merkuri yang dapat berbentuk $HgCl_2$ sedangkan pada lingkungan dengan perairan yang memiliki pH tinggi, spesi merkuri dominan dalam bentuk Hg^0 dan $(CH_3)_2Hg$. Akan tetapi, dapat juga berada dalam bentuk CH_3Hg^+ (Bridges, 2004).

Pada biota air terdapat senyawa CH_3Hg^+ yang dapat menyebabkan pengaruh toksik karena terjadinya proses presipitasi protein, menghambat enzim dan berakumulasi pada organ target. Senyawa CH_3Hg^+ juga dapat terikat oleh gugus sulfidril, fosforil, karbonil, amida, dan amina, dimana dalam gugus tersebut merkuri dapat menghambat reaksi fungsi enzim. Selain itu, senyawa CH_3Hg^+ yang terakumulasi dalam biota air mampu mengalami biomagnifikasi pada rantai makanan hewan perairan. Senyawa CH_3Hg^+ berinteraksi pertama kali dengan insang pada biota air. Efek toksik yang dihasilkan oleh CH_3Hg^+ adalah mengurangi ion-ion dalam darah dan meningkatkan permeabilitas ion dengan menggantikan Ca^{2+} dari kanal paraseluler dan menghambat enzim Na^+ , K^+ -ATPase serta karbonil anhidrase. Peningkatan konsentrasi Hg^{2+} dan CH_3HgCl menyebabkan kerusakan pada insang dan berakibat pada kegagalan atau gangguan pengaturan osmotik (Bridges, 2004).

Konsentrasi dari ion metil merkuri yang masuk dan terakumulasi dalam jaringan biota air terus meningkat seiring dengan sistem rantai makanan. Sehingga biota air seperti ikan besar memakan ikan lebih kecil yang telah terkontaminasi oleh metil merkuri, disinyalir mempunyai kandungan merkuri dalam jaringan biota perairan sesuai pula dengan proses biomagnifikasi yang terjadi dalam lingkungan perairan. Kandungan merkuri juga dapat selalu meningkat sesuai dengan proses perubahan badan air sungai yang menjadi asam oleh hujan asam, begitu juga pengaruh dari pembangkit listrik tenaga air. Walaupun secara alamiah kandungan Hg dalam ikan air tawar hanya sekitar 100-200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (0,1-0,2 ppm), tetapi pada daerah yang terkontaminasi kandungannya dapat meningkat sampai mencapai 9000-22000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (9-22 ppm) (Suseno, 2007).



Gambar 2.3 skema proses bioakumulasi merkuri pada biota air
(Murtiani, 2003)

2.1.2.2 Dampak Merkuri

Toksisitas merkuri pada manusia dibedakan menurut bentuk senyawa merkuri tersebut yaitu anorganik dan organik. Merkuri anorganik biasanya bersifat toksik terhadap ginjal, sedangkan merkuri organik seperti metil merkuri bersifat toksik pada sistem syaraf pusat (otak). Toksisitas akut dari uap merkuri meliputi gejala muntah, kehilangan kesadaran, mulut terasa tebal, sakit abdominal, diare disertai darah dalam feses, oliguria, albuminuria, anuria, uraemia, ulserasi, dan stomatis. Toksisitas garam merkuri yang larut dapat menyebabkan kerusakan membran alat pencernaan, eksanterma pada kulit, dekomposisi eritrosit, serta menurunkan tekanan darah. Toksisitas kronis dari merkuri anorganik meliputi gejala gangguan sistem syaraf, antara lain berupa tremor, terasa pahit di mulut, gigi tidak kuat dan rontok, anemia, albuminuria, dan gejala lain berupa kerusakan ginjal, serta kerusakan mukosa usus. Penggunaan

merkuri dalam jangka waktu lama bahkan dapat menimbulkan gangguan kesehatan hingga kematian pada manusia (Kristianingrum, 2009).

2.1.3 Biota Air

Biota adalah sekelompok hewan dan tumbuhan yang tinggal di suatu lokasi geografis tertentu. Secara fisik dan biologis bioma air tawar merupakan perantara habitat laut dan habitat darat. Sepanjang evolusi di dalam keturunan organisme (bentuk kehidupan) laut yang mengalami perpindahan ke air tawar, ada beberapa yang beradaptasi ke lingkungan air payau, yaitu di muara sungai. Air tawar memiliki sifat salinitas (kadargaram) rendah. Bioma air tawar dibedakan menjadi ekosistem lentik (yang airnya tenang), misalnya danau, kolam, rawa, dan ekosistem lotik (yang airnya mengalir), misalnya sungai. Tumbuhan yang menghuni lingkungan perairan tawar ada yang berukuran besar (makrohidrofit), ada yang berukuran kecil (mikrohidrofit), yaitu ganggang. Tumbuhan biji di ekosistem air tawar misalnya teratai dan eceng gondok. Tumbuhan yang berukuran mikroskopis misalnya ganggang biru, ganggang hijau, dan diatom. Sedangkan hewan yang hidup di perairan air tawar sebagian besar berupa ikan perairan air tawar (Hubber,2010).

Hewan tingkat tinggi yang hidup di ekosistem air tawar, misalnya ikan, dalam mengatasi perbedaan tekanan osmosis melakukan osmoregulasi untuk memelihara keseimbangan air dalam tubuhnya melalui sistem ekskresi, insang, dan pencernaan (Rudi dan Muchsin, 2011). Air sungai yang mengalir deras tidak mendukung keberadaan komunitas plankton untuk berdiam diri, karena akan terbawa arus. Sebagai gantinya terjadi fotosintesis dari ganggang yang melekat dan tanaman berakar, sehingga dapat mendukung rantai makanan (Hubber,2010).

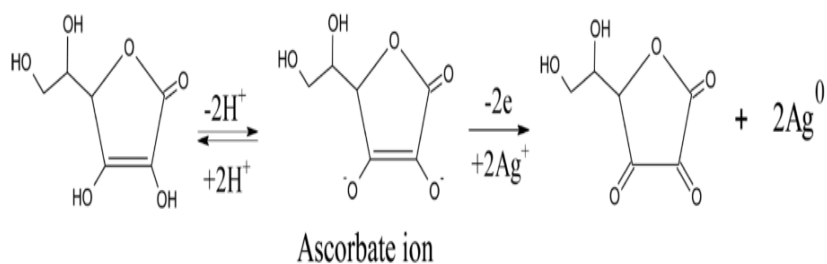
2.1.4 Nanopartikel Perak

Nanopartikel merupakan bagian dari nanoteknologi yang sangat populer dan semakin pesat perkembangannya sejak awal tahun. Nanopartikel yang telah dikembangkan adalah berupa nanopartikel logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, dan material karbon. Beberapa nanopartikel logam diantaranya dari perak, emas, seng, tembaga, dan titanium (Nagarajan & Horton 2008). Salah satu jenis logam yang banyak dikaji sebagai nanopartikel adalah perak (Ag) (Shameli dkk, 2012)

Terbentuknya nanopartikel logam dapat diketahui dengan beberapa cara, salah satu caranya dengan proses 'bottom up'. Proses 'bottom up' merupakan proses pembentukan nanopartikel perak secara kimia dengan mereduksi AgNO_3 , disini salah satu caranya yaitu dengan melihat perubahan warna dari campuran. Larutan akan berwarna bening, saat masih berada dalam bentuk ion logam, namun ketika telah terbentuk nanopartikel maka larutan tersebut akan mengalami perubahan warna, dimana perubahan warna ini sebanding dengan jumlah nanopartikel yang terbentuk. Semakin banyak jumlah nanopartikel maka warna yang dihasilkan semakin pekat. Hal ini terjadi karena saat ion-ion logam tereduksi membentuk nanopartikel, elektron-elektron bebasnya akan mengalami kecenderungan untuk berkumpul membentuk awan elektron sehingga terjadi polarisasi pada permukaannya. Ketika awan elektron yang terbentuk ini menyerap energi dari cahaya pada panjang gelombang tertentu, akan terjadi eksitasi elektron sehingga terjadi osilasi menyebabkan terbentuknya warna yang dikenal dengan *Surface Plasmon Resonance* (SPR). Cahaya yang diserap oleh suatu nanopartikel logam berbeda-beda dengan nanopartikel logam lain, maka warna yang ditimbulkan juga berbeda.

Kemampuan sensor nanopartikel perak sebagai indikator kolorimetrik analisis logam Hg, disebabkan karena adanya efek surface plasmon resonance (SPR) yang menyebabkan nanopartikel perak memiliki sensitivitas tinggi terhadap logam Hg. Interaksi antara logam Hg

dan larutan nanopartikel perak menyebabkan nanopartikel perak (Ag^0) teroksidasi kembali menjadi ion Ag^+ sehingga warnanya kembali bening dan kehilangan kemampuan untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu (Farhadi dkk, 2012).



Gambar 2.4 Mekanisme reaksi pembentukan NPP dengan reduktor asam askorbat (Firdaus dkk, 2017)

Berdasarkan gambar 2.4 dapat dilihat bahwa gugus $-\text{OH}$ pada asam askorbat berperan sebagai donor elektron dalam reaksi redoks pembentukan NPP. Asam askorbat berfungsi sebagai agen reduktor yang dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 .

2.1.5 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri adalah ilmu yang mempelajari tentang radiasi sinar tampak yang berinteraksi dengan molekul pada panjang gelombang tertentu dan menghasilkan suatu spektra. Pengertian ini dikembangkan tidak hanya untuk radiasi sinar tampak, tapi juga jenis radiasi elektromagnetik yang lain seperti sinar X, ultraviolet, inframerah, gelombang mikro, dan radiasi frekuensi radio. Ilmu yang berhubungan dengan pengukuran spektra tersebut dinamakan spektrofotometri (Depkes RI, 1995). istilah spektrofotometri menyiratkan pengukuran jauhnya pengabsorpsian energi cahaya oleh suatu sistem kimia itu sebagai fungsi dari panjang gelombang tertentu.

jari), yang menghasilkan citra digital juga sangat populer digunakan oleh pengguna untuk mengolah foto atau untuk berbagai keperluan lain. Sebagai contoh, *Adobe Photoshop* dan *GIMP (GNU Image Manipulation Program)* menyajikan berbagai fitur untuk memanipulasi citra digital (Sari,dkk, 2017).

Citra sebagian keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat:

1. Objek berupa foto,
2. Analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi,
3. Digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik (Munir, 2004).

Citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu (Putra, 2010).

Sebuah citra digital dapat mewakili sebuah matriks yang terdiri dari N kolom dan M baris, dimana perpotongannya disebut dengan piksel. Piksel mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas. Nilai yang terdapat pada koordinat (x,y) adalah $f(x,y)$, yaitu besar intensitas atau warna dari piksel dititik itu Oleh karena itu, sebuah citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks berikut.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (\text{Sutoyo, 2009}).$$

Berdasarkan gambaran tersebut, secara sistematis citra digital dapat dituliskan sebagai fungsi intensitas $f(x,y)$, dimana harga x (baris) dan y (kolom) merupakan koordinat posisi dan $f(x,y)$ adalah nilai fungsi pada setiap titik (x,y) yang menyatakan besar intensitas citra atau tingkat keabuan atau warna dari piksel di titik tersebut. Pada proses digitalisasi (sampling dan kuantitas) diperoleh besar baris M dan kolom N hingga citra

membentuk matriks $M \times N$ dan jumlah tingkat keabuan piksel G (Sutoyo, 2009).

2.1.6.1 Sistem Warna RGB

Dalam model warna RGB, setiap warna yang diperlihatkan komponen *spectral primary red, green, blue*. Model ini didasarkan pada sistem koordinat kartesien. Sub-space warna yang dicari adalah kubus yang ditunjukkan gambar 2.5 dimana nilai RGB pada tiga sudut; cyan, magenta, dan yellow ada pada tiga sudut lain; hitam adalah orgin dan putih adalah titik yang paling jauh dari orgin dan warna abu-abu berada dalam sepanjang garis antara hitam dan putih. Diagonal dari kubus dengan jumlah komponen primer yang sama menghasilkan berbagai variasi tingkat keabuan terdiri dari kolom warna dan amplitudo RGB 100% yang merupakan sinyal tes warna video seperti pada tabel 2.5 (Jack, 1996).

Sebuah jenis warna dapat digambarkan sebagai sebuah vector di ruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, koordinat dinyatakan dalam bentuk tiga bilangan yaitu: komponen x, y dan z . misalkan sebuah vector dituliskan dalam bentuk (x, y, z) . Dalam bentuk warna komponen-komponen tersebut digantikan dengan komponen *red* (R), *green* (G) dan *blue* (B). Jadi sebuah warna dapat dituliskan sebagai berikut : Warna = RGB (30,75,255). Putih = (255,255,255), sedangkan warna hitam memiliki komponen warna (0,0,0) (Putra, 2010).

2.1.6.2 SLR(Simple Linier Regression)

Regresi linear adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara *variable* terikat dengan satu atau lebih *variable* bebas. Apabila banyaknya *variable* bebas hanya ada 1, disebut regresi linear sederhana, sedangkan apabila terdapat lebih dari 1 *variable* bebas, disebut sebagai regresi linear berganda. Analisis regresi setidak tidaknya memiliki 3 kegunaan, yaitu untuk tujuan deskripsi dari

fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, untuk tujuan kontrol, serta untuk tujuan prediksi. Regresi mampu mendeskripsikan fenomena data melalui terbentuknya suatu model hubungan yang bersifat numerik. Regresi juga dapat digunakan untuk melakukan pengendalian (kontrol) terhadap suatu kasus atau hal-hal yang sedang diamati melalui penggunaan model regresi yang diperoleh. Selain itu, model regresi juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi untuk variabel terikat. Dalam menentukan regresi koefisien dilibatkan koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi adalah besarnya keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Nilai R^2 berkisar antara 0 s.d. 1. Dimana semakin besar nilai R^2 semakin baik model regresi yang diperoleh (Kurniawan, 2008).

2.2 Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan untuk penelitian ini diantaranya adalah penelitian Mustofa (2015) dalam penelitian ini terdapat Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 23 Tahun 2008 Tentang Pedoman Teknis Pencegahan Pencemaran Atau Kerusakan Lingkungan Hidup Akibat Penambangan Emas Rakyat, disebutkan bahwa kegiatan penambangan harus membatasi laju pembukaan lahan. Namun kenyataannya pengolahan penambangan emas tradisional sudah berada ditengah-tengah pemukiman warga, bahkan dipekarangan rumah warga. Hal ini menyebabkan pencemaran air tanah yang merupakan sumber air yang digunakan masyarakat akibat proses amalgasi menggunakan merkuri pada saat proses ekstraksi emas.

Penelitian yang selanjutnya adalah penelitian Firdaus (2017) *Colorimetric Detection of Mercury(II) Ion in Aqueous Solution Using Silver Nanoparticles*, dalam penelitian ini nanopartikel perak berhasil menjadi indikator kolorimetri yang baik untuk analisis ion Merkuri (II), ini ditandai dengan penurunan absorbansi dari nanopartikel perak apabila di tambahkan Hg^{2+} , ini dikarenakan nanopartikel perak (Ag^0) teroksidasi

menjadi Ag^+ , sehingga warna khas nanopartikel perak menghilang, perubahan ini berbanding lurus dengan konsentrasi Hg^{2+} yang ditambahkan.

Penelitian yang selanjutnya adalah penelitian Lestari (2015) pada penelitian ini mengukur kandungan rata-rata logam merkuri (Hg) pada teripang terung (*Phyllophorus sp*) asal pantai kenjeran Surabaya pada ukuran kecil yaitu 0,099 ppm, pada ukuran sedang yaitu 0,112 ppm, dan pada ukuran besar yaitu 0,106 ppm. Nilai tersebut masih memenuhi ambang batas SNI tahun 2009 yaitu sebesar 1 ppm.

2.3 Kerangka Berfikir



Gambar 2.5 Kerangka Berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP Universitas Bengkulu, dimulai dari November 2018 sampai dengan Maret 2019. Obyek penelitian yang digunakan adalah populasi dari organisme perairan air tawar yang berada di aliran sungai sekitaran tambang emas di Desa Lebong Tambang, Kabupaten Lebong, Bengkulu.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, gelas kimia, gelas ukur, labu ukur, pipet tetes, kaca arloji, sudip, corong kaca, batang pengaduk, botol vial, botol semprot, labu alas bulat, kondensor, hotplate, oven, neraca analitik, pipet mikro, pipet kapiler, kuvet, spektrofotometer Visible (B-One), printer canon ip2770, studio mini box dan kamera smartphone samsung J1 ace. Aplikasi yang digunakan adalah Matlab R2010b (The MathWork, USA), Excel (Microsoft Excel, Redmond, WA), Camera FV-5 (FGAE, Germany), dan Photoshop CC 2014 (Adobe System, USA).

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Asam Askorbat ($C_6H_8O_6$) 1 mM, Trisodium Sitrat $3,0 \times 10^{-3}$, HCl 2 M, NaOH 0,1 M, perak nitrat ($AgNO_3$), $HgCl_2$, HNO_3 , H_2SO_4 , H_2O_2 , air demineral, kertas saring Whatmann no.1, Alumunium foil.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pencucian Alat Gelas

Penggunaan alat gelas dalam penelitian ini dicuci terlebih dahulu dengan cara membersihkan alat gelas menggunakan detergen, setelah itu dibilas dengan air bersih. Kemudian alat-alat gelas dibilas kembali dengan menggunakan HCl 2 M yang mana selanjutnya dibilas kembali dengan air demineral. Setelah itu alat-alat gelas dikeringkan di dalam oven.

3.3.2 Preparasi Sampel

3.3.2.1 Pembuatan Larutan Stok Perak Nitrat (AgNO_3) 1 mM

Pembuatan larutan stok AgNO_3 1 mM dibuat dengan cara melarutkan serbuk AgNO_3 sebanyak 0,0425 gram dengan 25 mL air demineral di dalam labu ukur 250 mL serta ditambahkan dengan air demineral sampai tanda batas.

3.3.2.2 Pembuatan Larutan Stok Asam Askorbat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) 1 mM

Pembuatan larutan stok asam askorbat dibuat dengan cara melarutkan serbuk asam askorbat sebanyak 0,0352 gram dengan 25 mL air demineral di dalam gelas beaker selanjutnya ditambahkan trisodium sitrat $3,0 \times 10^{-3}$ M 100 μL . kemudian larutan asam askorbat ditambahkan 0,08 mL NaOH 0,1 M. Setelah itu dimasukkan ke labu ukur 200 mL kemudian ditambahkan air demineral sampai tanda batas dan didiamkan selama 24 jam.

3.3.2.1 Pembuatan Larutan Stok Ion Merkuri (II) (Hg^{2+})

Pembuatan larutan stok Hg^{2+} dibuat dengan cara menimbang HgCl_2 sebanyak 0,068 gram dilarutkan dengan air demineral dalam gelas beaker. Kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan air demineral sampai tanda batas, sehingga didapat larutan stok Hg^{2+} 500 ppm, kemudian dari larutan stok Hg^{2+} 500 ppm dibuat variasi konsentrasi larutan standar Hg^{2+} dengan mengencerkan larutan

stok secara bertahap menjadi 100 ppm kemudian dari 100 ppm diencerkan lagi menjadi 1 ppm dan selanjutnya diencerkan lagi menjadi 100 ppb. Untuk analisis ion merkuri (II) dibuat larutan standar Hg^{2+} dengan variasi konsentrasi yaitu 1, 2, 3, 4 ppm dibuat dari larutan standar Hg^{2+} 100 ppm dan konsentrasi 1, 4, 8, 12 ppb dari larutan standar Hg^{2+} 100 ppb.

3.3.3 Sintesis Nanopartikel Perak (NPP)

Sintesis NPP dilakukan dengan metode reduksi kimia. Disiapkan larutan asam askorbat dan AgNO_3 dengan perbandingan 2:1, kemudian larutan asam askorbat 1 mM dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu larutan $60\text{ }^\circ\text{C}$, lalu ditambahkan AgNO_3 1 mM dan di stirrer selama 10 menit sampai terjadi perubahan warna dari bening menjadi kuning. Untuk mengetahui hasil sintesis partikel perak, juga dilakukan pengukuran absorbansi dengan rentang panjang gelombang 280-700 nm menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

3.3.4 Analisis Ion Merkuri (II)

3.3.4.1 Analisis Ion Merkuri (II) dengan NPP Secara Spektrofotometri UV-Vis

3.3.4.1.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang gelombang maksimum ditentukan pada NPP yang tidak ditambahkan larutan stok Hg^{2+} . Nilai absorbansi diambil pada rentang panjang gelombang 400-500 nm. Panjang gelombang maksimum ditentukan berdasarkan absorbansi maksimum NPP.

3.3.4.1.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Metode Spektrofotometri UV-Vis

Larutan NPP dimasukan masing-masing sebanyak 2 mL ke dalam kuvet, kemudian ditambahkan 1 mL larutan stok logam Hg masing-masing dengan variasi konsentrasi 0 ppb, 1 ppb, 4 ppb, 8 ppb, 12 ppb dan konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm. Kemudian semua

campuran diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum sebagai data untuk analisis metode spektrofotometri UV-Vis.

3.3.4.2 Analisis Ion Merkuri (II) dengan NPP Secara Citra Digital

3.3.4.2.1 Pengambilan Data Nilai Komponen Warna RGB dari Analisis Ion Merkuri (II) Secara Citra Digital

Larutan NPP dimasukan masing-masing sebanyak 2 mL ke dalam kuvet, kemudian ditambahkan 1 mL larutan standar logam Hg^{2+} dengan variasi konsentrasi 0 ppb, 1 ppb, 4 ppb, 8 ppb, 12 ppb dan konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm kemudian NPP difoto di dalam studio mini box untuk analisis ion merkuri (II) setelah itu di lakukan pengolahan data dengan menggunakan aplikasi Matlab.

3.3.5 Preparasi dan Analisis Sampel Spesies Organisme Air Tawar

3.3.5.1 Preparasi Sampel Biota Air

Sampel biota air (ikan, udang, kerang) dicuci terlebih dahulu selanjutnya di potong kecil lalu ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukan ke dalam labu alas bulat 250 mL selanjutnya untuk sampel sedimen dan tumbuhan dicuci terlebih dahulu kemudian dimasukan kedalam oven selama 48 jam dengan suhu $250^{\circ}C$ lalu dilakukan pengayakan. Ditambahkan berturut-turut 30 mL HNO_3 pekat dan 10 mL H_2SO_4 pekat secara sedikit demi sedikit melalui dinding labu. Kemudian diaduk hingga larutan dan sampel tercampur merata. Setelah itu labu dihubungkan dengan pendingin atau kondensor. Kemudian dipanaskan di atas hotplate pada suhu $80^{\circ}C$ dalam lemari asam sampai larutanya berwarna hitam selama 3 jam. Setelah itu ditambahkan H_2O_2 30% sedikit demi sedikit sampai larutannya bening. Kemudian didinginkan pada suhu ruang. selanjutnya didiamkan selama sehari lalu larutan sampel disaring dengan menggunakan kertas saring whatman no.42 sampai larutan jernih. Selanjutnya penyaringan ini menghasilkan endapan berwarna putih

seperti pasir yang diasumsikan sebagai senyawa organik yang belum terdestruksi sempurna. (Ratmi, 2009; Dewi, 2012).

3.3.5.2 Pengukuran Konsentrasi Logam Hg²⁺ pada Sampel Spesies Organisme Air Tawar

Ditetsi 10 µL larutan sampel yang telah dipreparasi pada NPP yang dibuat dalam kondisi maksimum. Sampel yang sudah ditambahkan dengan nanopartikel perak diambil gambar citra digitalnya dengan menggunakan kamera Samsung J1 ace didalam mini box studio untuk dilakukan pengukuran kadar konsentrasinya.

3.4 Teknik Analisis Data

3.4.1 Penentuan Persaman Regresi Kurva Kalibrasi Metode Spektrofotometri UV-Vis dengan teknik Data SLR

Persamaan kurva kalibrasi metode spektrofotometri UV-Vis dibuat dengan cara memplotkan nilai absorbansi (A) terhadap konsentrasi menggunakan program Microsoft excel dari data hasil pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Persamaan linear yang diperoleh dari kurva digunakan untuk menentukan konsentrasi logam dalam sampel air lingkungan yang akan dianalisis. Persamaan regresi yang diperoleh yaitu :

$$y=mx+c$$

Dengan : y = Absorbansi
 m = Gradien
 x = Konsentrasi
 c = Intersep

3.4.2 Penentuan persamaan Regresi dan Kurva Kalibrasi untuk Data Citra Digital dengan Teknik Analisis Data SLR

Kurva kalibrasi citra digital dibuat dengan cara mengolah terlebih dahulu foto yang telah dicrop dengan ukuran 200 x 200 pixel pada masing-masing sampel dengan menggunakan program photoshop CC 2014. Kemudian dianalisis dengan menggunakan program Matlab R2010b, hasil analisis berupa nilai komponen warna RGB. Selanjutnya untuk masing-masing intensitas warna dibuat kurva kalibrasi konsentrasi vs intensitas komponen warna RGB.

BAB IV

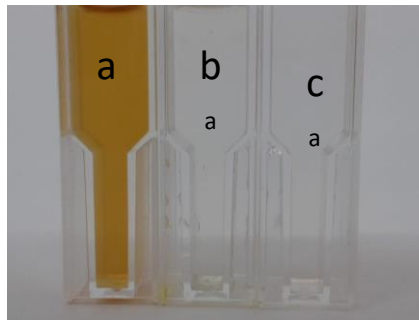
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Nanopartikel Perak

Biota air di sekitar Lebong Tambang Kabupaten Lebong sudah mengalami bioakumulasi merkuri akibat aktivitas penambangan emas yang menggunakan merkuri dalam proses amalgamasi. Analisis kadar merkuri pada biota air dilakukan dengan menggunakan nanopartikel perak. Proses pembuatan nanopartikel perak (NPP) dilakukan dengan menggunakan metode reduksi kimia. Nanopartikel perak (NPP) disintesis dengan cara mereaksikan precursor perak yang berasal dari larutan AgNO_3 1mM dengan reduktor asam askorbat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) 1mM.

Asam askorbat dan AgNO_3 memiliki beda potensial redoks yang kecil, hal ini menyebabkan reaksi redoks sulit untuk terjadi. Beda potensial ini dapat diatasi dengan mengurangi potensial reduksi dari asam askorbat dengan cara meningkatkan pH larutan asam askorbat. Ketika pH dinaikan maka potensial reduksi akan mengalami penurunan, ini membuat beda potensial antara asam askorbat dan AgNO_3 menjadi besar. Perbedaan potensial reduksi ini akan membuat reaksi redoks berlangsung lebih cepat, jadi pada penelitian ini pH awal asam askorbat 4.2 dinaikan menjadi 7 (Malassis, 2016).

Sintesis NPP dilakukan dengan perbandingan asam askorbat : AgNO_3 2:1 dengan masing-masing konsentrasi 1mM, kemudian distirer pada kecepatan 900 rpm pada suhu 60°C selama 10 menit, fungsi pemanasan yaitu untuk mempercepat laju reaksi antara asam askorbat dengan AgNO_3 . Pada awalnya larutan asam askorbat dan AgNO_3 memiliki warna bening, namun seiring berjalannya reaksi larutan berubah menjadi kuning, yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

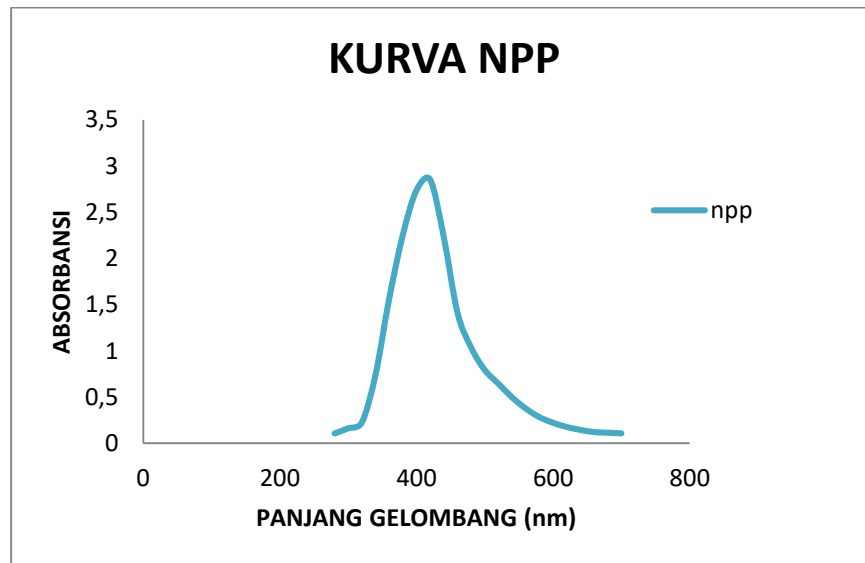


Gambar 4.1 (a). NPP, (b). Asam Askorbat, (c). AgNO_3

Pada gambar 4.1 perubahan warna yang semula berwarna bening menjadi kuning kecoklatan menandakan telah terbentuknya nanopartikel perak (NPP), warna kuning kecoklatan ini terbentuk karena adanya efek *Surface Plasmon Resonance (SPR)* dari NPP (Ag^0) dengan terjadinya eksitasi elektron dari *ground state* ke *excited state* pada permukaan NPP (Amaladhas dkk,2013). Warna yang terbentuk dari efek SPR dari NPP, membentuk spektrum panjang gelombang optimum di rentang 400-500 nm.

Nanopartikel perak (NPP) yang terbentuk selanjutnya dapat diukur panjang gelombang optimumnya dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis, dengan rentang panjang gelombang 280-700 nm. Penggunaan rentang panjang gelombang sekitar 280-700 nm dikarenakan untuk mengetahui apakah pada nanopartikel perak tersebut terbentuk puncak absorpsi lain diluar rentang 400-500 nm, yang mengindikasikan adanya zat lain yang terbentuk.

Seperti pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa panjang gelombang optimum yang terbentuk masuk dalam rentang panjang gelombang optimum NPP. Hal ini menunjukkan bahwa NPP tersebut telah terbentuk dari hasil reaksi antara asam askorbat dan AgNO_3 .



Gambar 4.2 Kurva hasil pengukuran spektrum absorbansi pembentukan NPP

Nanopartikel perak merupakan indikator yang dapat digunakan untuk mendeteksi ion merkuri (II) (Hg^{2+}), ini dikarenakan nanopartikel perak memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap ion merkuri (II) (Firdaus, 2017). Ketika NPP bereaksi dengan Hg^{2+} , NPP (Ag^0) teroksidasi menjadi ion Ag^+ ini membuat hilangnya NPP. Hilangnya NPP membuat warna larutan kembali menjadi warna larutan Ag^+ yaitu berwarna bening, ini dikarenakan hilangnya efek SPR yang dibentuk NPP (Adriansyah, 2017).

4.2 Analisis Kuantitatif Ion Merkuri (II) menggunakan Nanopartikel Perak dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak (NPP) dilakukan untuk mengetahui kondisi maksimum pada nanopartikel perak NPP. Panjang gelombang maksimum juga digunakan pada pembuatan kurva kalibrasi. Pengukuran NPP maksimum dilakukan pada rentang panjang gelombang 400-450 nm. Hasil pengukuran NPP spektrofotometri UV-Vis dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Absorbansi NPP (400-500 nm)

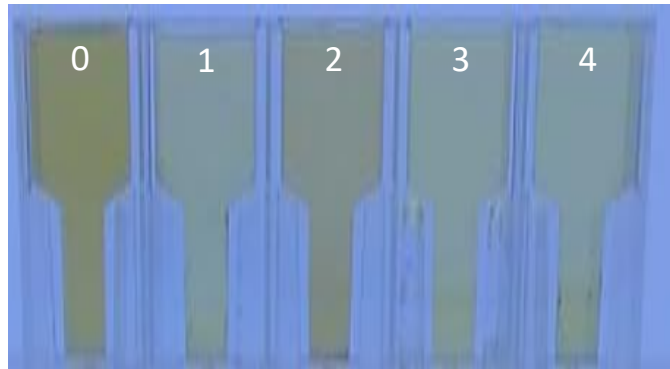
| Panjang Gelombang (nm) | Absorbansi |
|------------------------|------------|
| 400 | 2,738 |
| 420 | 2,851 |
| 440 | 2,228 |
| 460 | 1,412 |
| 480 | 1,035 |
| 500 | 0,792 |

Penentuan panjang gelombang maksimum NPP ini dilakukan dengan cara mengukur absorbansi NPP yang telah disintesis pada keadaan maksimum dengan rentang panjang gelombang 400-500 nm. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat panjang gelombang maksimum dari nanopartikel perak (NPP) yaitu pada panjang gelombang 420 nm dengan absorbansi sebesar 2,851, ini ditentukan berdasarkan serapan absorbansi maksimum dari NPP. Pada penentuan panjang gelombang maksimum ini bertujuan agar diperoleh absorbansi NPP yang paling maksimum ketika dilakukan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

4.2.2 Kurva Kalibrasi Metode Spektrofotometri UV-Vis dengan Teknik SLR

Pada penelitian ini pembuatan kurva kalibrasi untuk analisis ion merkuri (II), dilakukan dengan menggunakan larutan stok Hg^{2+} yang telah ditentukan konsentrasinya. Untuk analisis ion merkuri (II) dibuat 2 kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb dan ppm. Kurva standar Hg^{2+} yang digunakan yaitu 0 ppb, 1 ppb, 4 ppb, 8 ppb dan 12 ppb, sedangkan untuk kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppm menggunakan larutan standar Hg^{2+} 0 ppm, 1 ppm, 2ppm 3ppm, dan 4 ppm.

Pembuatan kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppm dilakukan dengan cara menambahkan larutan standar Hg^{2+} konsentrasi 0, 1, 2, 3, dan 4 ppm sebanyak 1 mL kedalam 2 mL NPP dalam kuvet. Gambar hasil penambahan larutan standar Hg^{2+} kedalam NPP dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 NPP cairan + larutan stok Hg^{2+} pada konsentrasi ppm.

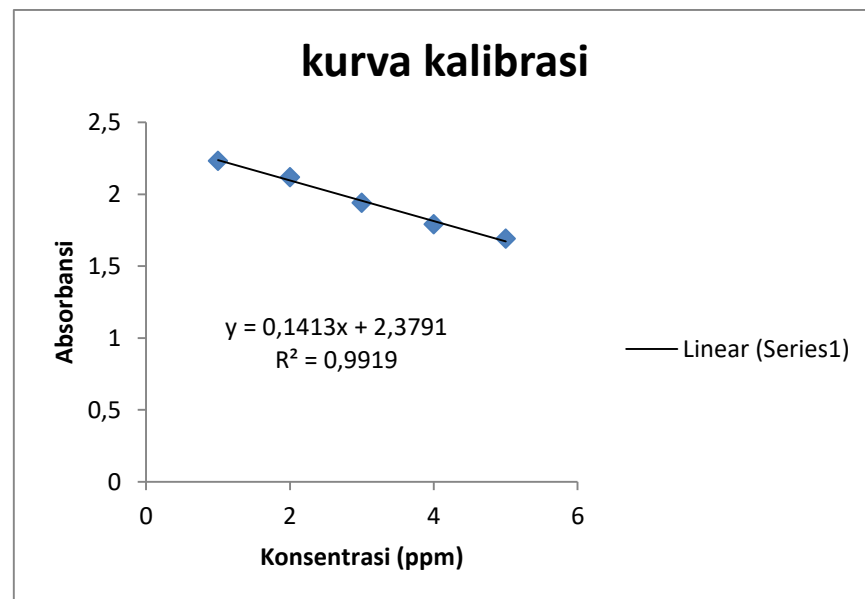
Selanjutnya setiap larutan NPP yang sudah ditambahkan dengan larutan stok Hg^{2+} diukur data spectrum absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil data spectrum serapan NPP terhadap Hg^{2+} dengan konsentrasi ppm dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 4.2 Absorbansi NPP cairan terhadap Hg^{2+} pada konsentrasi ppm secara spektrofotometri UV-Vis

| Konsentrasi Hg (ppm) | Absorbansi |
|----------------------|------------|
| 0 | 2,233 |
| 1 | 2,120 |
| 2 | 1,941 |
| 3 | 1,791 |
| 4 | 1,691 |

Dari data tabel 4.2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suatu konsentrasi logam Hg^{2+} yang ditambahkan kedalam larutan NPP maka

absorbansi dari NPP akan semakin menurun. Selanjutnya dari data pada Tabel 4.2 dibuat kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppm dengan memberikan plot data konsentrasi Hg^{2+} terhadap absorbansi NPP, yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Kurva kalibrasi spektrofotometri UV-Vis (NPP cairan + larutan standar Hg^{2+} pada konsentrasi ppm)

Berdasarkan Gambar 4.4 kurva kalibrasi diperoleh menggunakan metode simple Linear Regression (SLR). Dapat dilihat nilai absorbansi memiliki korelasi yang baik terhadap konsentrasi (ppm) dari ion merkuri (II), hal ini ditunjukkan dengan melihat nilai $R^2 = 0,9919$. Hubungan antara penambahan konsentrasi larutan standar Hg^{2+} terhadap penurunan absorbansi yang menunjukkan nilai regresi (R^2) yang mendekati 1. Menurut Supriadi (2017) Semakin nilai R^2 mendekati 1 maka semakin baik kecocokan model dengan data tersebut. Persamaan kurva kalibrasi digunakan untuk menentukan LOD atau batas deteksi NPP cairan dalam analisis ion merkuri (II) menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Pada NPP cairan dengan konsentrasi ppm memiliki nilai LOD sebesar 0,346 ppm.

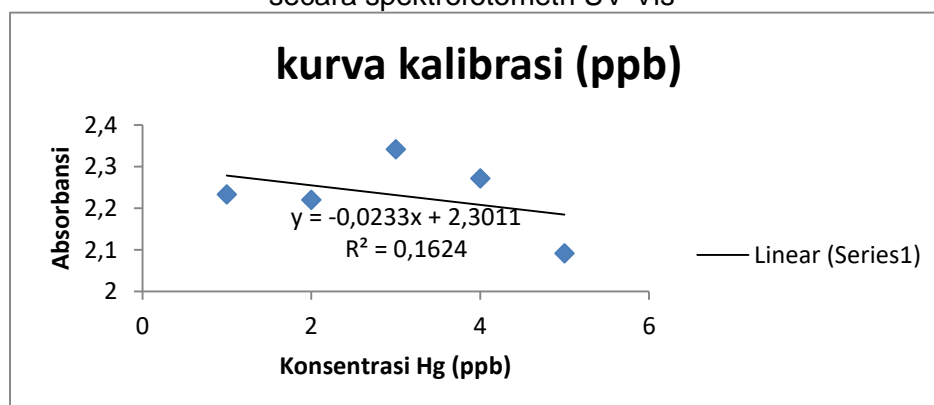
Pembuatan kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb dilakukan dengan cara menambahkan larutan stok Hg^{2+} konsentrasi 0, 1, 4, 8, 12 ppb sebanyak 1 mL kedalam 2 mL NPP pada kuvet. Kemudian setiap kuvet diukur data spektrum absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Data spektrum absorbansi NPP terhadap konsentrasi Hg^{2+} pada konsentrasi ppb dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Absorbansi NPP terhadap Hg^{2+} pada konsentrasi ppb secara spektrofotometri UV-Vis

| Konsentrasi Hg (ppb) | Absorbansi |
|----------------------|------------|
| 0 | 2,233 |
| 1 | 2,220 |
| 4 | 2,341 |
| 8 | 2,271 |
| 12 | 2,091 |

Dari data Tabel 4.3 terlihat nilai absorbansi NPP yang tidak mengalami perubahan yang signifikan, serta nilai spektrum absorbansi tidak dipengaruhi konsentrasi Hg^{2+} pada konsentrasi ppb. Data dari Tabel 4.3 lalu dibuat kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb dengan memplot data konsentrasi Hg^{2+} terhadap absorbansi NPP, yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.

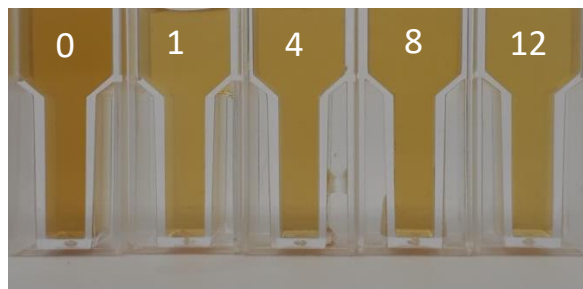
Gambar 4.5 Kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb secara spektrofotometri UV-Vis



Dari Gambar 4.5 dapat dilihat nilai absorbansi tidak memiliki korelasi yang baik terhadap konsentrasi (ppb) dari ion merkuri (II), hal ini ditunjukkan dengan melihat nilai $R^2 = 0,1624$. Sehingga kurva kalibrasi yang dibentuk ini tidak dapat dijadikan kurva kalibrasi dalam penentuan ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb, hal ini terjadi karena kemampuan alat spektrofotometer UV-Vis tidak mampu mendeteksi ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb.

4.2.3 Analisis Kuantitatif Ion Merkuri (II) Menggunakan Nanopartikel Perak dengan Metode Citra Digital

Selanjutnya pembuatan kurva kalibrasi NPP cairan terhadap larutan standar Hg^{2+} pada konsentrasi ppb selanjutnya dilakukan dengan cara menambahkan larutan standar Hg^{2+} dengan konsentrasi 0 ppb, 1 ppb, 4 ppb, 8 ppb dan 12 ppb sebanyak 1 mL kedalam 2 mL NPP kedalam kuvet. Gambar hasil penambahan larutan stok Hg^{2+} kedalam NPP dapat dilihat pada Gambar 4.6.



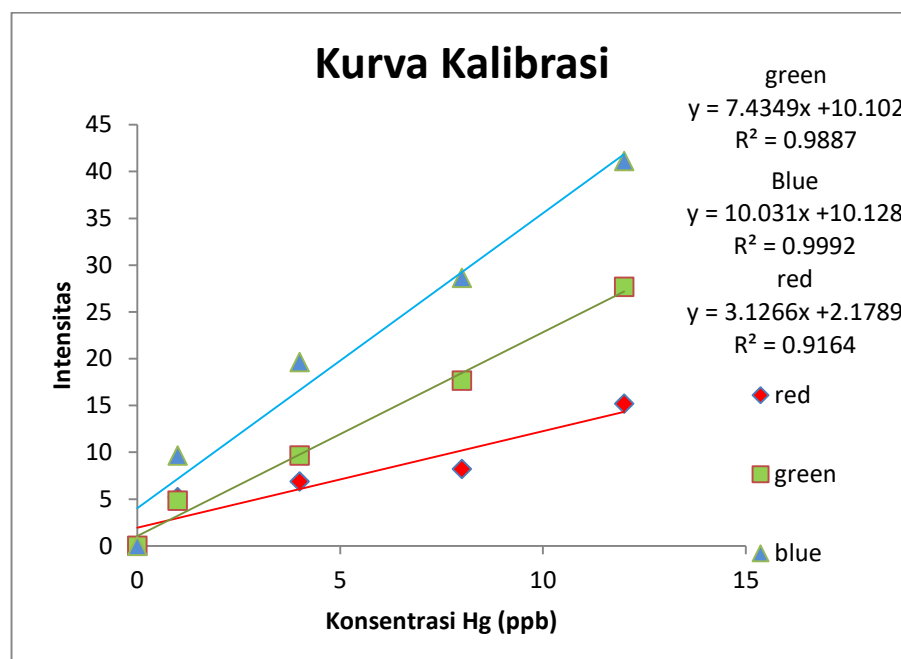
Gambar 4.6 NPP cairan + larutan stok Hg^{2+} pada konsentrasi ppb.

Selanjutnya NPP cairan yang sudah di campurkan dengan larutan standar Hg^{2+} dengan konsentrasi 0 ppb, 1 ppb, 4 ppb, 8 ppb dan 12 ppb diphoto dalam mini studio kemudian dilakukan analisis secara citra digital dengan mencari masing-masing nilai intensitas warna RGB dari masing-masing komponen warna. Hasil analisis citra digital dapat dilihat pada table 4.4

Tabel 4.4 Nilai komponen warna dan intensitas warna RGB kurva kalibrasi NPP cairan + larutan standar Hg^{2+} pada konsentrasi ppb

| KONSEN TRAS I Hg (ppb) | Nilai Komponen Warna | | | Intensitas Serapan | | |
|---------------------------------|----------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | RED | GREEN | BLUE | IR | IG | IB |
| 0 | 133,259 | 97,782 | 22,317 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 134,862 | 98,875 | 22,817 | 5,193 | 4,827 | 9,624 |
| 4 | 135,379 | 99,974 | 23,348 | 6,854 | 9,628 | 19,625 |
| 8 | 135,802 | 101,83 | 23,836 | 8,209 | 17,627 | 28,610 |
| 12 | 137,996 | 104,22 | 24,531 | 15,169 | 27,677 | 41,093 |

Dari data Tabel 4.4 yang telah dianalisis secara citra digital dapat dibuat kurva kalibrasi, dengan membuat plot konsentrasi Hg (ppb) larutan standar Hg^{2+} terhadap intensitas warna RGB dari NPP cairan. Kurva kalibrasi citra digital dapat dilihat pada gambar 4.7



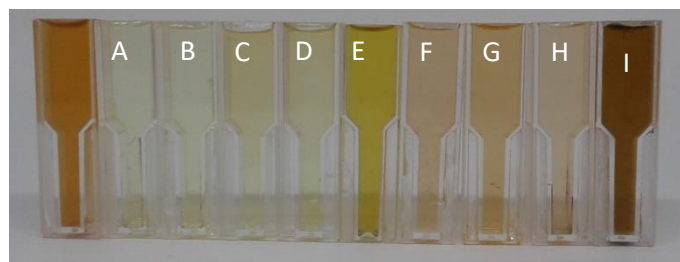
Gambar 4.7 Kurva kalibrasi Citra digital (NPP cairan + larutan standar Hg^{2+} pada konsentrasi (ppb))

Dari Gambar 4.7 terlihat bahwa nilai intensitas komponen biru(B) memiliki nilai R^2 yang paling mendekati 1, untuk larutan stok Hg^{2+} pada konsentrasi ppb memiliki nilai $R^2 = 0,9992$, nilai intensitas komponen hijau

(G) memiliki nilai $R^2=0,9887$, dan nilai intensitas komponen merah (R) memiliki nilai $R^2=0,9164$. Maka digunakanlah intensitas komponen biru untuk kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II), dengan nilai persamaan garis untuk larutan stok Hg^{2+} pada konsentrasi ppb yaitu, $y = 10.031x + 10.128$. Persamaan garis yang didapat akan digunakan sebagai model untuk analisis ion merkuri (II) untuk sampel yang belum diketahui konsentrasi ion merkuri (II). Selanjutnya persamaan kurva kalibrasi pada komponen warna digunakan untuk menentukan LOD atau batas deteksi NPP cairan dalam analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb secara citra digital. Pada NPP cairan dengan konsentrasi ppb memiliki nilai LOD sebesar 2,305 ppb hal ini menunjukkan bahwa metode citra digital memiliki nilai sensitivitas yang tinggi.

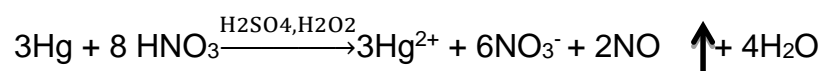
4.3. Pengukuran Kadar Merkuri (Hg) pada Sampel Biota Air

Penentuan kadar merkuri (Hg) pada sampel biota air dilakukan dengan menggunakan metode destruksi basah. Destruksi basah merupakan proses perombakan suatu logam organik dengan menggunakan asam kuat. Senyawa tersebut dirombak atau dipecah menjadi unsur-unsur yang semula berbentuk organik logam menjadi bentuk logam anorganik dengan bantuan zat oksidator sehingga sampel yang sudah di destruksi dapat dianalisis seperti pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Sampel biota air ((a).sedimen, (b).kerang (c.).kolam, ikan kolam, (d).air kolam, (e) air sungai, (f).tumbuhan, (g).ikan sungai, (h). udang, (i).kerang sungai)+ NPP secara Citra Digital

Larutan asam kuat yang digunakan dalam menentukan logam Hg pada biota air menggunakan campuran larutan asam kuat seperti HNO₃ p.a H₂SO₄ p.a dan H₂O₂ p.a dengan perbandingan 6 : 2 :1. Larutan HNO₃ p.a berfungsi untuk mendestruksi atau menjadi suatu agen pengoksidasi utama pada suhu yang relative rendah sehingga sampel akan mudah larut. Sedangkan H₂SO₄ p.a dan H₂O₂ p.a berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat laju reaksi terputusnya merkuri (Hg) dengan senyawa organik yang berada didalam sampel biota air. Katalis ini ikut beraksi akan tetapi mampu terbentuk kembali pada akhir reaksi. Katalis disini berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi dengan memepercepat laju reaksinya. Adapun reaksi yang terjadi pada suatu larutan sampel ketika penambahan HNO₃ p.a, H₂SO₄ p.a dan H₂O₂ p.a adalah sebagai berikut :



(Ratmini, 2009 dan Dewi, 2012)

Dilihat dari reaksi yang terbentuk pada saat penambahan HNO₃ selanjutnya menghasilkan Hg²⁺ berupaaqua, NO₃ berupa padatan hitam kecil pada saat proses destruksi, selanjutnya hasil NO berupa gas berwarna merah kecoklatan yang dapat meningkatkan tekanan pada proses destruksi dimana hal ini dikarenakan sifat dari asam nitrat yang memiliki kekuatan untuk melepas ion hydrogen yang dimilikinya, dan hasil H₂O berupa cairan yang mana telah bercampur di dalam larutan.

Analisis ion merkuri (II) pada sampel biota air dimana penentuan kadar logam Hg pada sampel biota air secara citra digital dengan menggunakan metode SLR dilakukan dengan cara mencari intensitas serapan dari komponen warna biru pada sampel yang akan dianalisis.

Tabel 4.5 Nilai Intensitas Komponen Warna Blue NPP + Sampel Biota air.

| Sampel | Nilai Komponen Warna Blue | Intensitas Warna Blue | KonsentrasiHg (ppb) |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| KerangSungai | 13,4 | 13,0 | 2,3 |
| Air Kolam | 133,0 | 1008,6 | 146,7 |
| Sedimen | 143,9 | 1043,1 | 200,3 |
| Tumbuhan | 41,3 | 501,2 | 50,9 |
| Kerang Kolam | 144,3 | 1044,1 | 196,8 |
| Air Sungai | 82,7 | 802,4 | 81 |
| Udang | 83,2 | 805,0 | 81,2 |
| Ikan Kolam | 137,1 | 1022,1 | 155,7 |
| Ikan Sungai | 83,0 | 804,1 | 81,1 |

Dari tabel 4.5 dapat dilihat bahwa sampel biota air yang terdapat di lokasi penambangan emas mengandung merkuri. konsentrasi merkuri terbesar terdapat pada sampel biota air yaitu kerang kolam dengan kadar merkuri sebesar 196,8 ppb. Logam yang telah mengalami biotransformasi dan tidak dapat dieksresikan atau dikeluarkan oleh tubuh umumnya akan tersimpan dalam organ tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran kerang maka akan semakin banyak kadar logam yang terkandung di dalamnya.

Kandungan merkuri yang diperbolehkan pada sampel kerang yaitu sebesar 1,0 mg/kg sehingga sampel kerang kolam relatif aman karena masih berada dibawah ambang batas berdasarkan BSNI 7387:2009. pada sampel ikan kolam didapat kadar merkuri sebesar 155,7 ppb, US Fish and Wildlife Service menetapkan konsentrasi Hg yang terukur dalam ikan tidak boleh melebihi 100 ppb BB yang setara dengan 500 ppb berat kering (BK) (Maret, 2000). Badan Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasi 'intake' maksimum untuk manusia sebesar 0,3 mg/orang/minggu, sehingga dapat

disimpulkan bahwa sampel ikan kolam sudah melebihi ambang batas. Merkuri (Hg) yang terakumulasi ke dalam jaringan tubuh ikan, khususnya di dalam otot (daging), memberikan konsekuensi keracunan pada manusia yang mengkonsumsi daging ikan sebagai sumber protein (Paarsivita, 1991).serta untuk sampel air lingkungan juga relatif berbahaya karena sudah melewati ambang batas yang diperbolehkan di dalam lingkungan minimal sebesar 5 ppb berdasarkan keputusan menteri Negara lingkungan hidup no 202 tahun 2004. Selanjutnya Nilai ambang batas konsentrasi ion merkuri (II) dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Ambang Batas Konsentrasi ion merkuri (II) pada Biota Air

| Sampel | Konsentrasi Hg (ppb) | Ambang Batas | Simpulan |
|----------|----------------------|---|-----------------------|
| Sedimen | 200,3 | 400 ppb (Turekian dan Wedepohl ,1961) | Di bawah Ambang Batas |
| Ikan | 155,7 | 100 ppb dengan 0,5mg/kg (BK) (Us Fish and WildlifeService (Maret,200) | Di atas Ambang Batas |
| Kerang | 196,8 | 1000 ppb (BSNI 7387:2009) | Di bawah Ambang Batas |
| Perairan | 146,7 | 5 ppb (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 202 , 2004) | Di atas Ambang Batas |
| Tumbuhan | 50,9 | 30 ppb (BSNI 7387:2009) | Di atas Ambang Batas |
| udang | 81,2 | 1000 ppb (BSNI 7387:2009) | Di bawah Ambang Batas |

Pada sampel ikan kolam yang jauh dari lokasi penambangan emas dengan kadar Hg sebesar 1,04 ppb serta kadar Hg di perairan sungai hitam kota Bengkulu sebesar 2,8 ppb dimana kedua sampel tersebut masih dalam batas aman dibandingkan dengan 9 sampel yang di ambil langsung dari lokasi penambangan emas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keberadaan logam Hg pada 9 sampel yang diuji pada penelitian ini cenderung berbahaya jika di konsumsi secara terus menerus karena kadar merkuri yang terkandung didalam sampel yang cukup tinggi.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk analisi kadar merkuri pada biota air dengan nanopartikel perak secara citra digital lebih sensitive dibandingkan dengan metode spektrofotometri UV-Vis, dilihat dari data hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sensitivitas nanopartikel perak dalam mendeteksi logam merkuri ditandai dengan nilai LOD sebesar 2,305 ppb, dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai LOD pada spektrofotometri yaitu 300 ppb sehingga metode citra digital lebih sensitif untuk mendeteksi logam merkuri.
2. Besar paparan logam merkuri terhadap biota air di lokasi penambangan emas tradisional Kabupaten Lebong yaitu pada kerang kolam sebesar 196,8 ppb, pada sampel ikan kolam sebesar 155,7 ppb, pada sampel udang yakni sebesar 81,2 ppb, pada sampel ikan sungai sebesar 81,1 ppb, selanjutnya yang terdapat pada sampel tumbuhan yaitu 50,9 ppb dan terendah terdapat pada sampel kerang sungai yaitu 2,3 ppb. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keberadaan logam Hg pada sampel yang diuji memiliki kadar di atas ambang batas dan untuk sampel kerang sungai dibawah ambang batas.

5.2 Saran

1. Diperlukan studi lebih lanjut mengenai pengaruh faktor-faktor eksternal terhadap kemampuan bioakumulasi CH_3Hg^+ dalam biota air.
2. Perlunya pengolahan gambar lebih lanjut dari hasil foto yang didapat agar kualitas foto meningkat, bisa dengan cara mereduksi noise yang terdapat pada foto. Noise merupakan pengganggu yang dapat merusak nilai intensitas dari komponen warna, sehingga dapat menyebabkan tingkat kesalahan pada pembuatan kalibrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, N.M., S. Aisyah., F. Arnia. 2011. Peningkatan Kualitas Citra Digital Menggunakan Metode Super Resolusi Pada Domain Spesial. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. 9(3): 137-141
- Adriansyah, R., M. Lutfi, F., Elvinawati. 2017. Analisis Hg^{2+} Dengan Menggunakan Nanopartikel Perak (NPP) Sebagai Indikator Kolorimetri Dengan Metode Spektrofotometri. *Alotrop*. 1(2): 136-143
- Arief, R., Mulyana, S., Candra, P., Sri, E.B, Misdawarni, & Suratno. 2011. Penelitian Geologi Medis Daerah Lebong Tambang Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi, Bengkulu: 25-23 Juli 2011. Hal 5-13
- Brereton, R.G. 2003 *Chemometrics : Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant*. Chichester. J Wiley & Sons. ISBN 0-471-48978-6
- Bridges, Christy & Zalups R. 2004. Molecular and Ionic Mimicry and The Transport of toxic metal. *Journal of Molecular and Ionic Mimicry and The Transport of Toxic Metals*. Division of Basic Medical Sciences, Merces University School of Medicine, USA.
- Darmono. 2001. *Lingkungan hidup dan Pencemaran*. Jakarta: Ui Press. ISBN 9794562173
- Day, R. A dan Underwood, L. A. 2002. *Analisa Kimia Kualitatif, Terjemahan: Lis Sopyan, Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga. ISBN: 9796882418
- Depkes RI. 2010. Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Depkes RI, Jakarta, <https://www.ampl.or.id>
- Dewi, Diana Candra. 2012. Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah dan Destruksi Kering. Malang: UIN Maliki Malang. *Alchemy*. Vol. 2, no.1
- Djoko, Darmono. 2009. *Minera dan Energi Kekayaan Bangsa : Sejarah Pertambangan dan Energi Indonesia*. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
- Farhadi, K., Mehrdad, F., Rahmi, M., Salahaddin, H., Aysan R. 2012. Highly Selective Hg^{2+} Colorimetric Sensor Using Green Synthesized

- and Unmodified Silver Nanoparticles. *Sensor and Aquator B: Chemical*. 161(1): 880-885
- Firdaus M.L, et al. 2014. Determination of Chromium and Iron Using Digital Image-based Colorimetry. *Procedia Environmental Sciences*. 20 (2014) 298 – 304
- Firdaus, M. L., Fitriani, I., Wyantuti, S., Hartati Y. W., Khaydarov, R., Mcalister J. A., *dkk*. 2017. Colorimetric Detection of Mercury(II) Ion in Aqueous Solution Using Silver Nanopartikel. *Analytical science*, (33): 831-837
- Gemperline P. 2006. *Practical Guide to Chemometrics*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 1-57444-783-1
- Handayani. 2011. *Pemanfaatan Tanaman Tropis Untuk Biosintesis Nanopartikel Perak dan Aplikasinya Sebagai Indikator Kolorimetri Keberadaan Logam Berat*. Depok : Universitas Indonesia
- Hendayana, S., Kadarohman, A., Sumarna, A.A, Supriatna. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang. IKIP Semarang Press. ISBN: 979-8107-97-7
- Hubber, Castro. 2000. *Marine Biology*. Mc-Graw Hill Higher Education inc.
- Jack, Keith. 1996. *Video Demystified: A Handbook for The Digital Engineer, 2nd Edition*. Virginia: LLH Technology Publishing. ISBN: 978-1878707369
- Jhonson, R. dan Wichern, D. 2007. *Applied Multivariat Statisticak Analysis 6thed*. New Jersey : Prentice Hall Inc. ISBN 978-013877153
- Kitong, T.M., Abidjulu, J., Koleangan, H.S.J, 2012. Analisis Merkuri (Hg) dan Arsen (As) di Sedimen Sungai Ranoyapo Kecamatan Amurang Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA Unstrat*. Vol. 1, No. 1, 16-19
- Lasut, M.T. 2009. Proses Bioakumulasi Merkuri (Hg) Pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol, *Jurnal Matematika dan Sains*. Universitas Sam Ratulangi
- Mallasis, L., Dreyfus, R., Murphy, R. J., Hough, L. A., Donnio, B., Muray, C. B. 2016. One-Step Green Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles with Ascorbic Acid and Their Versatile Surface Post-Functionalization. *Journal Royal Society of Chemistry*. 6(39): 1-9

- Maret, T.E., 2000. *National Water Quality Assessment Program: Mercury in Streambed Sediment and Aquatic Biota in the Upper Snake River Basin, Idaho and Western Wyoming*. USGS Idaho
- Martinez, A.m., Scott T.Phillips, George M.Whitesides. 2010. Diagnostics for The Developing World: Microfluidic Paper-Based Analytical Devices. *Internasional Journal Analytical Chemistry Feature*. 82(1):3-10
- Miller, J. and Miller, J. 2005. *Statistic and Chemometrics for Analytical Chemistry Fifth Edition*. Harlow. Pearson Education. ISBN 01-312-919-20
- Moliner, A.L., Linan D., Sipiera D., Falcon R. 2010. Chemometric Interpretation of Digital Image Colorimetry. Application for Titanium Determination In Plastics. *Microchemical Journal*. 96(2):280-285
- Munir, R. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika Bandung. ISBN: 9793338296
- Musthofa, S., Devi N, S., Taufik, A. 2015. Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Air Sumur Gali Masyarakat Di Sekitaran Penambangan Emas Tradisional Desa Sabat Padang Kecamatan HutaBargot Kabupaten Mandailing Natal tahun 2015. *Universitas Sumatra Utara*. 5(2):7-8
- Paarsivita, J. 1991. *Chemical ecotoxicology*. Lewis Publisher. Florida.
- Putra, Dharma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI. ISBN. : 978-979-29-1443-6
- Ratmini, Nyoman Ayu. 2009. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan Cadmium (Cd) Pada Daging Ikan Sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*) Di Sungai Ciliwung Stasiun Srengseng, Conder dan Manggarai. Jakarta: Fakultas Biologi Universitas Nasional,ISSN 1978-9513
- Roggo, Y., P. Chalus., M. Lene., C.LMartinez., A. Edmond., N. Jent. 2007 A Review of Near Infrared Spectroscopy and Chemometric Pharmaceutical Technologies. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 44(3): 683-700
- Rudi, Muchsin, 2011. Ikan Karang Perairan Aceh dan Sekitarnya, Lubuk Agung Bandung. *Institut Pertanian Bogor*, Vol. 15. (3) 126-134

- Sudarmaji, J.Mukono, Corie I.P. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *jurnal kesehatan lingkungan*.Vol. 2, No. 2, Hal : 129-142
- Supriyadi E., S. Mariani, Sugiman. 2017. Perbandingan Metode Partial Least Square (PLS) dan Principal Component Regression (PCR) Untuk Mengatasi Multikoloneritas Pada Model RegresiLinier Berganda. *UJM*. 6(2):117-128
- Sutoyo, T. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI. ISBN. : 978-979-29-0974-6
- Syahrizal dan M. Yusuf Arifin. 2017. Analisis Kandungan Merkuri (Hg) pada Air dan Daging Ikan patin Siam (*pangasius hypopthalmus*) di KJA Danau Sipin Jambi. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*. vol. 2 No. 1, Hal : 9-17
- Turekian, K., and K. H. Wedepohl. 1961. Distribution of the Element In Some Major Units of the Earth's Crusts. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 72: 175-192
- United Nation. 1995. Economic And Social Commission For Asian And The Pacific: *Mineral Recovery, Recycling, Waste Prevention And Confinement For Sustainable Development In Asia And Pacific Region*: New York. 179 pages
- Widhiyatna, D.2005. Pendataan Penyebaran Merkuri Akibat Pertambangan Emas di Daerah Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat. Kolokium Hasil Lapangan-DIM 2005.

L

A

M

P

I

R

A

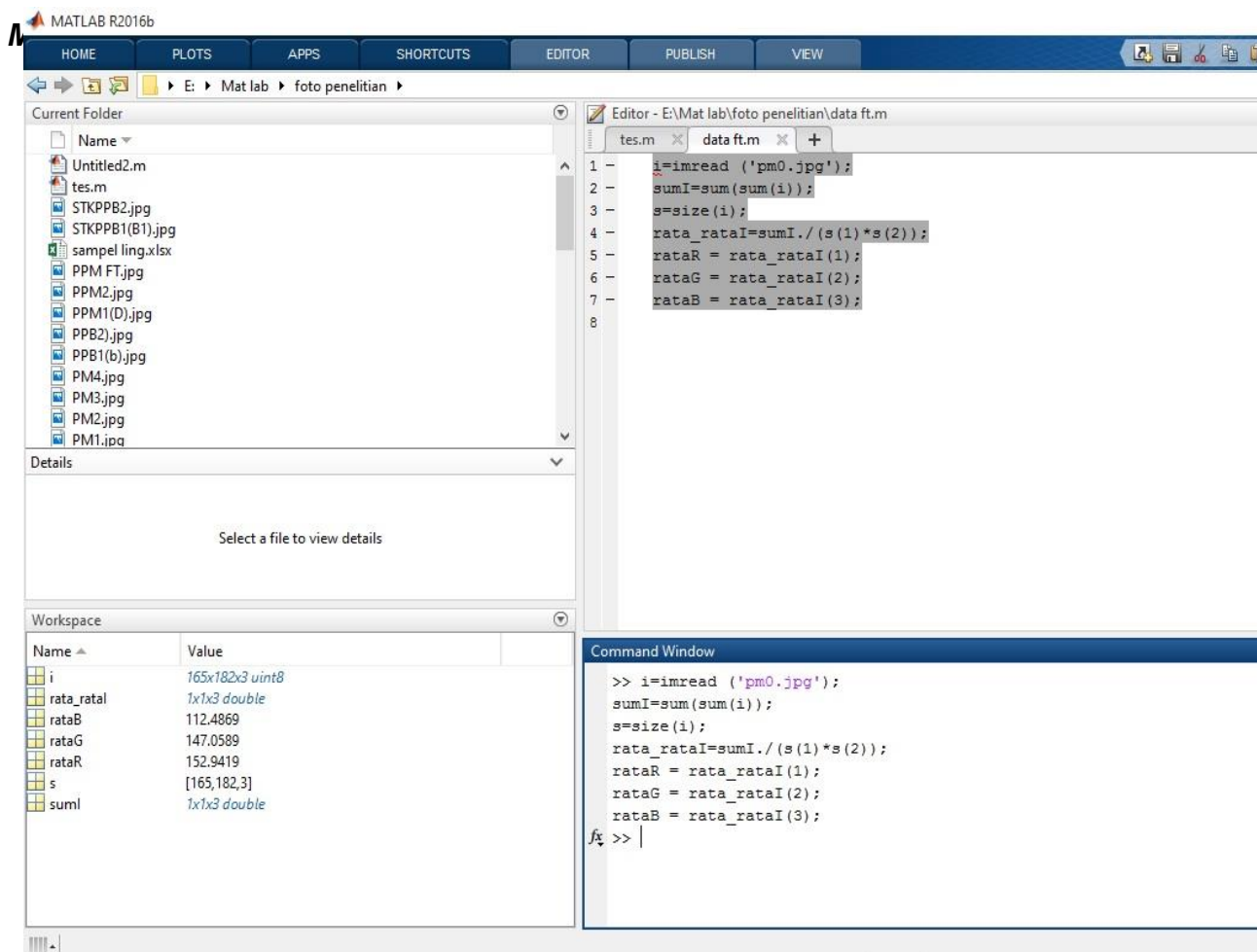
N

Lampiran 1

Tabel Absorbansi Sintesis NPP dengan Perbandingan AgNO₃ dan Asam Askorbat 1 : 2

| Panjang Gelombang (nm) | Absorbansi NPP |
|------------------------|-------------------|
| 280 | 0,106 |
| 300 | 0,161 |
| 320 | 0,226 |
| 340 | 0,742 |
| 360 | 1,565 |
| 380 | 2,256 |
| 400 | 2,738 |
| 420 | 2,851 |
| 440 | 2,228 |
| 460 | 1,412 |
| 480 | 1,035 |
| 500 | 0,792 |
| 520 | 0,644 |
| 540 | 0,496 |
| 560 | 0,375 |
| 580 | 0,282 |
| 600 | 0,221 |
| 620 | 0,176 |
| 640 | 0,144 |
| 660 | 0,121 |

Lampiran 2. Proses Ekstraksi Data RGB Menggunakan Program



The screenshot displays the MATLAB R2016b environment. The current folder is 'E:\Mat lab\foto penelitian'. The script 'data ft.m' contains the following code:

```
1 - i=imread('pm0.jpg');  
2 - sumI=sum(sum(i));  
3 - s=size(i);  
4 - rata_rataI=sumI/(s(1)*s(2));  
5 - rataR = rata_rataI(1);  
6 - rataG = rata_rataI(2);  
7 - rataB = rata_rataI(3);  
8
```

The Command Window shows the execution of the script:

```
>> i=imread('pm0.jpg');  
sumI=sum(sum(i));  
s=size(i);  
rata_rataI=sumI/(s(1)*s(2));  
rataR = rata_rataI(1);  
rataG = rata_rataI(2);  
rataB = rata_rataI(3);  
fx >> |
```

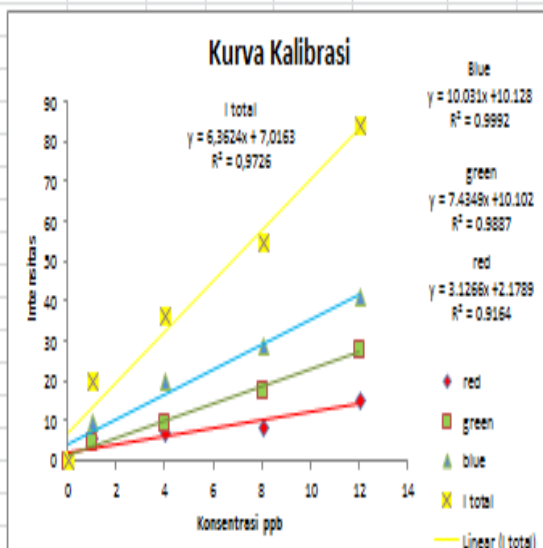
The Workspace window shows the following variables:

| Name | Value |
|------------|-----------------|
| i | 165x182x3 uint8 |
| rata_rataI | 1x1x3 double |
| rataB | 112.4869 |
| rataG | 147.0589 |
| rataR | 152.9419 |
| s | [165,182,3] |
| sumI | 1x1x3 double |

Lampiran 3. Proses Pembuatan Kurva Kalibrasi secara Spektrofotometri Uv-VIS dan Citra Digital

| KONSENTRASI | RED | GREEN | BLUE | IR | IG | IB | I Tot |
|-------------|---------|-------|--------|---------|-----------|--------|--------|
| 0 | 133.259 | 97.78 | 22.317 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 134.862 | 98.88 | 22.817 | 5.19305 | 4.8275806 | 9.6246 | 19.645 |
| 4 | 135.379 | 99.97 | 23.349 | 6.85475 | 9.6281528 | 19.625 | 36.108 |
| 8 | 135.802 | 101.8 | 23.837 | 8.20962 | 17.627063 | 28.61 | 54.447 |
| 12 | 137.936 | 104.2 | 24.532 | 15.1699 | 27.677568 | 41.094 | 83.941 |

KURVA KALIBRASI CITRA DIGITAL (ppb)

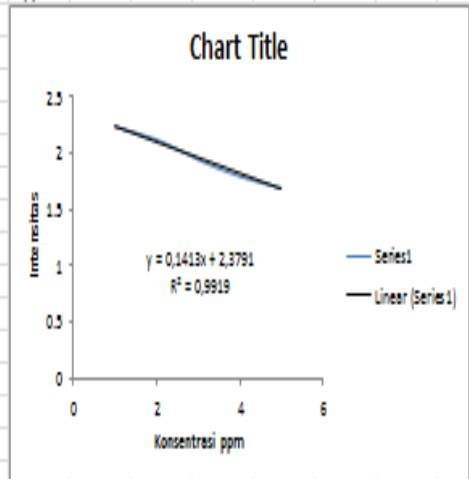


URVA KALIBRASI NPP PADA PANJANG GELOMBANG OPTIMUM 420 (ppr)

| ppm | |
|-------|-------|
| 0 ppm | 2.233 |
| 1 ppm | 2.208 |
| 2 ppm | 2.197 |
| 3 ppm | 1.971 |
| 4 ppm | 1.691 |

URVA KALIBRASI

| ppb | |
|--------|--|
| 0 ppb | |
| 1 ppb | |
| 4 ppb | |
| 8 ppb | |
| 12 ppb | |



Lampiran 4. Nilai LOD dan LOQ secara Spektrofotometri Uv-VIS dan Citra Digital

data hendry nordan - Microsoft Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Nitro Pro 9

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells

L20 2,3791

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|---------------|----------|----------|---------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|---|-----------------|
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | KONSENTRASI | RED | GREEN | BLUE | IR | IG | IB | I tot | Konsentrasi | | KONSENTRASI |
| 3 | 1 | 185,1735 | 142,4255 | 38,2762 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 |
| 4 | 2 | 185,7498 | 143,6271 | 39,7351 | 1,34951949 | 3,648638879 | 16,24549515 | 21,24365352 | 2,629198998 | | 2 |
| 5 | 3 | 185,8735 | 143,5835 | 39,3712 | 1,638641455 | 3,516782746 | 12,24983673 | 17,40526093 | 2,230867982 | | 3 |
| 6 | 4 | 185,8535 | 143,7472 | 40,1471 | 1,591908828 | 4,011641209 | 20,72536458 | 26,32891462 | 3,075801474 | | 4 |
| 7 | 5 | 185,9416 | 143,9493 | 40,1006 | 1,797728348 | 4,621804553 | 20,22205556 | 26,64158846 | 3,025626115 | | 5 |
| 8 | 6 | 185,6435 | 143,5382 | 40,9146 | 1,100912395 | 3,379743015 | 28,94949449 | 33,4301499 | 3,895672863 | | 6 |
| 9 | 7 | 185,9183 | 143,0681 | 38,9683 | 1,743304295 | 1,955056823 | 7,782644839 | 11,48100596 | 1,785529343 | | 7 |
| 10 | 8 | 186,0277 | 143,7749 | 39,6611 | 1,998781261 | 4,095321436 | 15,43594 | 21,5300427 | 2,54849367 | | 8 |
| 11 | 9 | 185,6958 | 143,6943 | 39,5572 | 1,223245806 | 3,851788312 | 14,29672791 | 19,37176203 | 2,434924525 | | 9 |
| 12 | 10 | 185,8842 | 143,5383 | 38,9388 | 1,663641346 | 3,380045579 | 7,453748298 | 12,49743522 | 1,752741332 | | 10 |
| 13 | CITRA DIGITAL | | | | | | | | | | S |
| 14 | | | | | | rata-rata | 14,33613076 | 18,99298133 | 2,33788563 | | rata-rata |
| 15 | | | | | | standar deviasi | 7,707569386 | 8,91218668 | 0,985266305 | | standar deviasi |
| 16 | | | | | | lod | 2,305124928 | 2,665393285 | 0,294666426 | | lod |

Lampiran 5. Data rata-rata konsentrasi merkuri dengan 3 kali pengulangan secara citra digital

| sampel | R | G | B | IR | IG | IB |
|-------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| blanko | 130.650867 | 77.52163333 | 12.86486667 | 0 | 0 | |
| kerang sungai | 131.109767 | 78.5506 | 13.26773333 | 1.522749539 | 5.726592241 | 13. |
| Air kolam | 145.7376 | 145.0596667 | 133.3500333 | 47.45931836 | 272.1237607 | 101 |
| sedimen | 144.970367 | 144.9639333 | 144.6285667 | 45.1669424 | 271.8370498 | 105 |
| tumbuhan | 138.176667 | 126.9711333 | 41.5023 | 24.32241674 | 214.2820816 | 508 |
| Kerang kolam | 148.970567 | 148.9621 | 143.2172 | 56.98817483 | 283.6528717 | 104 |
| air sungai | 144.227167 | 122.0234667 | 82.86643333 | 42.93477696 | 197.0204446 | 808 |
| udang | 136.106633 | 116.2095667 | 84.74603333 | 17.76699668 | 175.8189673 | 818 |
| ikan kolam | 147.4628 | 148.5523333 | 136.9063 | 52.57018101 | 282.4565633 | 102 |
| ikan sungai | 142.2546 | 123.3228333 | 83.23813333 | 36.95402386 | 201.6205796 | 810 |
| Hasil RATA-RATA 3kali (Pengulangan) | | | | | | |

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Lokasi Penambangan Emas



gelondongan penambang emas



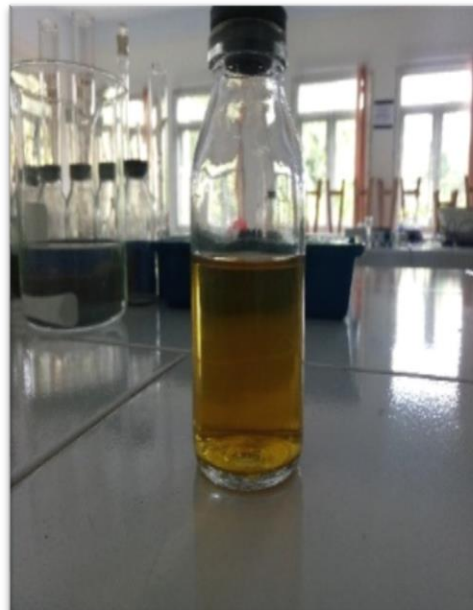
lokasi ekstraksi emas



Sterilisasi Alat Gelas



Pembuatan Nanopartikel Perak



Nanopartikel Perak



Spektrofotometri Visible



Preparasi Sampel



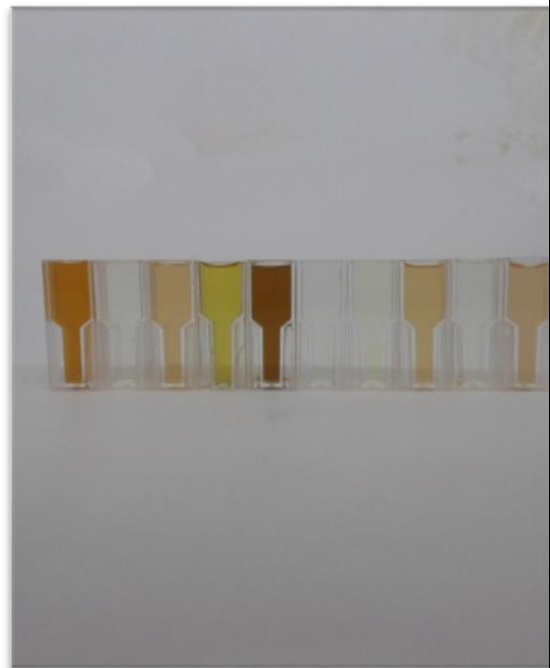
penumbukan Sampel



Sampel Tumbuhan dan Sedimen

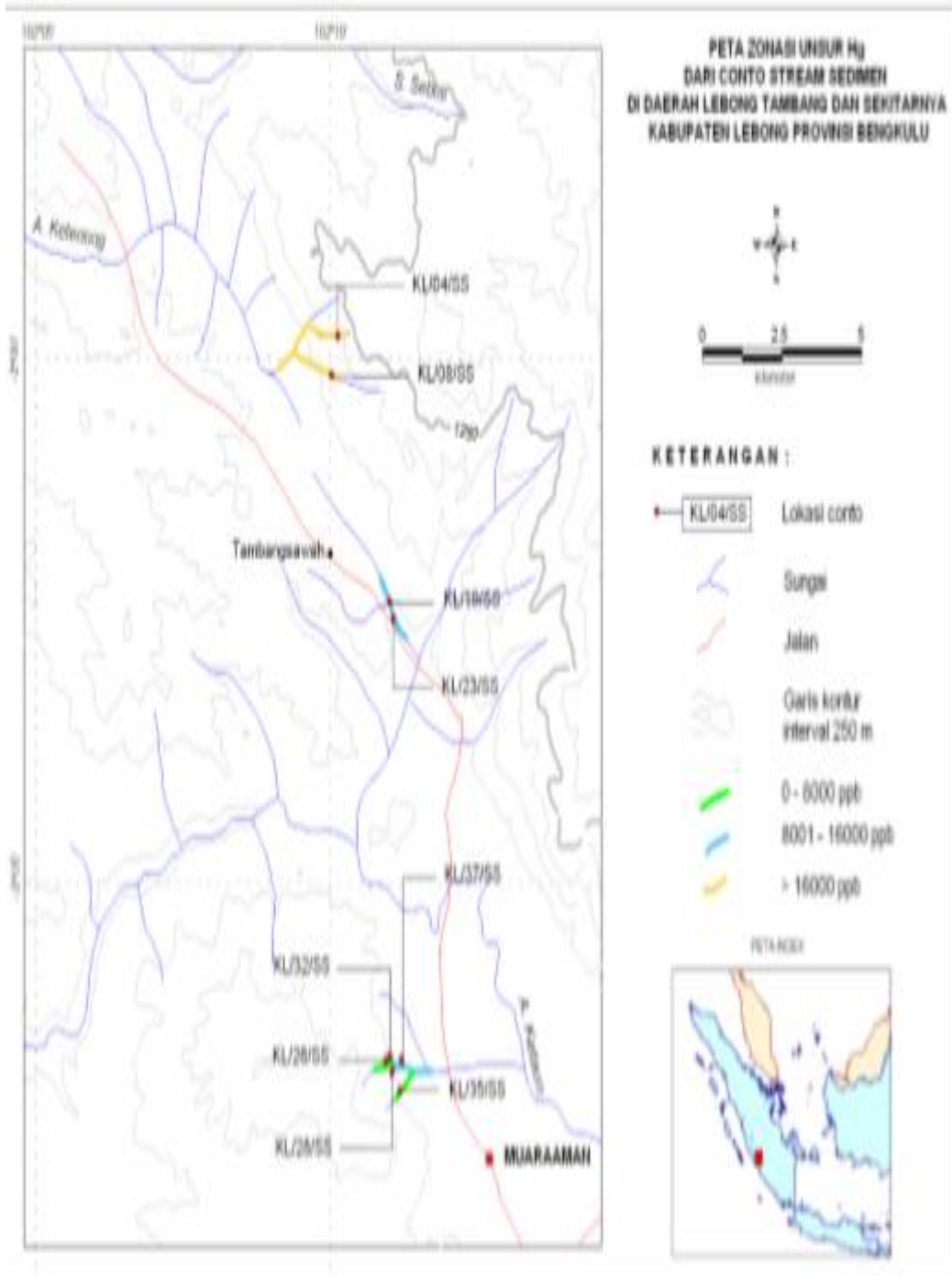


Hasil Destruksi



Sampel + Nanopartikel Perak

Lampiran 6. Peta Lokasi



RIWAYAT HIDUP

A. IDENTITAS DIRI

1. Nama Lengkap : Hendry Nordan
2. Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 21 Januari 1997
3. Jenis Kelamin : Laki-laki
4. Agama : Islam
5. Kewarganegaraan : Indonesia
6. Alamat : Jl. 2 jalur Pos Giro Pematang
Gubernur, kec. Muara Bangkahulu,
Kab. Bengkulu
7. Nomor Telepon : 089631262398
8. E-mail : Hendry_nordan@yahoo.com
9. Status : Belum Menikah

B. PENDIDIKAN

| No | Jenjang Pendidikan | Nama Institusi | Jurusan | Tahun Masuk-Lulus |
|----|--------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| 1 | TK | TK Islam Cut Nyak Dien Tangerang | - | 2002-2003 |
| 2 | SD | SD N 12 Bengkulu Selatan | - | 2003-2009 |
| 3 | SMP | SMP N 9 Bengkulu Selatan | - | 2009-2012 |
| 4 | SMA | SMA N 5 Bengkulu Selatan | IPA | 2012-2015 |
| 5 | Perguruan Tinggi | Universitas Bengkulu | Pendidikan Kimia | 2015-2019 |

C. PENGALAMAN ORGANISASI

| No | Tahun | Nama Organisasi | Kedudukan Dalam Organisasi |
|----|-----------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | 2016-2017 | HIMAMIA FKIP UNIB | Anggota Kesekretariatan |
| 2 | 2016-2017 | IMBM UNIB | Anggota Komunikasi dan Informasi |
| 3 | 2017-2018 | HIMAMIA FKIP UNIB | Anggota Departemen |

| | | | |
|----|-----------|--------------------------------------|--|
| | | | Pendidikan dan Penalaran |
| 4 | 2017-2018 | IMBM UNIB | Koordinator Komunikasi dan Informasi |
| 5 | 2017-2018 | Dewan Perwakilan Mahasiswa FKIP UNIB | Ketua Umum DPM |
| 6 | 2017-2018 | Asosiasi Nasyid Nusantara | Anggota Munsyid |
| 7 | 2017-2018 | Ikatan Pemuda Bengkulu Selatan | Anggota Sosial Masyarakat |
| 8 | 2018-2019 | HIMAMIA FKIP UNIB | Dewan Pertimbangan Lembaga Kemahasiswaan |
| 9 | 2018-2019 | Dewan Perwakilan Mahasiswa FKIP UNIB | Ketua Umum DPM |
| 10 | 2018-2019 | IMBM UNIB | Dewan Pertimbangan Organisasi |
| 11 | 2018-2019 | HIMA IPA FKIP UNIB | Dewan Pertimbangan Lembaga Kemahasiswaan |

D. PRESTASI DAN PENGHARGAAN

| No | Jenis Prestasi | Institusi Pemberi Penghargaan | Tahun |
|----|---|--------------------------------|-------|
| 1 | Asisten Praktikum Kimia Dasar Prodi Biologi | Program Studi Pendidikan Kimia | 2016 |
| 2 | Penerima PKM Penelitian DIKTI | KEMENRISTEK DIKTI | 2017 |
| 3 | Asisten Praktikum Kimia Fisika 2 | Program Studi Pendidikan Kimia | 2017 |
| 4 | Training On Sumatran Turtle Conservation For Teachers and Undergraduate | University Of Bengkulu | 2017 |

| | Students | | |
|----|---|---|------|
| 5 | Asisten Praktikum Kimia Fisika 1 | Program Studi Pendidikan Kimia | 2018 |
| 6 | Participant Of Online Song Cover Video Contest | Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris | 2018 |
| 7 | Penerima PKM Penelitian DIKTI | KEMENRISTEK DIKTI | 2018 |
| 8 | Juara 2 Lomba Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasiona | UKM P3M KBM UNIB | 2018 |
| 9 | Finalis 10 Besar Lomba Karya Tulis Ilmiah Sesumatra | Program Studi Pendidikan Fisika | 2018 |
| 10 | Asisten Praktikum Kimia Dasar Prodi Kimia | Program Studi Pendidikan Kimia | 2018 |
| 11 | Asisten Praktikum Kimia Fisika 1 | Program Studi Pendidikan Kimia | 2019 |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan saya sanggup menerima resiko.

Demikianlah biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk melengkapi naskah skripsi.

Bengkulu, Juli 2019
Yang Megetahui

Hendry Nordan
NPM. A1F015017