

**OPTIMASI ANALISIS ANION CN^- DAN SCN^- MENGGUNAKAN
METODA KROMATOGRAFI PENUKAR ION**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana (S1)*



OLEH:

AHMAD HILAL

16036095 / 2016

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2018

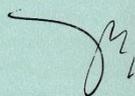
PERSETUJUAN SKRIPSI

**OPTIMASI ANALISIS ANION CN^- DAN SCN^- MENGGUNAKAN
METODA KROMATOGRAFI PENUKAR ION**

Nama : Ahmad Hilal
NIM : 16036095
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2018

Pembimbing I



Budhi Oktavia, M.Si. Ph. D
NIP.19721024 199803 1 001

Pembimbing II



Harry Sanjaya, S.Si, M.Si
NIP. 19830428 200912 1 007

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

**Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia
Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang**

**Judul : Optimasi Analisis Anion CN^- dan SCN^- Menggunakan
Metoda Kromatografi Penukar Ion**

Nama : Ahmad Hilal

NIM : 16036095

Program Studi: Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

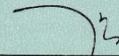
Padang, Agustus 2018

Tim Penguji

Nama

TandaTangan

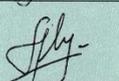
1. Ketua : Budhi Oktavia, M.Si, Ph. D



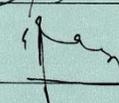
2. Sekretaris : Harry Sanjaya, S.Si, M.Si



3. Anggota : Dra. Sri Benti Etika, M.Si



4. Anggota : Edi Nasra, S.Si, M.Si



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

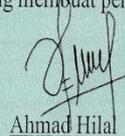
Nama : Ahmad Hilal
TM/NIM : 2016/16036095
Tempat/Tanggal Lahir : Panyabungan / 15 September 1993
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : MIPA
Alamat : Jl. Willem Iskandar No. 140 Panyabungan Mandailing
Natal Sumatera Utara
No.HP/Telepon : 082160023173
Judul Skripsi : Optimasi Analisis Anion CN⁻ dan SCN⁻ Menggunakan
Metoda Kromatografi Penukar Ion

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/ skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/ skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/ skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/ skripsi ini sah apabila telah ditandatangan **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/ skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi..

Padang, Agustus 2018
Yang membuat pernyataan,



Ahmad Hilal

NIM : 16036095

ABSTRAK

Ahmad Hilal : Optimasi Analisis Anion CN^- dan SCN^- Menggunakan Metoda Kromatografi Penukar Ion

Kromatografi penukar ion merupakan teknik pemisahan campuran ion-ion atau molekul yang dapat diionkan. Ion-ion bersaing dengan ion-ion fasa gerak untuk memperebutkan tempat berikatan pada fasa diam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimum pada penentuan anion sianida (CN^-) dan tiosianat (SCN^-) dengan kromatografi penukar ion dan menentukan kandungan anion CN^- dan SCN^- dalam air limbah penambangan emas pada tiga titik lokasi, titik pertama sampel di ambil pada bak penampungan limbah penambangan emas, titik kedua air limbah yang telah dialirkan sebelum dialirkan ke sungai dan titik ketiga yaitu air limbah yang telah bercampur dengan air sungai. Mekanisme pemisahan pada kromatografi penukar ion ini terjadi berdasarkan atas keseimbangan pertukaran ion. Fasa diam berupa padatan resin sedangkan fasa geraknya berupa cairan. Penelitian ini tentang optimasi analisis anion CN^- dan SCN^- yang dilakukan dengan memvariasikan fasa gerak, konsentrasi fasa gerak dan konsentrasi anion, serta pengukurannya dilakukan dengan kromatografi penukar ion. Kedua anion dipilih karena anion banyak terdapat pada bahan pencemar sungai seperti penambangan emas, industri pupuk dan lain-lain sehingga dapat menyebabkan pencemaran air pada kadar tinggi. Metoda ini selanjutnya diaplikasikan pada pengukuran anion di tiga titik air limbah penambangan emas di kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa natrium klorida 15 mM merupakan fasa gerak yang memberikan kromatogram terbaik dibandingkan variasi fasa gerak lainnya. Persamaan regresi untuk CN^- adalah $Y = 192,3x + 15548$ dengan $R^2 = 0,996$ dan SCN^- adalah $Y = 29,04x + 15653$ dengan $R^2 = 0,905$. Kadar anion CN^- yang didapatkan adalah pada sampel titik1 = 550,8 ppm, sampel titik 2 = 947,8 ppm dan sampel titik 3 = 109,7 sedangkan pada kadar anion SCN^- pada titik 1 = 16,3.

Kata Kunci : Kromatografi Penukar Ion, Sianida (CN^-), Tiosianat (SCN^-)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Analisis Anion CN⁻ dan SCN⁻ Menggunakan Metoda Kromatografi Penukar Ion**”. Shalawat dan salam untuk nabi besar, Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka untuk memperoleh Sarjana S-1 pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Budhi Oktavia, Ph.D selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian ini.
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si selaku pembimbing II sekaligus Ketua prodi Kimia S-1 Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si, dan bapak Edi Nasra S.Si M.Si sebagai dosen penguji skripsi.

5. Teman-teman kimia tahun 2014 dan 2016 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian.

Untuk kesempurnaan skripsi ini maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Anion Sianida	6
2.1.1 Ketoksikan Sianida	8
2.1.2 Analisis Sianida	9
2.2. Anion Tiosianat	11
2.3. Limbah Penambangan Emas	12
2.4. Kromatografi Penukar Ion	14
2.4.1 Prinsip Kerja Kromatografi Penukar Ion	15
2.4.2 Fasa gerak Kromatografi Penukar Ion	16

2.4.3	Komponen Kromatografi Penukar Ion	17
2.4.4	Keuntungan Kromatografi Penukar Ion	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2	Jenis Penelitian	21
3.3	Objek Penelitian	21
3.4	Alat dan Bahan	21
3.4.1	Alat	21
3.4.2	Bahan	22
3.5	Prosedur Penelitian Secara Umum	22
3.5.1	Persiapan Sampel	22
3.5.2	Pembuatan Larutan Fasa Gerak	23
3.5.3	Pembuatan Variasi Konsentrasi Larutan Fasa Gerak	24
3.5.4	Penentuan Anion CN^- dan SCN^-	25
3.6	Teknik Pengambilan Sampel.....	26
3.7	Teknik Analisis Data	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Penentuan Kondisi Optimum Menggunakan Instrumen Kromatograf Penukar Ion	27
4.1.1	Variasi Fasa Gerak	27
4.2	Penentuan Kurva Regresi Linear	51
4.3	Analisis Sampel Simulasi Menggunakan Kromatografi Penukar Ion	55
4.4	Analisis Sampel Air Limbah Penambangan Emas Menggunakan Kromatografi Penukar Ion.....	56

BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Simpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Komponen Kromatografi Penukar Ion.....	17
2. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium karbonat 2 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	29
3. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium karbonat 5 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	29
4. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium karbonat 10 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	31
5. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium karbonat 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	32
6. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium karbonat 20 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	33
7. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium benzoat 2 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	35
8. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium benzoat 4 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	36
9. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium benzoat 5 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	38
10. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium benzoat 10 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	39
11. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium benzoat 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	40
12. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium benzoat 20 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	42
13. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium klorida 2 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	43

14. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium klorida 5 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	45
15. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium klorida 10 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	46
16. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium klorida 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	47
17. Kromatogram anion dengan konsentrasi 100 ppm, eluen natrium klorida 20 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	49
18. Kromatogram Simulasi CN^- dan SCN^- 100 ppm dengan eluen natrium klorida 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L	50
19. Kromatogram H_2O dengan eluen natrium klorida 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	51
20. Kromatogram campuran anion CN^- dan SCN^- dengan eluen natrium Klorida 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L	53
21. Kurva anion CN^- dengan eluen Natrium klorida 4 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	54
22. Kurva anion SCN^- dengan eluen Natrium Klorida 4 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	54
23. Kromatogram anion simulasi CN^- , SCN^- , SO_4^- , SO_3^- , NO_2^- dan NO_3^- dengan konsentrasi 50 ppm dengan eluen Natrium Benzoat 4 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L.....	55
24. Kromatogram sampel titik 1 air limbah penambangan emas dengan eluen Natrium klorida 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L	56
25. Kromatogram sampel titik 2 air limbah penambangan emas dengan eluen Natrium klorida 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L	57
26. Kromatogram sampel titik 3 air limbah penambangan emas dengan eluen Natrium klorida 15 mM, laju alir 1 mL/menit, injeksi 10 μ L	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Kuantitatif Kromatogram Penentuan Kurva Regresi Linear	75
2. Hasil Kuantitatif Sampel	58
3. Kadar Sampel Air Limbah Penambangan Emas	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Desain Penelitian	64
2. Pembuatan Larutan Induk 500 ppm	65
3. Pembuatan Larutan Standar	65
4. Pembuatan Larutan Kerja Standar	66
5. Pembuatan Larutan Eluen Natrium Karbonat 1M	67
6. Pembuatan Variasi Konsentrasi Fasa Gerak Natrium Karbonat 20 mM, 15 M, 10 mm, 5 mM, 2 mM.....	67
7. Pembuatan Larutan Eluen Natrium Hidroksida 1 M.....	67
8. Pembuatan Variasi Konsentrasi Fasa Gerak Natrium Hidroksida 20 mM, 15 mM, 20 mM, 10 mM, 5 mM, dan 2 mM.....	68
9. Pembuatan Larutan Eluen Natrium Bikarbonat 1 M.....	68
10. Pembuatan Variasi Konsentrasi Fasa Gerak Natrium Bikarbonat 20 mM, 15 mM, 10 mM, 5 mM, dan 2 mM	68
11. Perhitungan Pembuatan Larutan Induk CN^- dan SCN^- 500 ppm.....	69
12. Perhitungan Larutan Baku CN^- dan SCN^- 100 ppm.....	69
13. Perhitungan Larutan Kerja Standar Anion	70
14. Perhitungan Pembuatan Larutan Fasa Gerak	71
15. Perhitungan Larutan Kerja Eluen.....	72
16. Penentuan Kondisi Optimum Eluen untuk Analisis Anion CN^- dan SCN^- Pada Variasi gerak dan Konsentrasi Fasa Gerak	73
17. Penentuan Kurva Regresi Linear dari Larutan Standar CN^- dan SCN^-	74
18. Penentuan Kadar CN^- dan SCN^- pada Sampel Simulasi Secara	

Kromatografi Penukar Ion.....	74
19. Penentuan Kadar CN- dan SCN- pada Sampel Air Limbah Penambangan Emas Secara Kromatografi Penukar Ion	74
20. Hasil Kuantitatif Kromatogram.....	75
21. Perhitungan Kadar Sampel Air Limbah Penambangan Emas.....	76
22. Batas Deteksi Minimum atau LOD (<i>limit Of Detection</i>)	76
23. Batas Deteksi Kuantitatif atau LOQ (<i>Limit Of Quantitative</i>)	77
25. Komponen Alat Kromatografi Penukar Io	79
26. Lokasi Pengambilan Sampel.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penambangan emas di Sumatera Utara khususnya di Kabupaten Mandailing Natal semakin banyak diminati oleh masyarakatnya. Mereka pada umumnya menyewa lahan milik warga dan membangun penambangan emas sendiri tanpa ada ijin dari pemerintah. Lokasi penambangan emas ini umumnya ditengah lahan yang biasanya digunakan untuk bercocok tanam dan menggembalakan ternak.

Disamping itu berkembang pula usaha pengolahan emas secara tradisional dengan menggunakan tong. Dalam proses tong bahan yang digunakan adalah potassium sianida, karbon aktif, dan kapur. Limbah yang dihasilkan dalam proses pengolahan ditampung dalam bak penampung yang ukurannya lebih besar dari bak penampung usaha silinder. Selanjutnya limbah cair dialirkan langsung ke selokan, parit, kolam atau sungai. Akibatnya terjadi pencemaran areal persawahan, penggembalaan ternak, pakan dan air minum serta penduduk lokal sekitar tempat pemrosesan karena kerusakan lingkungan oleh limbah bahan berbahaya tersebut (Krisnayanti, *et. al.*, 2012).

Pembuangan limbah berbahaya menjadi persoalan besar, bila air yang dikonsumsi oleh manusia, hewan, dan organisme tercemar limbah yang mengandung senyawa berbahaya. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup (Jun Cheng, *et. al.*, 2005). Salah satu pencemar yang sangat berbahaya adalah Sianida dan Tiosianat. Sianida dan Tiosianat

berdampak negatif terhadap makhluk hidup, yaitu mengganggu fungsi hati, pernapasan, dan menyebabkan kerusakan tulang (Moore, 1991).

Sianida dan tiosianat merupakan salah satu limbah industri penambangan emas yang dapat mencemari lingkungan. Industri penambangan emas dan tepung tapioka merupakan industri yang banyak menghasilkan limbah sianida di lingkungan. Sianida merupakan zat yang sangat beracun dan berbahaya jika masuk ke dalam tubuh manusia akan menyebabkan kelumpuhan bahkan kematian (Adiwiastara, 1992).

Sianida dan Tiosianat yang terdapat di perairan terutama berasal dari limbah industri, misalnya industri pelapisan logam, pertambangan emas, pertambangan perak, industri pupuk, dan industri besi baja. Kadar sianida yang digunakan dalam penambangan emas dapat mencapai 250 mg/liter. Sianida bersifat mudah mengurai dan mudah berikatan dengan ion logam, misalnya tembaga dan besi. Sianida dapat menghambat pertukaran oksigen pada makhluk hidup. Sianida juga bersifat toksik bagi ikan, kadar sianida 0.2 mg/liter sudah mengakibatkan toksisitas akut bagi ikan. Kadar sianida perairan yang dibolehkan adalah sekitar 0.005 mg/liter. Menurut WHO, kadar maksimum sianida yang diperkenankan pada air minum adalah 0.1 mg/liter (Moore, 1991).

Beberapa metoda-metoda umum yang dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi kadar sianida dan tiosianat dalam air limbah industri yaitu dengan metoda volumetri, metoda kolorimetri, metoda titrasi, metoda deteksi amperometri dan metoda spektrofotometri (Vogel, A. I., 2001). Terri, (2007) telah menentukan *secara langsung sianida bebas dalam air minum menggunakan kromatografi ion dengan*

deteksi amperometri diperoleh kadar sianida dalam air minum sebesar 1.0 µg/liter. Erika Juliastiana (2009) *Pengembangan dan validasi metode pengujian kadar sianida dalam limbah cair secara spektroskopi UV-Vis*, diperoleh suatu linearitas yang baik dengan koefisien korelasi sebesar 0.9968 pada konsentrasi 34,60-76,90 ppb.

Pada metoda secara amperometri dan spektroskopi UV-Vis yang digunakan untuk menganalisis kadar anion di atas hanya dapat digunakan untuk menganalisis 1 jenis anion dalam satu kali pengukuran. Sementara itu pada penelitian Dyna Putri Mayaserli, (2011) *Pemisahan Anion Menggunakan Fasa Diam Hilic Imidazol Pada Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography Dengan Penambahan Garam Ammonium Asetat HILIC* Imidazol dapat memisahkan 6 anion SCN^- , BrO_3^- , NO_3^- , NO_2^- , Br^- dan I^- , dengan menggunakan fasa gerak Asetonitril. Penambahan garam Ammonium Asetat pada fasa gerak dapat meningkatkan kesensitifan dan selektivitas dari anion. Sehingga puncak yang dihasilkan lebih tajam dan lebih besar.

Pemisahan 6 anion diatas dapat dilakukan sekaligus dengan menggunakan metoda kromatografi. Hal inilah yang menjadi suatu keunggulan dari metoda kromatografi penukar ion dibandingkan dengan metoda-metoda yang lain. Selain itu, metoda ini juga memiliki beberapa keunggulan seperti kepekaan, kecepatan, stabilitas kolom pemisah, dan selektivitas. Namun, pada penelitian tersebut peneliti menggunakan variasi fasa gerak dan konsentrasi yang digunakan terlalu banyak dan juga ditambah dengan penambahan garam. Pada fasa gerak asetonitril ditambah dengan garam ammonium asetat karena tanpa penambahan garam ammonium asetat, fasa diam *HILIC* Imidazol tidak dapat memisahkan anion, sebagai kondisi optimum yang digunakan dalam pengoperasiannya sehingga dana yang dibutuhkan lebih besar.

Sehubungan dengan bahaya yang timbul dengan terjadinya pencemaran lingkungan, dilakukan optimasi analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap anion yang banyak terdapat di limbah penambangan emas yaitu CN^- dan SCN^- menggunakan metoda kromatografi penukar ion.

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Anion yang akan di analisis adalah adalah sianida dan tiosianat
2. Pada penelitian ini fasa gerak yang digunakan adalah natrium karbonat, natrium benzoat dan natrium klorida dengan konsentrasi 2 mM, 5 mM, 10 mM, 15 mM, dan 20 mM
3. Sampel yang digunakan untuk analisis anion sianida dan tiosianat adalah air limbah penambangan emas yang terletak di Kabupaten Mandailing Natal provinsi Sumatera Utara.
4. Analisis Anion sianida dan tiosianat dilakukan dengan alat instrument kromatografi penukar ion.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah kondisi optimum untuk anion CN^- dan SCN^- dengan menggunakan metoda kromatografi penukar ion?
2. Berapakah kandungan ion sianida dan tiosianat dalam air limbah penambangan emas di Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin di cari dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan kondisi optimum pada anion CN^- dan SCN^- dengan menggunakan metoda kromatografi penukar ion.
2. Menentukan kandungan ion CN^- dan SCN^- dalam air limbah penambangan emas di Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan kondisi optimum pada CN^- dan SCN^- dengan menggunakan metoda kromatografi penukar ion.
2. Menambah wawasan, pengetahuan, dan informasi pembaca tentang kondisi optimum pada analisis kualitatif dan kuantitatif anion CN^- dan SCN^- dengan menggunakan metoda kromatografi penukar ion.

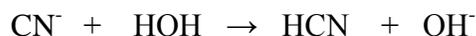
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anion Sianida

Sianida merupakan kelompok senyawa yang mengandung gugus siano (-C=N) yang terdapat di alam dalam bentuk-bentuk berbeda (Kjeldsen 1999). Sianida di alam dapat diklasifikasikan sebagai sianida bebas, sianida sederhana, kompleks sianida dan senyawa turunan sianida (Smith, 1991).

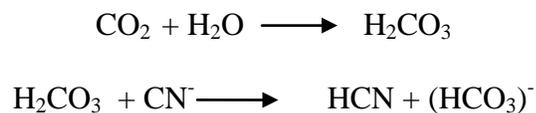
Sianida bebas adalah penentu ketoksikan senyawa sianida yang dapat didefinisikan sebagai bentuk molekul (HCN) dan ion (CN⁻) dari sianida yang dibebaskan melalui proses pelarutan dan disosiasi senyawa sianida. Kedua spesies ini berada dalam kesetimbangan satu sama lain yang bergantung pada pH sehingga konsentrasi HCN dan CN⁻ dipengaruhi oleh pH. Pada pH dibawah 7 sianida berbentuk HCN sedangkan pada pH diatas 10,5 sianida berbentuk CN⁻ (Kyle, 1988). Reaksi antara ion sianida dan air ditunjukkan oleh dalam reaksi di bawah ini :



Sianida sederhana didefinisikan sebagai garam-garam anorganik sebagai hasil persenyawaan sianida dengan natrium, kalium, kalsium, dan magnesium (Kjeldsen 1999, Kyle 1988). Sianida sederhana dapat juga didefinisikan sebagai garam dari HCN yang terlarut dalam larutan menghasilkan kation alkali bebas dan anion sianida. Bentuk sianida sederhana biasanya digunakan dalam *leaching* emas. Sianida sederhana dapat larut dalam air dan terionisasi secara cepat dan sempurna menghasilkan sianida bebas dan ion logam.

Kompleks sianida termasuk kompleks dengan logam kadmium, tembaga, nikel, perak, dan seng. Kompleks sianida ketika terlarut menghasilkan HCN dalam jumlah yang sedikit atau bahkan tidak sama sekali tergantung pada stabilitas kompleks tersebut. Kestabilan kompleks sianida bervariasi dan bergantung pada logam pusat. Kompleks lemah seperti kompleks sianida dengan seng dan kadmium mudah terurai menjadi sianida bebas. Kompleks sedang lebih sulit terurai dibanding kompleks lemah dan meliputi kompleks sianida dengan tembaga, nikel, dan perak. Sedangkan kompleks kuat seperti kompleks sianida dengan emas, besi, dan kobalt cenderung sukar terurai menghasilkan sianida bebas (Pitoy, 2015). Golongan senyawa turunan sianida adalah SCN^- (tiosianat), CNO^- , dan NH_3 (amonia) yang biasanya dihasilkan dari sianidasi, degradasi alami dan pengolahan limbah industri yang mengandung sianida (Smith, 1991).

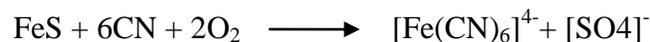
Senyawa asam sianida stabil pada $\text{pH} < 7$ karena, senyawa NaCN mudah berubah bentuk menjadi asam sianida yang sangat beracun pada suasana asam. Agar senyawa sianida tetap sebagai NaCN dapat terjadi karena adanya absorpsi CO_2 dari udara, menurut reaksi berikut :



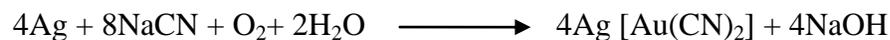
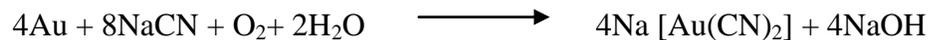
Oksigen dan sianida sangat diperlukan pada proses sianidasi bijih emas, karena kecepatan reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi kedua senyawa ini. Penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pelindian Au akan meningkat dengan naiknya konsentrasi sianida. Pada konsentrasi sianida rendah, kecepatan pelindian hanya tergantung pada konsentrasi sianida (konsentrasi oksigen tidak mempengaruhi), tetapi

pada konsentrasi tinggi, kecepatan pelindian hanya tergantung pada konsentrasi oksigen (Debi dkk, 2015).

Di dalam bijih emas biasanya terdapat berbagai mineral sulfida seperti pirit, galena, arsenopirit, kalkopirit, kovelit, kalkosit. Mineral-mineral logam ini umumnya akan ikut terlarut ke dalam larutan sianida, sedang mineral pengotor kuarsa tidak larut ke dalam larutan sianida.



Berikut adalah reaksi pelarutan Au dan Ag dengan sianida :



2.1.1 Ketoksikan Sianida

Tingkat ketoksikan sianida ditentukan jenis, konsentrasi dan pengaruhnya terhadap organisme hidup. Ketoksikan sianida umumnya berhubungan dengan pembentukan kompleks dengan logam yang berperan sebagai kofaktor enzim. Sebagai contoh, sianida berikatan dengan enzim yang mengandung logam yang berperan dalam respirasi sehingga proses respirasi terganggu (Bishop, 2000).

Sianida dalam bentuk hidrogen sianida (HCN) dapat menyebabkan kematian yang sangat cepat jika dihirup dalam konsentrasi tertentu. ATSDR (2006) mencatat bahwa konsentrasi HCN yang fatal bagi manusia jika dihirup selama 10 menit adalah 546 ppm. Beberapa gangguan pada sistem pernapasan, jantung, sistem pencernaan

dan sistem peredaran darah berhubungan dengan paparan terhadap sianida pada manusia dalam konsentrasi tertentu (ATSDR, 2006).

Selain itu, sistem saraf juga menjadi sasaran utama sianida. HCN dalam konsentrasi tinggi dapat menstimulasi sistem saraf pusat yang kemudian diikuti oleh depresi, kejang-kejang, lumpuh dan kematian. HCN dapat terserap cepat ke dalam tubuh dan terbawa hingga ke dalam plasma. Garam sianida dan larutan sianida memiliki tingkat ketoksikan yang lebih rendah dibandingkan dengan HCN karena masuk ke tubuh hanya melalui mulut (Armour, *et. al.*, 1987).

2.1.2 Analisis Sianida

Ada berbagai metode yang dikenal dalam analisis sianida yang spesifik menganalisis kelompok sianida tertentu. USEPA (*United States of Environmental Protection Agency*) dan ASTM (*American Standard and Testing Materials*) telah menetapkan metode-metode standar dalam analisis sianida. Smith dan Mudder merangkum metode-metode tersebut sebagai berikut :

- a. Metode pengukuran CN total dengan destilasi.

Sampel mengandung sianida ditambahkan asam kuat ($\text{pH} < 2$) dan didestilasi reflux selama 1 jam sehingga sianida lepas sebagai HCN yang ditampung pada larutan NaOH. Sianida yang tertampung kemudian diukur dengan titrimetri, kolorimetri atau elektroda ion selektif.

- b. Metode penentuan CN *free* dengan perak nitrat

Metode ini melibatkan titrasi sampel dengan larutan perak nitrat standard dengan menggunakan indikator dimetilaminobenzalrodamine.

- c. Metode pengukuran *Amenable* CN

Metode ini umum digunakan disaat metode analisis CN *WAD* belum dikenal. Metode ini melibatkan pengukuran CN *total* sebelum dan sesudah klorinasi.

d. Metode pengukuran CN *WAD* dengan destilasi

Metode ini melibatkan destilasi refluks selama satu jam untuk menguapkan sianida dari sampel yang telah diatur pH-nya menjadi pH 3 dengan larutan penyangga. Hasil HCN yang teruapkan diukur dengan titrimetri, kolorimetri atau dengan elektroda ion spesifik.

e. Metode penentuan CN *WAD* dengan asam pikrat

Metode ini melibatkan pembentukan senyawa berwarna dengan asam pikrat dengan kehadiran nikel yang diikuti dengan pemanasan menggunakan *water bath* selama 20 menit sebelum kemudian diukur dengan spektrofotometer *vis*.

f. Metode penentuan CN *free* dengan elektroda ion selektif

Metode ini melibatkan pengukuran langsung sampel menggunakan voltameter yang kemudian dibandingkan dengan elektroda referensi.

g. Metode ion kromatografi.

h. Metode penentuan sianida reaktif dengan USEPA *test*

Metode ini melibatkan penempatan sampel dalam massa yang sedikit kedalam asam sulfat dan melewatkan nitrogen secara terus-menerus kedalam sampel selama 30 menit. HCN kemudian dikumpulkan dari gas nitrogen di dalam wadah berisi NaOH dan kemudian diukur.

2.2 Anion Tiosianat

Ion tiosianat merupakan anion dengan rumus kimia (SCN^-). Tiosianat adalah basa konjugat dari asam tiosianat. Derivatif umum yang sering ditemukan termasuk garam kalium tiosianat (KSCN) dan natrium tiosianat (NaSCN), pada penggunaannya natrium tiosianat banyak digunakan sebagai bahan aktif pestisida golongan karbamat, dan disamping itu juga digunakan untuk industri baja, farmasi, elektroplating dan lainnya (Irving Sochol, *et. al.*, 1976).

Tiosianat (SCN^-) juga merupakan turunan asam sianida (HCN) yang mempunyai sifat *goitrogenik*, dalam tubuh bekerja menghambat pengambilan iodium oleh kelenjar tiroid yang berguna untuk pembentukan hormon tiroid. Gangguan pembentukan hormon tiroid menyebabkan terjadinya pembesaran kelenjar tiroid yang sering disebut dengan gondok (Moran, R. E., 1999). Pada tingkat yang lebih berat, gangguan pembentukan hormon tiroid dapat menyebabkan pertumbuhan fisik terhambat, mengganggu sistem syaraf pusat, keterlambatan mental, bahkan dapat menjadikan seseorang buta dan tuli (Firdanisa R, 2011).

Larutan sianat sangat mudah mendidih dan menguap. Titik didih dan penguapan sianat berada di kisaran suhu 26°C , atau hanya sedikit di atas suhu kamar (25°C). Uap dari larutan sianat memiliki bau khas menyengat yang keras dan mematikan. Konsentrasi gas hidrogen sianida yang lebih dari 0.3 mg /liter udara dapat membunuh manusia dalam kisaran waktu 10-60 menit dalam hal ini konsentrasi sianida harus diperhatikan karena ketoksikannya yang sangat berbahaya (Greenwood, *et. al.*, 1997)

Sumber ion tiosianat banyak terkandung di dalam sayur-sayuran seperti singkong, daun singkong, kol, rebung dan kangkung yang sering dikonsumsi oleh kalangan masyarakat. Kadar pada ion tiosianat yang tinggi di lingkungan perairan dapat menyebabkan keracunan seperti mual, lemah, penekanan fungsi sumsum tulang belakang dan kematian (Pudjaatmaka, 2002). Pada ion sianat mempunyai suatu sifat yaitu *goitrogenik*, yaitu zat yang dapat menekan sekresi hormon tiroid dalam tubuh (Rumahorbu, 1997). Gangguan pada pembentukan hormon tiroid ini dapat menyebabkan GAKI (Gangguan Akibat Kekurangan Iodium). GAKI merupakan suatu masalah serius yang terjadi di Indonesia. Penderita akan mengalami penyakit gondok endemik, kapasitas mental terbatas akibat defisiensi iodium, dan kretin endemik (Benoist *et. al.*, 2004).

Pemeriksaan kadar tiosianat dalam tubuh manusia dapat dilakukan dengan cara mengukur kadar dalam urin, ini disebabkan karena sekresi tiosianat terbesar melalui ginjal. Tetapi selain itu ternyata kelenjar saliva juga mempunyai kemampuan mensekresi tiosianat. Konsentrasi rata-rata tiosianat darah ke dalam cairan saliva adalah 13,4 miligram per 100 mL yang berarti 100 kali lipat dari konsentrasi tiosianat dalam darah.

2.3 Limbah Penambangan Emas

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang lebih dikenal sebagai sampah, yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia Senyawa organik dan Senyawa anorganik. Berdasarkan konsentrasi

dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah.

Karakteristik limbah pada umumnya dapat dipengaruhi oleh berbagai ukuran partikel (mikro), sifatnya dinamis, penyebarannya luas dan berdampak panjang atau lama. Sedangkan pada kualitas limbah sendiri dapat dipengaruhi oleh volume limbah, kandungan bahan pencemar dan frekuensi pembuangan limbah. Berdasarkan karakteristiknya, limbah industri dapat digolongkan menjadi 4 yaitu : limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel serta limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Untuk mengatasi limbah diperlukan suatu pengolahan dan penanganan limbah (Endang Widjanjanti *et al*, 2008).

Pencemaran sianida pada proses pengolahan ataupun penambangan bijih emas menurut Soedjoko *et al.*, (1991), merupakan suatu gangguan akibat penggunaan sianida yang mungkin timbul dalam proses ekstraksi emas, meliputi antara lain tercemarnya air sungai, air tanah dan udara. Sianidasi biasanya banyak diterapkan oleh perusahaan-perusahaan yang bermodal besar, maka pada umumnya mereka sudah melengkapinya dengan unit pengendali limbah, meresirkulasikan limbah cairnya ke dalam proses pengolahan dan membuat *tailing pond/tailing dam*, dimana disini terjadi degradasi sianida secara alami. Namun demikian pencemaran masih tetap akan ada, apabila penanganannya tidak dilakukan dengan baik dan tidak dilakukan suatu pengawasan dan pemantauan secara terus menerus terhadap limbah yang akan dibuang ke sungai.

Soedjoko, *et. al.*, (1991) juga menyebutkan bahwa pemakaian garam-garam sianida pada industri pengolahan emas dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia/pekerja. Hal ini disebabkan karena ion sianida mempunyai sifat menghambat kerja beberapa sistem enzim dalam tubuh manusia. Enzim yang sangat peka terhadap sianida adalah enzim *sitokrom oksidase* dan enzim lainnya yang mengontrol oksidasi dalam jaringan sel. Jaringan sel yang terhambat oleh ion sianida tidak dapat menggunakan oksigen yang dibawa oleh darah, sebagai akibatnya pembentukan *oxyhaemoglobin* yang diperlukan untuk pembakaran terganggu. Persenyawaan sianida berupa gas sangat mudah diserap oleh paru-paru dan penyerapan melalui kulit umumnya lambat, gejala yang timbul umumnya : lemah, sakit kepala, pandangan kabur, dan kadang-kadang pingsan.

Salah satu ion renik yang berada di perairan adalah sianida (CN^-). Sianida merupakan kelompok senyawa organik dan anorganik dengan siano (CN) sebagai struktur utama. Biasanya, senyawa ini dihasilkan dalam pemrosesan logam. Sianida tersebar luas di perairan dan berada dalam bentuk ion sianida (CN^-), hidrogen sianida (HCN), dan metalosianida. Keberadaan sianida sangat dipengaruhi oleh pH, suhu, oksigen terlarut, salinitas, dan keberadaan ion lain yang dapat menyebabkan aktivitas air terganggu misalnya ikan mati karena keracunan sianida dalam perairan tersebut (Haslam, 1993).

2.4 Kromatografi Penukar Ion

Kromatografi merupakan suatu metode pemisahan fisik dimana komponen-komponen yang dipisahkan di distribusikan di antara dua fasa. Pada dasarnya analisis ini terdiri dari dua sistem yaitu fase tetap (*stationary phase*) dan fase gerak (*mobile*

phase). Fase tetap berguna untuk mengikat komponen zat, sedangkan fase gerak berguna untuk mengangkut komponen zat lain yang tidak terikat. Jenis kromatografi berdasarkan fasa gerak yang digunakan dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu kromatografi gas dan kromatografi cair. Berdasarkan alat yang digunakan, kromatografi dapat dibagi atas : kromatografi kertas, kromatografi lapis tipis, kromatografi cair kinerja tinggi, dan kromatografi penukar ion (Underwood, 2002).

Kromatografi penukar ion merupakan suatu metoda untuk penentuan ion yang digunakan beberapa tahun belakangan ini. Hal ini sangat cocok untuk penentuan anion karena biayanya rendah dan kesanggupan deteksinya tinggi. Spesies yang tertahan pada metoda kromatografi ion menghasilkan puncak yang melebar dengan resolusi yang rendah diantara dua analit dan deteksi yang sangat buruk (Lamb, *et al.*, 2006).

Kromatografi penukar ion ini khusus digunakan untuk memisahkan spesies ion. Mekanisme pemisahan pada kromatografi penukar ion ini terjadi berdasarkan atas kesetimbangan pertukaran ion. Fasa diam berupa padatan resin sedangkan fasa geraknya berupa cairan. Metode Kromatografi kebanyakan digunakan untuk pemisahan bahan organik, sedangkan kromatografi penukar ion sangat cocok untuk pemisahan ion-ion anorganik, baik kation maupun anion (Underwood, 2002).

2.4.1 Prinsip Kerja Kromatografi Penukar Ion

Pada prinsipnya penukar kation akan menukar ion yang bermuatan positif dan sebaliknya penukar anion akan menukar ion negatif. Dalam hal ini keduanya merupakan zat yang bermolekul tinggi yang dapat terdekompensasi dengan ion lawan sesuai yang bergerak. Penukar kation terdiri dari matrik polianion dengan kation yang

bebas bergerak. Penukar anion terdiri dari matrik polikation dengan anion yang bebas bergerak. Semua pertukaran ion yang bernilai dalam analisis, memiliki beberapa kesamaan sifat, yaitu hampir tidak larut dalam air atau dalam pelarut organik dan mengandung ion-ion aktif atau ion-ion lawan yang bertukaran secara reversible dengan ion-ion lain dalam larutannya. Pertukaran ion ini bersifat kompleks dan sesungguhnya adalah polimetrik. Polimer ini membawa suatu muatan listrik yang dapat dinetralkan oleh muatan-muatan pada ion lawannya (ion aktif), ion-ion aktif ini berupa kation-kation dalam suatu penukar kation dan berupa anion-anion dalam penukar anion (Khopkar, 2007).

Ion kromatografi merupakan aplikasi teknik kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), dalam kromatografi penukar ion dengan menggunakan komponen resin penukar ion dan detector konduktometer. Resin terdiri dari resin penukar kation dan resin penukar anion. Resin penukar kation dalam bentuk asam kuat dapat bereaksi dengan kation berbasas kuat seperti Na, K, Ca, Mg dan juga kation berbasas lemah misalnya NH_4^+ . Resin penukar anion dalam bentuk basa kuat dapat bereaksi dengan anion asam kuat seperti Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- dan anion asam lemah misalnya CO_3^{2-} , sedangkan resin penukar anion dalam bentuk basa lemah hanya dapat bereaksi dengan anion asam kuat (Boes, et.al, 2009).

2.4.2 Fasa Gerak Pada Kromatografi Penukar Ion

Fasa gerak adalah zat yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang ada pada campuran sampel. Fasa gerak selain berfungsi membawa komponen-komponen campuran menuju detektor, fasa gerak juga dapat berinteraksi

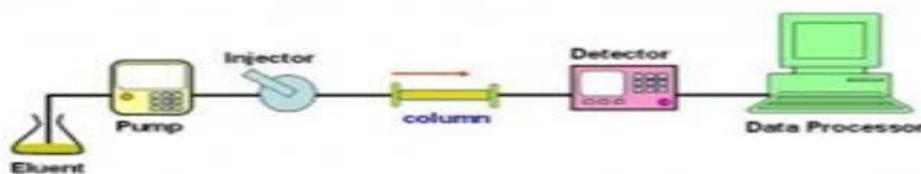
dengan komponen tersebut. Dalam hal ini, fasa gerak dalam kromatografi penukar ion merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan proses pemisahan (Joachim, 1995).

Jenis yang paling umum dari elusi adalah isokratik, yaitu eluen memiliki konsentrasi komposisi yang konstan selama seluruh proses. Kemungkinan lain adalah elusi gradien, yaitu konsentrasi eluen berubah dalam cara yang direproduksi masing-masing tahap. Alasan untuk menggunakan elusi gradient adalah bahwa ion dengan retensi yang sangat berbeda dapat dipisahkan dalam jangka waktu yang sama dengan efisiensi pemisahan yang baik dan waktu retensi yang wajar. Berikut adalah persyaratan fase gerak pada Kromatografi Penukar Ion :

- 1) Zat cair harus bertindak sebagai pelarut yang baik untuk cuplikan yang akan di analisis.
- 2) Zat cair harus murni untuk menghindari masuknya kotoran yang dapat mengganggu interpretasi kromatogram.
- 3) Zat cair harus jernih untuk menghindari penyumbatan pada kolom.
- 4) Zat cair harus mudah diperoleh, murah, tidak mudah terbakar, tidak kental dan tidak beracun.

2.4.3 Komponen Kromatografi Penukar Ion

Alat atau komponen dasar yang biasa dipakai dalam teknik kromatografi ion adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Komponen Kromatografi Penukar Ion (Kruiqito, 2012)

1. Eluent, yang berfungsi sebagai fasa gerak yang akan membawa sampel tersebut masuk ke dalam kolom pemisah.
2. Pompa, yang berfungsi untuk mendorong eluen dan sampel tersebut masuk ke dalam kolom. Kecepatan alir ini dapat dikontrol dan perbedaan kecepatan bisa mengakibatkan perbedaan hasil.
3. Injektor, tempat memasukkan sampel dan kemudian sampel dapat didistribusikan masuk ke dalam kolom.
4. Kolom pemisah ion, berfungsi untuk memisahkan ion-ion yang ada dalam sampel. Keterpaduan antara kolom dan eluent bisa memberikan hasil/puncak yang maksimal, begitu pun sebaliknya, jika tidak ada kecocokan maka tidak akan memunculkan puncak.
5. Detektor, yang berfungsi membaca ion yang lewat ke dalam detektor.
6. Rekorder data, berfungsi untuk merekam dan mengolah data yang masuk (James S Fritz, 2009).

2.4.4 Keuntungan Kromatografi Penukar Ion

Untuk menentukan kandungan ion (kation atau anion) di dalam larutan dapat digunakan metode konvensional seperti titrasi, gravimetri, argentometri dan spektrofotometer Uv-Vis. Namun, metoda ini memerlukan waktu yang lama dan kurang efisien. Sebaliknya, metoda kromatografi penukar ion yang digunakan memiliki efisiensi yang baik dan memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut ini :

a. Kecepatan

Kecepatan dalam analisis suatu sampel menjadi aspek yang sangat penting dalam hal analisis ion. Salah satu yang menyebabkannya adalah masalah klasik yaitu

untuk mengurangi biaya dan bisa menghasilkan data-data analisis yang akurat dan cepat. Namun, sebenarnya yang lebih penting adalah memberikan andil dengan maksimal dalam perhatian pada kondisi lingkungan yang hari ke hari jumlah sampel yang dianalisis semakin bertambah. Itulah sebabnya, teknik ini terus dikembangkan orang untuk mendapatkan teknik pemisahan/pendekteksian yang lebih praktis dengan biaya yang relatif murah. Sebagai tambahan pula bahwa limbah yang dihasilkan dari penggunaan eluen dapat dikurangi.

b. Stabilitas Kolom Pemisah

Walaupun sebenarnya, stabilitas kolom pemisah sangat tergantung pada packing material yang diisikan ke dalam kolom pemisah. Namun, kebanyakan kolom pemisah bisa bertahan pada perubahan yang terjadi pada sampel, misalnya konsentrasi suatu ion terlalu tinggi, tidak akan mempengaruhi kestabilan material penyusun kolom. Walaupun diakui bahwa juga ada kolom pemisah yang mempunyai waktu penggunaan yang tidak terlalu lama, dikarenakan packing kolom yang kurang baik karena faktor internal lainnya (Joachim, 1995).

c. Kepekaan

Berkembangnya teknologi mikroprocessor, orang mulai mengkombinasikan dengan efisiensi kolom pemisah, mulai skala konvensional (ukuran diameter dalam millimeter) sampai skala mikro yang biasa juga disebut microcolumn. Sehingga 10 μL yang di injektikan kedalam sistem kromatografi, ion-ion yang ada dalam sampel tersebut dapat terdeteksi dengan baik.

d. Selektivitas

Dengan sistem ini, bisa dilakukan pemisahan berdasarkan keinginan, misalnya kation/anion organik saja atau kation/anion anorganik yang ingin dipisahkan. Itu dapat dilakukan dengan memilih kolom pemisah yang tepat. Ataupun hanya ion tertentu yang dapat diukur walaupun banyak ion lain yang ada dalam sampel.

e. Deteksi Serempak

Secara umum, anion dan kation dipisahkan atau dideteksi terpisah dengan menggunakan sistem analisis yang terpisah, padahal sangat penting dilakukan pendeteksian secara serempak antara anion dan kation dalam sekali injek untuk suatu sampel. Deteksi serempak ini memiliki kelebihan diantaranya dapat menekan biaya operasional, memperkecil jumlah limbah saat analisis berlangsung, mempersingkat waktu analisis serta dapat memaksimalkan hasil yang diinginkan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Kondisi optimum yang diperoleh dari variasi eluen adalah natrium klorida 15 mM dengan laju alir 1 mL/menit dengan volume injeksi 10 μ L, dimana waktu retensi $\text{CN}^- = 4,949$ menit dan $\text{SCN}^- 6,738$ menit.
2. Kadar dari anion CN^- yang didapatkan pada sampel titik 1 adalah 550,8 ppm, dan sampel titik 2 adalah 947,8 ppm; sedangkan kadar dari anion sianida yang didapatkan pada sampel titik 3 adalah 109,7 ppm.
3. Kadar dari anion SCN^- didapatkan pada sampel titik 1 adalah 163,7 ppm.

5.2 Saran

Bagi pembaca yang tertarik dengan penelitian ini, penulis menyarankan,

1. Penelitian lebih lanjut mengenai pengukuran anion dengan menggunakan kromatografi penukar ion dapat digunakan tipe kolom yang lain seperti IC-A4, IC-A2, dan kolom anion lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwisastra, A.(1992). *Sumber Bahaya serta penanggulangan Keracunan*. Angkasa: Bandung
- Armour, M.A., Browne, L.M. and Weir, G.L. (1987)*Hazardous Chemical: Information and disposal Guide*.University of Alberta, Edmonton.
- ATSDR. (2006).*Toxicological Profile for Cyanide*. Registry, A.f.T.S.a.D. (ed).
- Benoist, de Bruno, Maria A., Ines E., Bahl T., dan Henrletta A., 2004, *Iodine Status Worldwide WHO Global Database on Iodine Deficiency*, WHO, Geneva.
- Bishop, P.L. (2000) *Pollution Prevention: Fundamentals and Practice*, McGraw-Hill Co. Inc., Singapore.
- Boes, E, dan Nuryatni. (2009) *Metoda ion kromatografi untuk analisis ammonium dan nitrat pada uji profisiensi air limbah*. Pusat Penelitian Kimia-LIPI, Bandung dan Banten
- De Lux Putra, E. 2007. *Dasar-dasar Kromatografi Gas dan Kromatografi Cair Kineja Tinggi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Debi YulianAdinata, Antonio Raeleksi, Esthi Kusdarini. (2015) *Identifikasi Limbah Pengolahan Emas dan Kualitas Air Sekitar Penambangan Emas Rakyat Jampang Kulon Desa Kertajaya, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Dyna Putri Mayaserli (2011) *Pemisahan Anion Menggunakan Fasa Diam Hilic Imidazol Pada Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography Dengan Penambahan Garam Ammonium Asetat*.Jurnal diterbitkan
- Endang Widjajanti, V Lilik Haryanto, Siti Marwati, 2008, *Rancang Bangun Instalasi Pengolah Limbah Cair Industri Electroplating*, Laporan Pengabdian pada Masyarakat
- Erika Julistiana (2009) *Pengembangan Dan Validasi Metode Pengujian Kadar Sianida Dalam Limbah Cair Secara Spektroskopi UV-Vis*.Jurnal diterbitkan
- Firdanisa, R., 2011, *Hubungan Antara Konsumsi Sianida Makanan dengan Ekskresi Iodium Urin pada Anak SD di Daerah Emdemik GAKI*, Skripsi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Greenwood, Norman N.; Earnshaw, A. (1997), *Chemistry of the Elements* (2nd ed.), Oxford: Butterworth-Heinemann.