

**ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN
KADMIUM (Cd) DALAM KANGKUNG (IPOMOEA
AQUATICA) DARI SUNGAI KAWASAN INDUSTRI
CANDI SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu
Dalam Bidang Kimia (S.Si)



Disusun Oleh :
Muhammad Nur Mukhayya
(1508036004)

KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Nur Mukhayya

NIM : 1508036004

Jurusan : Kimia


Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd) DALAM KANGKUNG (IPOMOEA AQUATICA) DARI SUNGAI KAWASAN INDUSTRI CANDI SEMARANG

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 23 Maret 2020

Pembuat Pernyataan



Muhammad Nur Mukhayya
NIM: 1508036004



**KEMENTERIAN AGAMA
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan
Semarang Telp.76433366 Semarang 50185**

PENGESAHAN

Naskah skripsi ini

Judul : **ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb)
DAN KADMIUM (Cd) DALAM KANGKUNG
(IPOMOEA AQUATICA) DARI SUNGAI
KAWASAN INDUSTRI CANDI SEMARANG**

Nama : Muhammad Nur Mukhayya

NIM : 1508036004

Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang *munaqosyah* oleh dewan
penguji Fakultas Sain dan Teknologi UIN Walisongo
Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Sains Kimia.

Semarang, 24 Maret 2020

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Hj. Malikhatul Hidayah, M.Pd.

NIP. 198304152009122006

Ratih Rizqi Nirwana, M.Pd.

NIP. 198104142005012003

Penguji III,

Penguji IV,

Mulyatun, M.Si.

NIP. 198305042011012008

Ervin Tri Suryandari, M.Si.

NIP. 197407162009122001

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Hj. Malikhatul Hidayah, M.Pd.

NIP. 198304152009122006

Zidni Azizati, S.Sc, M.Sc.

NIP. 199011172018012001

NOTA DINAS

Semarang, 23 Maret 2020

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd) DALAM KANGKUNG (*IPOMOEA AQUATICA*) DARI SUNGAI KAWASAN INDUSTRI CANDI SEMARANG**

Nama : Muhammad Nur Mukhayya
NIM : 1508036004
Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang munaqasyah.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing I


Hj. Malikhatul Hidayah, S.T. M.Pd.
NIP. 19830415 200912 2 006

NOTA DINAS

Semarang, 23 Maret 2020

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd) DALAM KANGKUNG (*IPOMOEA AQUATICA*) DARI SUNGAI KAWASAN INDUSTRI CANDI SEMARANG**

Nama : Muhammad Nur Mukhayya
NIM : 1508036004
Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang *munaqasyah*.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing II


Zidni Azizati, S.Sc, M.Sc.

NIP. 19901117 201801 2 001

ABSTRAK

Judul: : Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Kangkung (*Ipomoea Aquatica*) dari Sungai Kawasan Industri Candi Semarang
Nama : Muhammad Nur Mukhayya
NIM : 1508036004

Pencemaran di Sungai Kawasan Industri Candi Semarang bersumber dari aliran air kegiatan-kegiatan industri yang ada di sekitar Kawasan Industri Candi Semarang yang mengakibatkan tanaman kangkung disekitar juga ikut terkontaminasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam kangkung air di sungai kawasan industri candi Semarang menggunakan variasi metode destruksi dan zat pengoksidasi terbaik. Metode destruksi basah yang digunakan adalah destruksi basah terbuka dan destruksi basah tertutup (*refluks*) dengan variasi zat pengoksidasi HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1), HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (1:1), HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (2:1), HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (5:1). Penentuan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) diukur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Metode destruksi dan zat pengoksidasi terbaik adalah destruksi basah tertutup (*refluks*) dengan zat pengoksidasi HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1) yaitu nilai konsentrasi paling tinggi, konsentrasi rata-rata 8,233 mg/kg untuk timbal (Pb) sedangkan untuk kadmium (Cd) yaitu 7,323 mg/kg dibanding menggunakan metode destruksi terbuka dan variasi pengoksidasi lainnya.

Kata Kunci : Kangkung air, Timbal, Kadmium, Destruksi basah, Zat pengoksidasi, SSA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil A'lammin dan segala karunia Allah SWT yang telah memberi limpahan petunjuk dan pertolongan, yang menjadikan penulis bisa menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini disaat waktu yang tepat.

Iringan sholawat beriringan salam selalu kita dendangkan kepada Nabi Muhammad SAW *wa a'la alihi wa ash-habih* yang menjadi suri tauladan kita semua.

Penyusunan skripsi ini dapat selesau disaat waktu yang tepat dengan beberapa dukungan, bimbingan dan semua yang membantu penulis, maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Hj. Malikhatul Hidayah, M.Pd. selaku Kajar kimia UIN Walisongo Semarang sekaligus pembimbing I yang sudah memberi ilmu, motivasi dan bimbingan untuk menyusun skripsi .
3. Mulyatun, M.Si. selaku sekjur kimia UIN Walisongo Semarang
4. Zidni Azizati, M.Sc. selaku pembimbing II yang sudah memberi semangat, pengetahuan dan nasehat selama penyusunan skripsi.
5. Segenap dosen jurusan kimia UIN Walisongo yang sudah banyak memberi banyak ilmu dan pengetahuan.
6. Bapak saya tersayang, Muhtar Arif, dan Ibunda tercinta, Sri Hidayati, serta saudara-saudara penulis, M. Makhrus Luthfi, Sariyatul Ilyana dan Ahmad Faza Irsyada yang selalu memberi semangat dan kepercayaan .

7. Abah Imam dan Umi Arikhah yang selalu memberi *wejangan* secara dhoir dan batin, dan selalu memberikan doa kepada penulis.
8. *Konco-konco* Pon-Pes Besongo Semarang, *Konco-konco* Kelas Kimia 2015, kelompok BBT PPI, Posko KKN MIT-VII 2019 Posko 81 UIN Walisongo Semarang,.

Semoga Allah SWT selalu membalas kebaikan kita semua dengan kebaikan yang berlipat ganda Amin, Amin, Amin Ya Robbal A'lamin. Penulis mengharapkan skripsi ini bisa memberikan manfaat dan berkah kepada setiap pembacanya.

Semarang, 23 Maret 2020



Muhammad Nur Mukhayya

1508036004

DAFTAR ISI

JUDUL SKRIPSI	i
DEKLARASI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	12
C. Tujuan Penelitian	12
D. Manfaat Penelitian	13

BAB II. LANDASAN TEORI

A. Peranan Air dan Pencemarannya	14
B. Logam Timbal (Pb)	23
C. Logam Kadmium (Cd)	30
D. Metode Destruksi	33
E. Kangkung	39
F. Spektrofotometri Serapan Atom	46

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan	60
B. Prosedur Kerja	61

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A.	Pemilihan dan Preparasi Sampel	66
B.	Analisis Pengukuran Kandungan Timbal (Pb)	68
C.	Analisis Pengukuran Kandungan Kadmium (Cd)	70
D.	Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)	72

BAB V PENUTUP

A.	Kesimpulan	92
B.	Saran	93

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1	Cemaran timbal (Pb) dalam pangan menurut SNI No. 7387 : 2009 (batas maksimum).....	30
Tabel 2	Cemaran kadmium (Cd) dalam pangan menurut SNI No. 7387 : 2009 (batas maksimum).....	33
Tabel 3	Departemen Kesehatan Republik Indonesia mengenai 100 g. Kangkung (<i>Ipomoea aquatica</i>) untuk kandungan gizi	44
Tabel 4	Volume Perbandingan Zat Pengoksidasi	63
Tabel 5	Parameter Spektrofotometri Serapan Atom Logam Pb	68
Tabel 6	Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Timbal	69
Tabel 7	Parameter Spektrofotometri Serapan Atom Logam Cd	71
Tabel 8	Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Kadmium	71
Tabel 9	Hasil Metode Destruksi Menggunakan <i>Hotplate</i> (basah terbuka) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Timbal	76
Tabel 10	Hasil Metode Destruksi Menggunakan <i>Hotplate</i> (basah terbuka) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Kadmium	77
Tabel 11	Hasil Metode Destruksi Menggunakan <i>Refluks</i> (basah tertutup) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Timbal.....	82

Tabel 12	Hasil Metode Destruksi Menggunakan <i>Hotplate</i> (basah tertutup) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Kadmium.....	83
----------	---	----

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

JUDUL

Lampiran 1	Hasil Uji AAS
Lampiran 2	Foto Penelitian
Lampiran 3	Kurva Kalibrasi Larutan Standar
Lampiran 4	Perhitungan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan sumber primer bagi kelangsungan makhluk hidup di dunia. Dewasa ini air menjadi perhatian besar yang perlu diperhatikan serta dicermati dengan seksama karena air sudah tercemar dari kegiatan limbah dari hasil aktivitas manusia seperti limbah aktivitas rumah tangga dan aktivitas industri dan aktivitas-aktivitas lainnya (Wisnu, 2004). Pencemaran limbah kimia pada perairan semakin besar diakibatkan oleh aktivitas industri dan transportasi. Penyebab lain yaitu akibat pemakaian berbagai bahan yang beresiko tinggi pada aktivitas manusia serta bahan pencemar yang disebabkan oleh limbah domestik suatu perusahaan (Rukaesih, 2004).

Menurut Miller (1984), apabila suatu situasi atau kondisi di sungai menjadi tercemar yang disebabkan oleh menurunnya kualitas badan air sampai suatu tingkat tertentu sehingga tidak memenuhi baku mutu atau tidak dapat dipakai untuk aktivitas tertentu. Adanya bahan yang tercemar juga bisa dikarenakan fungsi pemakaian air yang dilakukan dan dipakai.

Berubahnya kualitas fisika, kimia, biologi dan estetik sungai tersebut mengakibatkan kualitas sungai menjadi turun, hal ini mengakibatkan kehidupan organisme akuatik terganggu karena tujuan sungai yang tidak memenuhi aturan penggunaan yang dilakukan oleh manusia. Penyebab utama terjadinya permasalahan tersebut adalah adanya pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan fungsinya dan berbagai aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan pencemaran air, seperti pembuangan limbah industri pabrik serta limbah rumah tangga ke aliran sungai kawasan industri candi Semarang (Sulfitriani, 2016).

Pengertian air yang tercemar sesuai Men-KLH (Kependudukan Lingkungan Hidup) tahun 1988 mengenai Baku Mutu Lingkungan dan ketetapannya yaitu : segala komponen di dunia yang hidup dan sudah masuk atau dimasuki oleh air serta airnya berubah tatanannya, yang mengakibatkan menurunnya mutu air hingga jenjang yang ditentukan serta mengakibatkan fungsi air tidak pada fungsi yang seharusnya (pasal pertama). pasal kedua, air pada sumbernya berdasarkan fungsi dan penggunaan dikategorikan empat golongan:

1. Golongan A, adalah air digunakan secara langsung dan tidak dilakukan pengolahan seperti air minum.
2. Golongan B, adalah air dimanfaatkan untuk pengolahan air minum dan kegiatan masyarakat.
3. Golongan C, adalah air dimanfaatkan untuk keperluan nelayan dan petani.
4. Golongan D, adalah air dimanfaatkan untuk para pengusaha di kota besar, pabrik-pabrik dan kebutuhan pemerintah.

Kondisi air yang tercemar merupakan contoh kerusakan di muka bumi yang salah satu faktornya adalah manusia sendiri. Allah SWT bahkan telah menuliskan dalam Al-qur'an tentang kerusakan-kerusakan yang disebabkan perbuatan manusia. Firman Allah SWT pada Al-Qur'an Surat Arr-Rum/30: 41

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا
 كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ
 الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Terjemahannya :

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat)

perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (QS. Ar-Rum [30]: 41)

Kata (ظَهَرَ) *zhahara* pada awalnya artinya permukaan bumi ini akan terjadi sesuatu. karena dipermukaan, maka menjadi kelihatan serta diketahui dengan detail (Shihab, 2002). Selain itu Amrullah, menyatakan “Dan Kami jadikan air tiap-tiap sesuatu yang hidup” merupakan suatu penjelasan yang sangat penting yang telah disampaikan oleh Allah tentang sebab-sebab adanya kehidupan. Hal tersebut juga telah dibuktikan kebenarannya oleh beberapa peneliti sebelumnya tentang air sebagai sumber kehidupan (Amrullah, 1983).

Kehidupan organisme di area perairan berbahaya ketika ada sebuah logam didalamnya, secara tidak langsung kesehatan manusia akan menerima efeknya. Sulit terurai dan mudah terakumulasi dalam area perairan adalah sifat logam berat yang sangat berkaitan di kehidupan. Logam berat ada dua macam, yang pertama yaitu di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup yang disebut logam berat esensial, sedangkan yang kedua yaitu tubuh tidak mengetahui adanya racun yang berada didalamnya yang disebut non esensial.

Limbah-limbah yang dikeluarkan pabrik akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan sedikit banyak akan mempengaruhi terjadinya perubahan lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut tidak hanya berupa polusi udara melainkan mencemari tanah juga. Misalnya limbah cair yang ditimbulkan akan memunculkan bau yang tidak sedap dan merusak lingkungan sekitar pabrik.

Limbah cair merupakan masalah lingkungan yang paling banyak berasal dari industri. Dampak luar biasa yang terjadi di perairan yaitu apabila limbah cair yang tidak dikelola dengan baik, khususnya sumber daya air. Pencemaran lingkungan semakin meningkat karena majunya perkembangan bidang industri dan menimbulkan dampak yang semakin besar. Pencemaran di Sungai Kawasan Industri Candi Semarang bersumber dari aliran air kegiatan-kegiatan industri yang ada di sekitar Kawasan Industri Candi Semarang yang mengakibatkan tanaman kangkung disekitar juga ikut terkontaminasi.

Limbah yang mengandung logam berat mengakibatkan rusaknya tatanan lingkungan hidup akibat adanya pencemaran. Sedimen adalah bentuk padatan di perairan yang dapat tercemar oleh logam berat. limbah domestik, industri dan kegiatan manusia lainnya sangat

rawan terkontaminasi logam berat pada ekosistem perairan karena intensif berhubungan dengan pelepasan logam berat.

Logam timbal dan kadmium merupakan contoh logam berat yang sangat beracun (selain merkuri). Jika penanganan limbahnya tidak dikelola dengan baik, maka akan dapat menjadi dampak yang sangat buruk terhadap lingkungan. Pb(II) dan Cd (II) menyebabkan keracunan, menunjukkan efek buruk pada ginjal, hati, jantung, pembuluh darah dan sistem kekebalan tubuh. Selain itu Pb (II) dan Cd(II) menyebabkan kelainan kromosom, alergi kulit, kanker dan keguguran pada ibu hamil (Houlbreque, et al., 2011; Shahryar, et al., 2011; Shih et al., 2004). Sumber antropogenik utama elemen-elemen ini adalah pembakaran bahan bakar, emisi industri, pernis dan pewarna kimia (Alonso, et al., 2006). Logam Cu(II) dan Zn(II) merupakan logam esensial. Jika jumlahnya didalam tubuh melewati ambang batas, maka akan menjadi toksik (Jaiswal, et al., 2012). Ambang batas logam Cu(II), Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) masing-masingnya adalah 2 mg/L, 0,01 mg/L, 0,003 mg/L, 3 mg/L (Gyamfi, et al., 2012; UNEP., 2007).

Logam berat dalam sayuran di perairan yang tercemar sangat mudah diserap oleh logam berat . Akar dan stomata daun bisa menyerap logam berat melalui sistem jaringannya, kemudian melalui siklus rantai makanan yang masuk. Kangkung merupakan tanaman yang bisa menyerap unsur logam dalam skala yang sangat besar (Alloway, 1990). Akan tetapi kangkung banyak digunakan masyarakat sekitar sungai yang dimanfaatkan sebagai sayuran dan kebutuhan sehari-hari lainnya.

Tanaman dan tumbuhan bisa menyebabkan adanya logam berat yang berasal dari akar dan mulut daun (stomata) , kangkung merupakan mediator penyebarannya (Katipana, 2015). lingkungan menjadi bahaya apabila logam berat ada dalam durasi yang sangat lama karena bisa menjadi racun bagi makhluk hidup walaupun dalam kadar yang sedikit. Salah satu karakteristik logam berat adalah terurainya atau degradasinya sulit. Logam berat seperti timbal dan kadmium tidak sedikit tercemar di lingkungannya karena kegiatan makhluk hidup (Widowati, dkk, 2015).

Ketetapan yang menimbulkan efek tidak bagus pada Makanan dengan kadar logam yang tinggi untuk kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya apabila adanya

Kontaminasi logam berat seperti timbal dan kadmium. Gangguan saluran pencernaan ditimbulkan akibat logam-logam berat yang memiliki toksisitas akut, dan pada tubuh terdapat logam yang kumulatif (Kusnoputranto, 1996).

Indonesia merupakan paling banyak menyebarkan tanaman kangkung kerana negara tropis. Unsur haranya tidak selektif adalah salah satu ciri dari kangkung, karena tanah yang terkandung bisa menyerap unsur hara tersebut. Sungai dan danau merupakan kondisi dimana tanaman kangkung bisa hidup.

Media tumbuhan pada kangkung sangat mudah diserap oleh logam (Seregeg dan Saeni, 1995). sebab tercemarnya tanah, air dan udara difungsikan untuk tanaman dan medianya, dari hal tersebut mungkin penyerapan logam berat yang terjadi pada kangkung. Kangkung termasuk tanaman yang mudah menyerap logam berat dari media tumbuhannya (Ferisman dkk, 2015).

Kangkung yang di destruksi merupakan salah satu cara yang tepat untuk menghasilkan kadar logam Pb dan Cd. Destruksi dipilih karena caranya yang simpel, tetapi apabila tidak cermat dan hati-hati dalam melakukan analisisnya maka hasil tidak bagus dan efektif . Metode

destruksi ada dua jenis yaitu destruksi basah dan destruksi kering. Penggunaan suhu yang tidak tinggi adalah ciri dari destruksi basah dan memakai asam yang bisa merombak sampel organik seperti asam kuat (Raimon, 1993).

Dekomposisi sampel pada metode destruksi tahapnya yaitu menambah suatu bahan pereaksi asam yang akan dianalisis. Asam pengoksidasi kuat seperti H_2SO_4 dan HNO_3 diharapkan dapat menghasilkan kadar logam timbal dan kadmium yang efektif.

Analisis logam timbal dengan pemilihan jenis zat asam pengoksidasi terbaik pernah sudah ada sebelumnya. Penelitian di Iran oleh Maleki dkk, (2014) yaitu menganalisis memakai zat pengoksidasinya yang bervariasi yaitu menggunakan HNO_3 dan (HClO_4) dengan destruksi basah terbuka untuk menentukan kadar krom (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) di ketumbar, biji-bijian dan lobak yang. Sedangkan penelitian Naser (2009) yaitu menggunakan destruksi basah dengan pelarut asam perklorat (HClO_4) dan asam nitrat (HNO_3) yang dianalisis dengan SSA untuk mengetahui logam berat kadmium (Cd), timbal (Pb) dan Nikel (Ni) pada tomat bayam dan kembang kol di area tercemar Bangladesh.

Sampel yang didestruksi harus sesuai dengan prosedur analisis yaitu memberikan kontaminasi yang seminimal mungkin disaat proses preparasi sampel berlangsung. Tingkat keakuratan yang efektif merupakan salah satu teknik analisis. Metode SSA adalah metode yang akurat untuk dipakai dengan berbagai kelebihan antara lain, analisisnya efektif dan efisien dan pengerjaannya tidak menggunakan waktu yang lama.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu belum pernah yang membandingkan destruksi menggunakan HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat dalam menganalisis kadar logam berat pada kangkung, sehingga logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang ada pada kangkung dianalisis yang terdapat di Sungai kawasan industri candi Semarang dengan metode destruksi kemudian dilakukan variasi menggunakan asam yaitu HNO_3 pekat dan H_2SO_4 , setelah itu dilakukan uji AAS. Metode destruksi basah terbuka (*hotplate*), tertutup (*refluks*) dan variasi zat pengoksidasi yang paling bagus dipakai agar menghasilkan nilai/jumlah logam timbal dan kadmium yang paling baik. Variasi zat pengoksidasi berperan terhadap destruksi sampel yang akan dianalisis.

B. Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh metode destruksi menggunakan *hotplate dan refluks* serta variasinya menggunakan HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat dalam menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada kangkung yang diambil dari Sungai Kawasan Industri Candi Semarang?
2. Apakah kadar logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada kangkung sesuai Standart Nasional Indonesia?

C. Tujuan Penelitian Manfaat Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui Bagaimana pengaruh metode destruksi menggunakan *hotplate dan refluks* serta variasinya menggunakan HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat dalam menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada kangkung yang diambil dari Sungai Kawasan Industri Candi Semarang
2. Untuk mengetahui Standart Nasional Indonesia (SNI) yang ada pada kangkung mengenai kandungan logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd).

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberi pemahaman mengenai metode destruksi basah terbuka menggunakan *hotplate* serta destruksi basah tertutup menggunakan *refluks* juga mengenai macam-macam zat pengoksidasi yang menjadi pelarut.
2. Memberi pengetahuan untuk warga sekitar mengenai kadar logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) di kangkung yang diambil dari Sungai Kawasan Industri Candi Semarang dengan kesesuaian SNI dalam sayuran.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Peranan air dan pencemarannya

Air Bersih (*clean water*) adalah air yang dipakai untuk kegiatan sehari-hari dan mencukupi kualitas air bersih sesuai dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat dikonsumsi masyarakat (Permenkes RI.No. 416/Menkes/Per/IX/1990).

Problem mengenai air harus ditanggapi secara baik, karena pencemarannya oleh berbagai kegiatan hasil aktivitas manusia yaitu baik pencemaran dari aktivitas rumah tangga, pencemaran dari aktivitas industri dan aktivitas-aktivitas yang lain (Wisnu, 2004).

Air adalah kebutuhan inti bagi kelangsungan hidup manusia di alam ini. Sesuai dengan fungsinya, air digunakan sebagai air minum, air mandi dan mencuci, air untuk kebutuhan pertanian, air untuk perikanan baik di sungai maupun di laut (Wisnu, 2004).

Pentingnya air bagi hidupnya makhluk hidup bukan hal yang terbaru sebab makhluk hidup tidak dapat melangsungkan hidupnya secara terus menerus dengan

adanya air yang tersedia tidak memenuhi kebutuhan makhluk hidup tersebut. 73% jumlah sebagian tubuh manusia adalah air, karena air adalah pembentukan zat tubuh pada makhluk hidup, sebab hal tersebutlah makhluk hidup sangat membutuhkan air (Azwan, 1996).

Cukupnya air bagi makhluk hidup berfungsi untuk keberlangsungan dan sebagai ketahanan makhluk hidup di dunia ini. Masalahnya adalah air di muka bumi ini yang digunakan jauh dari kesesuaian bagi sehatnya manusia, sebab ditemukannya air yang kotor dan banyak banyak mengandung logam berat yang sangat berbahaya bagi kehidupan manusia. Karena keseharian manusia sangat bergantung pada air yang ada, contohnya air digunakan untuk aktivitas minum, cuci-mencuci, bersih-bersih, dan masih banyak lagi. Kegunaan lain adalah untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), untuk mengairi sawah, dan masih banyak lagi. Meningkatnya kualitas air akan menunjang kelangsungan dan ketahanan hidup manusia (Azwan, 1996).

Aktivitas perindustrian beserta teknologinya akan baik jika kualitas airnya juga baik pula. Tidak bisa dipungkiri bahwa aktivitas perindustrian beserta teknologinya tidak akan lepas dari kualitas air tersebut,

karena kualitas air berfungsi agar kegiatan perindustrian beserta teknologinya tidak ada terjadi adanya kendala. (Wisnu, 2004).

Tercemarnya air sebetulnya bukan problem yang menakutkan, apabila perhatian dan pelaksanaan aktivitas perindustrian beserta teknologinya, kemudian warga sekitar tidak mencemari dengan limbahnya yang dibuang tidak sesuai aturan yang ada. Fakta yang terjadi, tidak sedikit aktivitas perindustrian beserta teknologinya kemudian warga sekitar masih mencemari lingkungan lewat danau, laut dan sungai. Masuknya limbah air yang berbentuk padat dan cair ke lingkungan mengakibatkan pencemaran dan menyebabkan kondisi yang tidak semestinya. Pencemaran air dapat dilihat dari beberapa indikator, antara lain adalah pH-nya berubah, konsentrasinya, ion hidrogenya, warnanya, baunya serta rasa airnya berubah, endapan yang timbul, bahannya larut. Berubahnya indikator tersebut mengindikasikan tercemarnya air tersebut (Wisnu, 2004).

Aktivitas perindustrian beserta teknologinya yang bermacam-macam pada kondisi tersebut terjadi akibat limbah yang dikelola dengan tidak bagus baik disengaja ataupun tidak disengaja akan mengakibatkan problem air

yang tercemar. Komponen - komponen pencemar air adalah limbah padatan, limbah organik, limbah anorganik, limbah proses pengolahan makanan, limbah cair yang berminyak, limbah kimiawi. Limbah anorganik dan limbah kimiawilah yang banyak mengandung logam-logam berat seperti timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) (Wisnu, 2004).

Menggunakan unsur logam seperti Timbal (Pb), Arsen (As), Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), Kobalt (Co), beserta yang lainnya adalah sumber utama limbah anorganik. Perindustrian yang menghasilkan elektronik adalah salah satu contohnya. Fenomena beberapa ion logam di perairan dan logam tersebut beracun semisal Pb, yang terjadi beberapa ion tersebut membahayakan tubuhnya manusia dan apabila di konsumsi manusia tidak bisa digunakan (Wisnu, 2004). Bahan buangan zat kimia banyak ragamnya, diantaranya sabun, insektisida, zat warna, larutan penyamak kulit dan zat radioaktif. Dalam hal logam berat, bahan buangan zat kimia berupa zat warnalah yang mengandung logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn). Zat pewarna dipakai di beberapa perindustrian seperti : alat-alat perkantoran, perindustrian produk makan-makanan dan minum-minuman (Wisnu, 2004).

Limbah yang berasal dari Sungai Kawasan Industri Candi Semarang yaitu bisa diatasi menggunakan Kangkung sebagai alternatif untuk menurunkan logam timbal (Pb), tembaga (Cu) dan Seng (Zn), karena kangkung adalah contoh tanaman yang hiperakumulator terhadap logam berat untuk alam yang netral dan bebas dari tercemarnya kadmium(Cd) solusinya adalah pemanfaatan tanaman yang bersifat fitoremediasi dan hiperakumulator bagi Kadmium (Cd) (Thamrin dkk, 2009).

Lingkungan yang diketahui adanya logam berat itu bersumber dua hal, yaitu dilakukan secara alami contohnya pelapukan secara kimiawi dan pembusukan terhadap makhluk hidup yang diakibatkan oleh aktivitas geokimiawi, serta akibat kegiatan manusia dan aktivitas perindustrian (Connel dan Miller, 1995).

Logam berat memiliki beberapa sifat yaitu degradasinya tidak mudah akibat dari akumulasi yang gampang pada area perairan dan sulit terurai karena proses kealamiannya. Kesehatan manusia menjadi bahaya akibat dari organisme binatang yang berada di laut yang terakumulasi. Konsentrasi air lebih rendah dari konsentrasi sedimen akibat akumulasinya sangat mudah. (Efendi, 2003):

Ada dua macam logam berat, pertama organisme yang membutuhkan logam dengan jumlah yang ditentukan yang disebut logam berat esensial, efek toksik timbul karena logamnya terjadi dengan jumlah yang banyak. Seperti : logam Cu, logam Fe, Logam Zn, logam Mn dan Logam Co dan lain-lain. Kedua, efek toksik timbul karena adanya logam pada tubuh makhluk hidup yang belum ditemukan fungsinya dan kegunaanya yang disebut logam berat non-esensial, contoh Logam Pb, Logam Cr, Logam Cd, Logam Hg dan sebagainya (Wahyu, 2008).

Komponen anorganik yang banyak mencemari air yaitu macam-macam logam berat yang membahayakan, dan dipakai dalam macam-macam aktivitas manusia dengan cara memproduksi terus menerus dalam skala industri. Hal yang harus dilakukan oleh industri logam yaitu adanya pengamanan yang baik yang tidak beresiko bagi karyawannya dan area lingkungan tersebut. Logam berat yang digunakan untuk kegiatan tersebut mengakibatkan lingkungan menjadi tercemar. Logam berat seperti merkuri, timbal, arsenic, Kadmium, Krom dan Nikel sangat berbahaya bagi lingkungan hidup dan dalam jangka waktu yang lama akan menjadi racun yang terakumulasi. (Fardiaz,1992).

B. Logam Timbal (Pb)

Lingkungan yang tercemar antara lain diakibatkan oleh banyaknya Timbal atau timah hitam atau Plumbum (Pb), seperti emisi gas buang kendaraan bermotor yang mengakibatkan adanya logam timbal yang besar di lingkungan dan alur produksi perindustrian yang buangnya bersifat cairan dengan memakai Pb, contohnya perindustrian keramik, dan perindustrian pembuatan baterai. Bahan bakar yang aditif menggunakan timbal, seperti bensin yang berfungsi memperbaiki mutu bakar (Evi, 2005).

Menurut Palar (1994), persenyawaan dan logam Pb yang ada pada perairan masuk lewat pengkristalan Pb di udara dengan menghempaskan gelombang-gelombang dan angin-angin yang bersumber dari limbah perindustrian membantu air yang turun dari langit serta tahapan klorosifikasi berasal pada batuan mineral.

Aliran air sungai yang tercemar limbah selanjutnya mengalir ke muara dan organisme di aliran air tersebut terakumulasi dan sedimen yang terbentuk akan mengendap, di dalam organ tubuh manusia toksisitas logam Pb dapat mengganggu kegiatan enzim yang ikut karena adanya hemoglobin yang terbentuk serta

menyebabkan penyakit anemia (Palar, 1994). Kurangnya gairah pada makanan, kejang-kejang, muntah-muntah dan pusing di kepala adalah sebagai gejala akibat keracunan Pb. Suhendrayatna (2001), susunan syaraf, sistem reproduksi dan kelainan ginjal bisa rusak akibat logam Pb.

Air yang dimasuki logam akibat dari kegiatan manusia yang beraneka ragam. Salah satunya yaitu limbah perairan dari industri yang kaitannya dengan timbal dan limbah sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalur-jalur perairan. Aliran limbah yang berasal dari kegiatan perindustrian yang tersisa dan memakai logam Pb akan mengganggu keindahan lingkungan (tercemarnya persungai) (Palar, 2004).

Tingginya konsentrasi pada timbal (Pb) menjadikan makhluk hidup di air akan mati. Flora dan fauna yang dimasuki timbal (Pb) akan mengendap, selanjutnya makhluk hidup di air akan menyerap timbal tersebut. Timbal (Pb) mempunyai ciri adalah mudahnya bahan organik yang terikat dan mengendapnya air yang berada dibawah kemudian menyatu bersama sedimen yang mengakibatkan air lebih rendah dibandingkan sedimen mengenai besarnya timbal (Jenny, 2015).

Penggunaan Pb kebanyakan digunakan sebagai kebutuhan sebab karakternya yaitu rendahnya titik cairannya yang mengakibatkan penggunaannya berbentuk cairan tekniknya membutuhkan sesuatu yang simpel dan murah. Pb adalah salah satu logam berat yang beracun mengakibatkan bentuknya berubah sangat mudah dan lapisannya mudah dilindungi akibat bersinggungan kepada lembabnya udara. Kemurnian Pb sangatlah beda dengan membentuknya alloy yang terbentuk oleh Pb. Pb Densitasnya sangat besar dibanding logam lain terkecuali emas beserta merkuri (Fardiaz, 1992).

Senyawa Pb menimbulkan racun akibat senyawa timbal tersebut masuk didalam tubuh, alur tubuh yang dimasuki timbal salah satunya berasal dari aktivitas makan dan minum.

Saraf yang rusak dan terganggu diakibatkan oleh keluarnya bagian sisa tubuh manusia yang diakumulasi oleh tubuh, akibat organ tubuh manusia tidak membutuhkan timbal (Pb) karena minuman dan makanan sudah dicemari logam. Timbal (Pb) yang beracun akan menurunkan kondisi dan cerdasnya para balita dan anak (Setyawan, 2004).

Aktivitas seperti makan dan minum yang dicerna oleh tubuh dan dimasuki oleh logam timbal akan melalui aliran metabolisme tubuh, tetapi aktivitas seperti makan dan minum ditolerir oleh lambung karena asam lambung (HCl) mampu sebagai penyerap timbal, meskipun demikian kenyataannya timbal lebih banyak dikeluarkan melalui tinja.

akumulasi timbal pada tulang yang terjadi di jaringan tubuh manusia, sebab timbal membentuk ion (Pb^{2+}) dan bisa mengganti adanya ion Ca^{2+} (kalsium) yang ada pada jaringan tulang. Selain hal tersebut, timbal yang ada pada hamilnya seorang perempuan bisa melalui jalur plasenta selanjutnya masuk pada sistem peredaran darah janin kemudian setelah bayi lahir, air susu seorang ibu akan keluar dengan timbal tersebut (Palar, 2004).

Menurut Badan Standarisasi Nasional yaitu SNI mengenai cemaran logam berat dalam pangan dengan batas maksimum yang dijelaskan pada tahun 2009 yaitu kadar Pb terhadap sayuran serta buah-buahan dan pengolahannya batas maksimumnya yaitu 0,5 mg/kg. ditetapkannya batas maksimum mikroba yang tercemar dan sifat kimiawi di makan-makanan ketetapanannya di D.K.I Jakarta pertanggal 28 Oktober 2009 memberi pernyataan batas maksimal kadar Pb di sayuran dan buah-

buahan yang diolah yaitu 0,5 ppm atau mg/kg yang sudah diatur dalam aturan-aturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM) Nomor HK.00.06.1.52.4011 mengenai Hal ini sesuai tabel 1. (Batas maksimum cemaran Timbal (Pb) dalam pangan) :

Tabel 1. Cemaran timbal (Pb) dalam pangan menurut SNI No. 7387 : 2009 (batas maksimum)

No. Kategori pangan	Kategori pangan	Batas maksimum
01.0	Produk susu	0,02 mg/kg
02.0	Lemak dan minyak nabati	0,1 mg/kg
	Lemak dan minyak hewani	0,1 mg/kg
	Mentega	0,1 mg/kg
	Margarin	0,1 mg/kg
	Minarin	0,1 mg/kg
04.0	Buah dan sayur serta hasil olahannya	0,5 mg/kg
	Pasta Tomat	1,0 mg/kg

C. Logam Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah logam yang tidak larut dalam basa, warnanya mengkilap, sangat lunak, berwarna putih perak, mudah bereaksi serta menghasilkan kadmium oksida bila dipanaskan. Kombinasi antara klor (Cd klorida) atau belerang (Cd sulfit) ada pada Cd pada umumnya. Ion

Cd^{2+} sifatnya yang non-konsisten bisa membentuk kadmium.

Berat atom dari kadmium adalah 112,41, sedangkan titik cair dan massa jenis masing-masing $321^{\circ} C$ dan 8,65 gr/mL. Hadirnya logam Pb dan Zn sangat berhubungan erat dengan adanya logam kadmium. Kadmium yang terbang dalam lingkungan, tahap pemurnian kadmium yang disamping diperoleh dari industri pertambangan Pb dan Zn, pigmen untuk membuat keramik adalah berasal dari kadmium (Palar, 2004).

Banyaknya penggunaan Cd adalah karena cd sangatlah berguna dan bermanfaat, contohnya pada elektroplating (pelapis elektrik) dan glavanisasi sebab istimewanya Cd yang nonkorosif. Kadmium dengan konsentrasinya yang tidak tinggi dipakai untuk industri seperti mengolah roti-rotian, mengolah ikan-ikan, mengolah minum-minuman dan lain-lain (Wahyu, 2004).

Keracunan yang bersifat kronis yang disebabkan oleh daya racun yang ada di kadmium, kejadian tersebut durasinya dan waktunya. Hal tersebut dikarenakan kadmium yang ada di tubuh jumlahnya tidaklah besar, mengakibatkan tubuh bisa mengatasi hal. Apabila tahapan masuknya kadmium terjadi terus dan berlanjut

mengakibatkan efek yang serius dan menakuti tubuh manusia yang beracun.

Tabel 2. Cemaran kadmium (Cd) dalam pangan menurut SNI No. 7387 : 2009 (batas maksimum)

No. Kategori pangan	Kategori pangan	Batas maksimum
04.0	Buah dan sayur (termasuk jamur, umbi, kacang kedelai dan lidah buaya), rumput laut, biji-bijian	0,2 mg/kg
05.0	Coklat dan produk kakao	0,5 mg/kg
06.0	Sereslia tanpa dedak dan lembaga selain biji gandum dan beras	0,1 mg/kg
	Beras dan tepung beras	0,4 mg/kg
	Dedak, lembaga, nbiji gandum	0,2 mg/kg
08.0	Daging dan hasil olahannya	0,5 mg/kg
	Jeroan	0,5 mg/kg
09.0	Ikan dan hasil olahannya	0,1 mg/kg

D. Metode Destruksi

Destruksi adalah pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis dengan suatu

perlakuan tertentu. Istilah destruksi juga disebut pemecahan/pemisahan, adalah logamnya yang berbentuk organik berubah jadi logamnya yang berbentuk anorganik (Raimon, 1993). Destruksi dibagi menjadi 2, destruksi pada pengetahuan kimia adalah oksida basah yang biasa disebut destruksi basah dan oksida kering yang biasa disebut destruksi kering. Cara kerja dari kedua destruksi sangatlah berbeda.

1. Destruksi menggunakan *hotplate* (basah terbuka)

Destruksi basah yaitu sampel yang dipanaskan (organik atau anorganik) menggunakan beberapa asam mineral baik tunggal ataupun campuran yang memiliki pengoksidasi kuat. HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 serta HCl adalah beberapa pelarut yang dipakai pada destruksi basah. Sampel akan terkoksidasi sempurna apabila yang dimasukkan adalah zat pengoksidasi kemudian dipanaskan pada temperatur yang cukup tinggi. Asamnya pelarut persenyawaan anorganik yang analisisnya tepat akan meninggalkan berbagai elemen-elemen apabila dilakukan pemanasan secara kontinu pada waktu yang cukup lama (Anderson, 1999).

Larutan jernih yang diperoleh pada larutan destruksi merupakan tanda kesempurnaan destruksi, yang menunjukkan bahwa perombakan senyawa-

senyawa organik telah berjalan dengan baik dan dipastikan semua konstituen yang ada telah larut sempurna (Raimon, 1993).

HNO_3 dipakai sebagai pendeteksian zat organik terhadap temperatur yang tidak tinggi bertujuan untuk menghilangnya mineral yang berkurang karena proses uap, merupakan prinsip dari destruksi basah (Apriyantono, 1989). Destruksi basah digunakan untuk menganalisis timbal dan kadmium pada sayuran kangkung, karena apabila menggunakan destruksi kering maka suhu yang digunakan sangat tinggi yaitu suhu $600\text{-}850^\circ\text{C}$, jadi dimungkinkan Pb dan Cd tidak larut dalam asam pengoksidasinya dan zat-zat organik akan menguap, maka digunakan destruksi basah sangat cocok digunakan karena logam yang akan dianalisis memiliki suhu rendah dibawah titik leleh.

Metode destruksi basah dibagi menjadi dua yaitu metode destruksi tertutup menggunakan *refluks* dan metode destruksi basah terbuka menggunakan *hotplate*.

Indrajati Kohar, dkk (2005) pernah meneliti menggunakan metode destruksi basah yaitu kangkung pada batangnya dan daunnya dicari kandungan logam menggunakan metode destruksi basah terbuka menggunakan *hotplate* dengan HClO_4 dan HNO_3 sebagai

pengoksidasinya. Batangnya dan daunnya kangkung ditumbuk dan ditimbang 1 gram. Selanjutnya melakukan pemanasan dengan cara menambahkan 10 mL asam nitrat pekat dan 3 mL larutan asam perkorat enam puluh persen, kemudian dididihkan diatas *hotplate* dengan temperatur 100-120^o C ditandai dengan buihnya tidak ada lagi, dan asam nitrat menjadi kering dan dilanjutkan proses pendinginan. Setelah itu dilakukan penambahan asam nitrat dua persen sehingga volume berubah jadi 100 ml. Homogenkan dan saring larutan tersebut. Hasilnya analisis rerata kadar Pb pad daunnya kangkung 0,264 mg/g, 0,4 mg/g, 0,428 mg/g, 0,714 mg/g serta batangnya kangkung 0,317 mg/g, 0,317 mg/g, 0,215 mg/g.

Malik (2014) di India meneliti yaitu akarnya, daunnya wortel dianalisis dan mencari hasil kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) memakai *hotplate* dengan kombinasi HNO₃ dan HClO₄ sebagai pengoksidasinya yaitu 3:1 sebagai bandingannya, penelitian ini dilaksanakan dengan cara seluruh bagian sampel ditimbang 1 gram, setelah itu menambahkan 15 mL campuran zat pengoksidasi (HNO₃ dan HClO₄). Proses selanjutnya yaitu memanaskannya sebanyak 5 mL di atas *hotplate*. Setelah itu, dibuat larutan kembali

dengan aquades pada hasil destruksinya sampai larutannya sebanyak 50 mL, selanjutnya kadar Pb dan Cd diamati menggunakan SSA, dalam penelitian tersebut memperoleh hasil yaitu hasil kadar logam kadmium (Cd) di akarnya wortel 0,022 mg/g sedangkan di daunnya wortel 0,016 mg/g, sedangkan Pb di akarnya wortel 0,183 mg/g sedangkan di daunnya wortel 0,036 mg/g.

2. Destruksi menggunakan *refluks* (Basah Tertutup)

Destruksi menggunakan *refluks* (basah tertutup) adalah destruksi yang biasa dipakai untuk menganalisis timbal dan kadmium dalam suatu sampel. Destruksi menggunakan *Refluks* dilandasi pada karakter Pb yang menguapnya sangat cepat pada suhu kamar (Kristianingrum, 2007). Sebab itu kondensornya yang ada disaat *refluks* berguna agar sedikit analitnya menghilang karena faktor uap.

Menggunakan *refluks* (basah tertutup) memiliki prinsip yaitu menguap pada suhu tinggi ketika menggunakan pelarut volatile, tetapi ketika uapnya terbentuk mengakibatkan timbul embun pada kondensornya dan reaksinya menjadi menurun maka didinginkan, maka ketika reaksi berlangsung pengoksidasi selalu ada (Darmono, 1995).

Cara melakukan *refluks* untuk menganalisis logam di makanan yaitu sampel dimasukkan pada labu destruksi dengan adanya kondensor yang dingin dan adanya air yang mengalir, setelah itu dipanaskan pada suhu 120° dan zat pengoksidasi digunakan sebagai destruksi. Uap yang keluar dari tabung akan kembali mengembun masuk kembali kedalam tabung ketika kondensornya disambung selanjutnya dilengkapi air yang mengalir yang berfungsi sebagai pendingin. Destruksi berlangsung sekitar 4 jam, selanjutnya disaring dan didinginkan (Darmono, 1995).

Destruksi basah memiliki tiga macam, yaitu :
destruksi basah dengan variasi HNO_3 , H_2SO_4 dan H_2O_2 ,
destruksi basah dengan variasi HClO_4 dan HNO_3
destruksi basah dengan variasi H_2SO_4 , HNO_3 , dan HClO_4 .

Sumardi (1981) menjelaskan destruksi kering hasilnya tidak sebgus menggunakan cara kerja destruksi basah, disebabkan suhu pengabuan yang banyak mengakibatkan tidak banyak bahan yang hilang. Maka dari itu didalam penelitian cara kerja destruksi basah sangat banyak dilakukan. Hal lain lagi adalah destruksi basah waktunya sangat efisien dibanding menggunakan destruksi kering dengan membutuhkan waktu yang lama.

Menurut Raimoen (1993) ada hal penting yang perlu dicermati dalam melakukan metode destruksi basah dan destruksi kering, yaitu : konstituen yang terkandung didalamnya dan sifat matriks, metode yang akan digunakan untuk penentuan kadarnya dan suhu pengabuan yang banyak.

E. Kangkung

Menurut Depkes RI (2000), taksonomi tumbuhan kangkung adalah:

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Kelas : *Dicotyledoneae*

Ordo : *Solanales*

Famili : *Convolvulaceae*

Genus : *Ipomoea*

Spesies : *Ipomoea aquatica Forssk.*

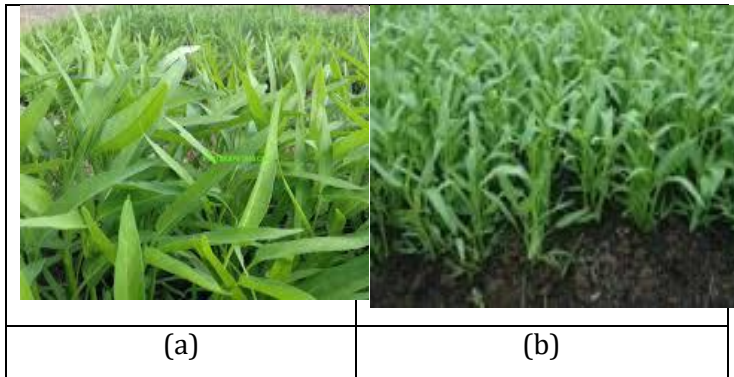
Kangkung adalah sayur-sayuran yang sangat tenar, India adalah asal kangkung ada yang selanjutnya tersebar di Malaysia, Indonesia, China, Australia Selatan, dan bagian negara Afrika (Purwandari, 2006).

Kangkung ada dua macam, pertama adalah kangkung yang ada di daratan (*Ipomoea reptans*) kedua

adalah kangkung yang ada di perairan (*Ipomoea aquatic*) (Fitmawati, 2015). Fitmawati (2015) menjelaskan, menurut morfologinya dan anatominya di nusantara kangkung dibagi menjadi dua puluh macam dengan sifatnya yaitu bunganya warnanya putih serta lembayung. Menurut Steenis (2005) dalam bukunya Rukmana (1994) kangkung yang ada di perairan (*Ipomoea aquatic*) adalah salah satu sayuran yang konsisten setiap waktu selalu tumbuh.

Sayur-sayuran sangat gampang untuk diserap oleh logam karena tercemarnya sebuah air. Logam berat dapat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar dan stomata daun, selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan. Salah satu sayuran yang mampu menyerap kandungan logam dalam jumlah cukup tinggi adalah kangkung (Alloway, 1990).

Batangnya besar, daunnya panjang dan runcing tanahnya yang subur dan kandungan bahan-bahan organiknya banyak adalah ciri-ciri hidupnya kangkung yang ada didaratan. Daunnya lebar dan batangnya yang tipis adalah salah satu ciri kangkung air (Rukmana, 1994).



Gambar 2.1 (a) tanaman kangkung air (www.khasiat.co.id); (b) tanaman kangkung darat (www.faanadanflora.com).

Tabel 3. Departemen Kesehatan Republik Indonesia mengenai 100 g. Kangkung (*Ipomoea aquatica*) untuk kandungan gizi

Komposisi Gizi	Banyaknya kandungan gizi 30,00 kal	Banyaknya kandungan gizi 29,00 kal
Kalori		
Protein	3,90 gr	3,00 gr
Lemak	0,60 gr	0,30 gr
Karbohidrat	4,40 gr	5,40 gr
Serat	1,40 gr	-
Kalsium	71,00 mg	73,00 mg
Fosfor	67,00 mg	50,00 mg
Zat Besi	3,20 mg	2,50 mg
Natrium	49,00 mg	-
Kalium	458,00 mg	-

Vitamin A	4825,00 mg	6300,00 mg
Vitamin B1	0,09 mg	0,07 mg
Vitamin B2	0,24 mg	-
Vitamin C	59,00 mg	32,00 mg
Air	-	89,70 mg

Sayuran kangkung memiliki serat tinggi dan kandungannya seperti pada vitaminnya dan mineralnya sangatlah besar. Bagian dari sayuran yang pencernaannya tidak baik adalah berupa serat makanan (*diatery fiber*). Karbohidrat kompleks merupakan salah satu serat yang memiliki bermacam substansi yang banyak. Serat makanan ada dua jenis, yaitu serat tidak larut (*insoluble fiber*) serta serat larut (*soluble fiber*). Kangkung-kangkungan (*Ipomoea aquatica*) adalah salah satu contoh serat larut. Fungsi tubuh yang mengandung serat adalah untuk pencegahan kanker, turunya kolesterol, tercegahnya penyakit perut, terkontrolnya kadar gula darah dan berat badan menjadi terkontrol (Gunawan, 2002).

F. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri serapan atom (SSA) merupakan salah satu cara menganalisis dan menentukan komponen-komponen logam dan metaloid yang pengukurannya berdasar pada cahaya yang diserap menggunakan panjang

gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Ellwel, 1996).

Gambar Alat AAS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

G. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai kadar logam timbal (Pb) terhadap kangkung pernah dikerjakan adalah dari Indrajati Kohar, dkk (2004) yaitu kadar logam timbal pada batang dan daun kangkung yang tumbuh di media terkontaminasi dengan kadar 2 mg/L, penelitian tersebut dilakukan dengan merebus batang dan daun yang tidak dikonsumsi lagi.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Muhammad Reza Pahlevi, dkk (2018) yaitu menganalisis kadar logam timbal dengan menggunakan SSA dengan sampel tanaman kangkung air yang ada di Danau Jempang, Kutai Barat,

ketika air danau pasang dan surut yaitu stasiun I rata-rata 0,0029 mg/kg dan stasiun II rata-rata 0,0022 mg/kg.

Penelitian yang dilakukan Nuradi (2018) mengenai analisa kadar timbal (Pb) pada kangkung air yang ada di pasar Makasar yaitu kangkung air di pasar Makasar mengandung timbal 83,3 % dan 16,7% yang tidak mengandung timbal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain seperangkat instrumen AAS merk *Analyse-40*, seperangkat alat *refluks*, *Perkin Elmer*, lemari asam, labu ukur, magnetic stirrer, corong, lemari asam, pipet, gelas kimia, *hot plate*, kertas saring whattman no. 40, erlenmeyer, aluminium foil, dan mortar.

2. Bahan

Bahan-bahan yang dipakai antara lain : sampel kangkung (*Ipomoea Aquatica*) dari sungai kawasan industri candi Semarang, HNO_3 0,5 M, HNO_3 pekat, H_2SO_4 pekat, Akuades.

3. Tahapan Penelitian

- a. Penentuan dan Persiapan Sampel
- b. Penentuan Menggunakan Variasi Metode Destruksi basa.
- c. Penentuan Kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam masing-masing sampel kangkung
- d. menganalisis data

A. Prosedur Kerja

1. Penentuan dan Persiapan Sampel

Sampel yang dipakai adalah kangkung air yang didapat dari Sungai kawasan Industri Semarang. Daunnya dan batangnya kangkung adalah yang dipakai untuk sampling(Sampel). Batangnya kangkung yang dipakai yaitu dari atas akarnya sampai daunnya sebab batang dan daun kangkung(*Ipomoea aquatica*) merupakan komponen yang dimakan oleh publik. Tahapan pertama persiapan sampel dikerjakan dengan mencuci sampel kangkung(*Ipomoea aquatica*), selanjutnya ditimbang masing-masing bagian batang, daun sebanyak 5 gram. Selanjutnya disiapkan wadah mortar berukuran sedang dan ditumbuk hingga halus. Setelah tercampur dan halus secara optimal, maka kangkung(*Ipomoea aquatica*) bisa untuk dilakukan analisis variasi pelarut pada logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada larutannya.

2. Variasi Metode Destruksi Basah untuk menentukan Kadar Logam Timbal (Pb)

a. Persiapan Sampel Menggunakan Destruksi menggunakan *hotplate* (Basah Terbuka)

Prosedur kerja destruksi menggunakan *hotplate* (basah terbuka) adalah sampel kangkung air yang telah

dihaluskan ditimbang di neraca analitik, selanjutnya dimasukkan kedalam gelas beaker ukuran 100 mL yang sudah berisi sebanyak 1 gram, variasi zat pengoksidasi ditambahkan dengan variasi yaitu HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1), HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (1:1), HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (2:1), HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (5:1), selanjutnya dipanaskan diatas *hotplate* dengan tempertur 100^o C sehingga larutan menjadi jernih dan diaduk dengan pengaduk gelas dan volume berkurang setengahnya dari volume awal.

b. Persiapan Sampel Menggunakan Destruksi menggunakan *refluks* (Basah Tertutup)

Prosedur kerja destruksi menggunakan *refluks* adalah sampel kangkung air yang telah dihaluskan ditimbang di neraca analitik, selanjutnya dimasukkan kedalam labu didih 250 mL yang sudah berisi sampel yang sudah disediakan kondensor air dan variasi zat pengoksidasi ditambahkan dengan volume total 15 mL yang telah ditentukan yaitu HNO₃ pekat 5 mL + H₂SO₄ pekat 10 mL (0,5:1), HNO₃ pekat 15 mL + H₂SO₄ pekat 15 mL (1:1), HNO₃ pekat 10 mL + H₂SO₄ pekat 5 mL (2:1), HNO₃ pekat 12,5 mL + H₂SO₄ pekat 2,5 mL (5:1), selanjutnya dipanaskan sampai didapatkan larutan jernih dan pada suhu 100^o C.

Tabel 4. Zat pengoksidasi dengan berbagai volume perbandingan

Metode	Larutan HNO₃	Larutan H₂SO₄	Perbandingan	Larutan Pengencer
Destuksi basah terbuka	15 mL	-	-	HNO ₃ 0,5 M
	-	15 mL	-	HNO ₃ 0,5 M
	5 mL	10 mL	0,5:1	HNO ₃ 0,5 M
	15 mL	15 mL	1:1	HNO ₃ 0,5 M
	10 mL	5 mL	2:1	HNO ₃ 0,5 M
	12,5mL	2,5 mL	5:1	HNO ₃ 0,5 M
Destuksi basah tertutup	15 mL	-	-	HNO ₃ 0,5 M
	-	15 mL	-	HNO ₃ 0,5 M
	5 mL	10 mL	0,5:1	HNO ₃ 0,5 M
	15 mL	15 mL	1:1	HNO ₃ 0,5 M
	10 mL	5 mL	2:1	HNO ₃ 0,5 M
	12,5mL	2,5 mL	5:1	HNO ₃ 0,5 M

3. Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam masing-masing Sampel Kangkung

Sampel kangkung hasil destruksi kemudian dilakukan proses pendinginan pada suhu kamar dan penyaringan menggunakan kertas saring whatman 40. Selanjutnya dimasukkan dalam labu ukur 50 mL dan proses pengenceran dengan asam nitrat 0,5 M hingga tanda batas. Setelah itu diukur logam timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dipilih karena tanaman yang berguna untuk biofilter sebab (*Ipomoea aquatica*) punya keunggulan yaitu benda-benda organik serta anorganik disekeliling akar terurai, kangkung air (*Ipomoea aquatica*) juga disebut tanaman fitoremediasi yaitu penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan (Priyanto dan Prayitno, 2007).

Logam berat memiliki dampak yang berbahaya pada makhluk hidup dan sekitarnya dalam periode yang lama karena dapat menimbulkan racun bagi tumbuhan, hewan dan manusia walaupun dalam kadar yang sedikit, dikarenakan logam memiliki sifat tidak pernah terdegradasi dan terurai. Logam berat yang paling banyak tercemar dilingkungan disebabkan oleh aktivitas manusia adalah logam berat Pb dan Cd (Widowati, dkk., 2015).

Makanan dengan kadar yang sangat tinggi telah disepakati dapat menimbulkan efek buruk terhadap daya tahan tubuh manusia dan gangguan saluran pencernaan diakibatkan adanya kontaminasi logam timbal (Pb) dan Kadmium (Cd), yang bersifat komulatif didalam tubuh manusia. Penyakit ginjal juga bisa mengganggu manusia

akibat paparan kronis pada kadmium, sedangkan degenerasi dan kerusakan otak diakibatkan karena adanya timbal metil merkuri senyawa timah organik yang secara perlahan (Kusnopranto, 1996).

Penelitian skripsi ini berjudul analisis kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam kangkung (*Ipomoea aquatica*) dari sungai kawasan industri candi Semarang. Penelitian ini menggunakan beberapa tahap antara lain persiapan sampel dengan memakai (*hotplate*) dan (*refluks*) dan variasi zat pengoksidasi/pelarut terbaik, serta penentuan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam masing-masing sampel kangkung secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

A. Pemilihan dan Preparasi Sampel

Sampel kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang digunakan pada penelitian ini adalah batang dan daun yang telah dicampur dan dihaluskan.

Penelitian ini menggunakan sampel kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang diperoleh dari sungai kawasan Industri Candi Semarang. Kangkung yang digunakan yang masih segar dengan berwarna hijau.

Tahap pertama persiapan sampel yaitu mencuci sampel kangkung air. Kangkung selanjutnya dipisahkan antara daun dan batangnya. Sampel daun dan batang kangkung diletakkan pada wadah mortar untuk dicampur yang bertujuan agar kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) tidak terjadi kesalahan sampel ke populasi. Sampel ditumbuk hingga halus berfungsi agar luas permukaan sampel menjadi besar sehingga proses destruksi logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) tidak lama dan efisien, setelah sampel sudah halus dan tercampur secara sempurna, maka penentuan metode destuksi basah terbuka (*hotplate*) dan metode destruksi basah tertutup (*refluks*) dan variasi zat pengoksidasi terbaik bisa dianalisis kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Kadar Logam Timbal (Pb) diukur dan di analisis

Ipomoea aquatica sampelnya diukur kadar logam timbalnya yang pertama adalah mengukur absorbansinya larutan standar timbal (Pb) dengan memakai instrumen AAS. Parameternya logam timbal (Pb) menggunakan SSA dapat dilihat di tabel 5.

Tabel 5. Parameternya logam timbal (Pb) menggunakan SSA

No	Parameter	keterangan
1	Panjang Gelombang (nm)	238,2
2	Tipe Nyala	Udara-Asitelen
3	Lebar Celah (nm)	,0,7
4	Lampu Kotada (mA)	10
5	Gas Pembawa	Asitelen

Penentuan kadar timbal yang terdapat di *Ipomoea aquatica* dilaksanakan dengan memakai cara standarisasi kalibrasi, larutan standar dibuat dengan variasi konsentrasi. Untuk membuat larutan standar Pb yaitu caranya larutan baku Pb 1000 ppm diencerkan dan mengukur absorbansinya larutan standar dengan panjang gelombangnya 283,2 nm dengan variasi konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Konsentrasi larutan standarnya diplot dengan absorbansinya dengan tujuan agar kurva kalibrasinya dan kadar timbalnya pada sampel terbentuk.

Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Timbal

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0,0000
2	1,0	0,2456
3	2,0	0,4234
4	3,0	0,5610
5	4,0	0,6611
6	5,0	0,7610

Menurut hasil data absorbansi yang didapat, kemudian dibuatlah kurva kalibrasi antara konsentrasi dengan absorbansi. Kurva kalibrasi larutan standar timbal dapat dilihat pada lampiran 4.2

Menurut hasil kurva kalibrasi didapatkan persamaan garis linear untuk larutan standar timbal yaitu $y = 0,12685x - 0,13015$ dengan koefisien relasi (r) sebesar 0,9911 menjelaskan bahwa adanya hubungan yang linear diantara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi yang didapatkan.

Sampel konsentrasi Pb dan Cd pada *Ipomoea aquatica* sangat tinggi karena faktor banyaknya populasi masyarakat yang berada di kawasan pabrik dan kondisi tempat ditanamnya kangkung air dimana

aliran airnya berpusat pada irigasi limbah buangan masyarakat. Akibatnya, logam berat Pb dan Cd dengan jumlah banyak bila diakumulasi terus menerus mengakibatkan keracunan sistem saraf atau neurotoksik serta gangguan ginjal. Hal ini dikarenakan logam Pb dan Cd bersifat karsinogenik membutuhkan waktu yang panjang agar cepat terurai dan toksisitasnya tidak berubah.

B. Analisis Pengukuran Kandungan Kadmium (Cd)

Ipomoea aquatica sampelnya diukur kadar logam timbalnya yang pertama adalah mengukur absorbansinya larutan standar timbal (Pb) dengan memakai instrumen AAS. Parameternya logam timbal (Pb) menggunakan SSA dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Parameternya logam timbal (Pb) menggunakan SSA

No	Parameter	keterangan
1	Panjang Gelombang (nm)	228,8
2	Tipe Nyala	Udara-Asitelen
3	Lebar Celah (nm)	0,7
4	Lampu Kotada (mA)	5
5	Gas Pembawa	Asitelen

Penentuan kadar timbal yang terdapat di *Ipomoea aquatica* dilaksanakan dengan memakai cara standarisasi kalibrasi, larutan standar dibuat dengan variasi konsentrasi. Untuk membuat larutan standar Pb yaitu caranya larutan baku Cd 1000 ppm diencerkan dan mengukur absorbansinya larutan standar dengan panjang gelombangnya 228,8 nm dengan variasi konsentrasi 0, 1, 2, 3 dan 4 ppm. Konsentrasi larutan standarnya diplot dengan absorbansinya dengan tujuan agar kurva kalibrasinya dan kadar timbalnya pada sampel terbentuk.

Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Kadmium

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0,0004
2	1,0	0,0153
3	2,0	0,0295
4	3,0	0,0445
5	4,0	0,0602

Kurva Kalibrasi dan Pengujian Linearitas Timbal

Berdasarkan data absorbansi yang diperoleh, selanjutnya dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi dan absorbansi. Kurva kalibrasi larutan standar kadmium dapat dilihat pada lampiran.

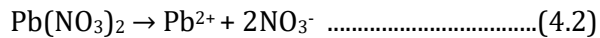
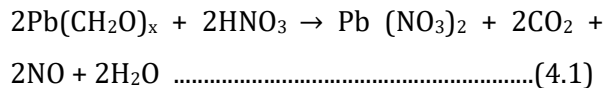
Berdasarkan kurva kalibrasi diperoleh persamaan garis linear untuk larutan standar kadmium yaitu $y = 0,0149x + 0,0002$ dengan koefisien relasi (r) sebesar 0,9997 menjelaskan bahwa adanya hubungan yang linear antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi yang didapatkan. Nilai korelasi yang didapatkan sebesar 0,9997 memberikan arti bahwa kurva kalibrasi pada gambar mempunyai keakuratan yang tinggi.

C. Penentuan Variasi Metode Destruksi Basah Untuk Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

1. Persiapan Sampel Menggunakan *hotplate* (Destruksi Basah Terbuka)

Pada penelitian ini zat pengoksidasi/pelarut primer yaitu asam nitrat (HNO_3) pekat dan asam sulfat (H_2SO_4) pekat, fungsi HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat adalah agar sifat timbal dapat larut secara sempurna. Suhu 100°C digunakan agar apabila pemanasan dilakukan nantinya dapat mencegah larutan HNO_3 pekat tidak habis dengan waktu cepat sebelum proses destruksi selesai. Selama pemanasan, pengadukan sampel dilakukan menggunakan pengaduk gelas sesering mungkin agar hasil destruksi bisa efektif.

Variasi zat pengoksidasi primer adalah HNO_3 pekat. Asam Nitrat(HNO_3) pekat merupakan asam yang populer digunakan dalam tahapan destruksi. HNO_3 pekat akan mengoksidasi logam timbal disaat kondisi panas, sehingga timbal larut sempurna dalam asam nitrat. Terbentuknya gas berwarna kecoklatan dari larutan sampel membuktikan adanya proses oksidasi. Selama proses destruksi berlangsung, pemanasan memiliki fungsi agar Pb dan Cd bisa terputus. Reaksi yang terjadi disaat proses destruksi adalah :

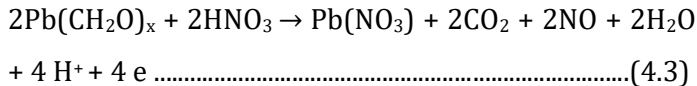


Senyawa organik dalam sampel kangkung pada reaksi tersebut diasumsikan sebagai $(\text{CH}_2\text{O})_8$ persenyawaan organiknya (*Ipomoea aquatica*) pada reaksi tersebut diumpamakan sebagai $(\text{CH}_2\text{O})_8$, yang selanjutnya dekomposisinya dilakukan oleh asam nitrat (HNO_3) yang akan menjadikan CO_2 dan NO dengan warna hitam kecoklatan. Tekanan selama

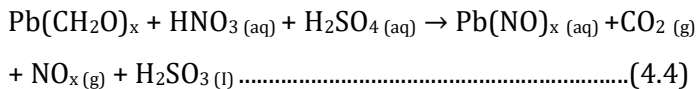
proses destruksi meningkat karena adanya gas, maka terjadi pemutusan karena ikatan logam dengan senyawa organik serta mendapatkan logam Pb bentuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang ada di air mudah larut, suhu 100°C digunakan untuk pemanasan agar logam timbal (Pb) tetap ada pada sampel. Membentuknya $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada logam timbal (Pb) selanjutnya akan menghasilkan terurainya Pb^{2+} dan 2NO_3^- , dimana keadaan (Pb^{2+}) menandakan bahwa logam timbal (Pb) pada *Ipomoea aquatica* bisa dianalisis menggunakan AAS.

Variasi zat pengoksidasi ketiga hingga keenam adalah kombinasi HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat dengan berbagai macam variasi. HNO_3 berperan sebagai pengoksidasi primer karena ciri timbal (Pb) adalah bisa larut dalam HNO_3 , sedangkan H_2SO_4 juga sebagai pengoksidasi primer yang berfungsi agar efektif dan efisien ketika logam timbal (Pb) terputus dari persenyawaan organiknya pada sampel. H_2SO_4 pekat adalah salah satu pengoksidasi/pelarut yang bagus, yang berfungsi sebagai oksidator yang kuat (Patnaik, 2004).

Hubungan HNO_3 dengan persenyawaan organiknya akan mendapatkan reaksi (Wulandari dan Sukes, 2013) :



Hubungan antara Asam sulfat dan persenyawaan organiknya menghasilkan reaksi :



Destruksi selesai apabila larutan berubah menjadi jernih, selanjutnya larutan diambil dan dilakukan proses pendinginan dengan menggunakan suhu ruang. Selanjutnya kertas saring whattman42 digunakan agar antara pengotor dan residu memisah pada larutan tersebut. Larutan sampel diencerkan menggunakan asam nitrat (HNO_3) 0,5 M sampai tanda batas menggunakan labu ukur 50 mL ketika proses penyaringan selesai. Pengenceran dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam labu ukur 10 mL, kemudian ditambahkan HNO_3 0,5 M. Proses pengencerannya menggunakan HNO_3 yang konsentrasinya 0,5 M agar sampel tersebut berada

dalam matriks yang sama dengan larutan standar dan akan menghasilkan keadaan yang pas/seimbang sehingga bisa menganalisis dengan instrumen AAS.

Tabel 9. Hasil Metode Destruksi Menggunakan Hotplate (basah terbuka) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Timbal

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rerata logam timbal dalam sampel kangkung
1	HNO ₃ pekat 5 mL + H ₂ SO ₄ PEKAT 10 mL (0,5:1)	6,543 mg/kg
2	HNO ₃ pekat 15 mL + H ₂ SO ₄ PEKAT 15 mL (1:1)	5,333 mg/kg
3	HNO ₃ pekat 10 mL + H ₂ SO ₄ PEKAT 5 mL (2:1)	4,913 mg/kg
4	HNO ₃ pekat 12,5 + H ₂ SO ₄ PEKAT 2,5 mL (5:1)	4,627 mg/kg
5	HNO ₃ pekat 15 mL	1,173 mg/kg
6	H ₂ SO ₄ PEKAT 15 mL	2,907 mg/kg

Tabel 10. Hasil Metode Destruksi Menggunakan Hotplate (basah terbuka) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Kadmium

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rerata logam Kadmium dalam sampel kangkung
1	HNO ₃ pekat 5 mL+ H ₂ SO ₄ PEKAT 10 mL (0,5:1)	6,633 mg/kg

2	HNO ₃ pekat 15 mL+ H ₂ SO ₄ PEKAT 15 mL (1:1)	5,563 mg/kg
3	HNO ₃ pekat 10 mL+ H ₂ SO ₄ PEKAT 5 mL (2:1)	4,720 mg/kg
4	HNO ₃ pekat 12,5 mL + H ₂ SO ₄ PEKAT 2,5 mL (5:1)	4,673 mg/kg
5	HNO ₃ pekat 15 mL	2,453 mg/kg
6	H ₂ SO ₄ PEKAT 15 mL	3,733 mg/kg

Hasil tabel 4.1 dan 4.2 didapatkan konsentrasi rerata logam timbal dan kadmium yang paling besar terdapat pada variasi zat pengoksidasi campuran HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1) dan hasil konsentrasi rerata logam timbal yang paling kecil yaitu pada variasi zat pengoksidasi satu HNO₃ pekat. Menggunakan dua kombinasi/variasi pengoksidasi analisisnya menghasilkan keefektifan dibanding menggunakan satu jenis asam pengoksidasi/pelarut berupa HNO₃ pekat dan H₂SO₄ pekat, mungkin larutannya bisa menjadi kurang yang mengakibatkan kadar logamnya nilainya akan menjadi kurang, maka menggunakan dua variasi/kombinasi pelarut/pengoksidasi akan menjadi lebih bagus(keefektifannya bagus). Maka variasi/kombinasi

zat pengoksidasinya yang keefektifannya paling bagus dan baik yaitu HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1)

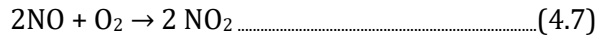
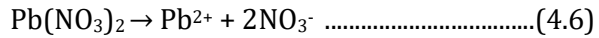
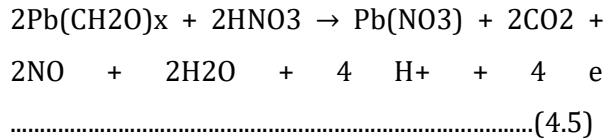
2. Persiapan Sampel Menggunakan *refluks* (Destruksi Basah Tertutup)

Cara kerja destruksi *refluks* tidak jauh berbeda menggunakan destruksi *hotplate* (basah terbuka) mengenai persenyawaan organiknya yang dirombak, cara kerja destruksi *refluks* memakai cara kerja/langkah kerja yang tertutup. Prinsip pemanasannya persis sama halnya menggunakan destruksi *hotplate* (basah terbuka) menggunakan temperatur 100°C .

Tahap awal cara kerja menggunakan *refluks* yaitu kangkung (*Ipomoea aquatica*) sampelnya dijadikan halus menggunakan tempat mortar selanjutnya menimbang sebesar 1 gram dan memasukkannya ke labu alas bulat 250 mL. Kemudian menambahkan berbagai zat pengoksidasi yang sudah dipersiapkan yaitu HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1), HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (1:1), HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (2:1), HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (5:1). Setelah itu *hotplate* yang sudah dilengkapi dengan kondensor air digunakan untuk mendestruksi sampel. Perubahan larutan berwarna coklat menjadi kuning jernih

menandakan proses destruksi dimulai dan pemanasan sampel pada proses oksidasi bertujuan agar gas kecoklatan muncul diarea labu alas bulatnya yang akan mengakibatkan reaksi eksotermis yaitu kalornya berpindah dari sistem ke lingkungannya. Kondensor dengan keadaan dingin disaat diberi es batu mengakibatkan kalor yang terlepas diterima. Reaksi endotermis terjadi pada kondensor, yaitu kalornya berpindah dari lingkungan ke sistemnya.

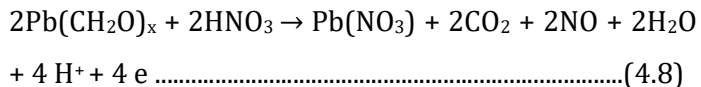
Jernihnya larutan yang didapatkan menandakan bahwa proses destruksi berjalan sempurna, dengan bukti apabila konstituen yang ada telah larut sempurna atau merombaknya beberapa senyawa organik sudah bekerja dengan bagus (Susila Kristianingrum, 2012). Pemutusan ikatan yang dialami senyawa organik pada sampel kangkung air terjadi apabila sudah ditambah dengan zat pengoksidasi. Destruksi tertutup juga menggunakan pengoksidasi primer HNO_3 pekat, karena ciri kuatnya asam pada timbal (Pb) dan sempurnanya larutan pada HNO_3 pekat (Wulandari dan Sukesu, 2013).



Akibat dekomposisi bahan organik oleh HNO_3 , ikatan persenyawaan organiknya pada sampel akan melepaskan logam Pb(timbal), larutnya $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang terbentuk sangat gampang terhadap air mengakibatkan berubahnya garam yang terbentuk. Tanda gas CO_2 terbentuk gas disaat tahapan pemanasan dihasilkan karena adanya penguraian bahan organik oleh HNO_3 . Selanjutnya, gas NO dihasilkan dan terbentuk akibat perombakan bahan organik juga, gas NO_2 yang berwarna kecoklatan didapatkan karena proses destruksi pada gas NO karena hasil reaksi dari oksigen. terjadinya pemutusan ikatan Pb dengan bahan organik mengakibatkan terbentuknya gas NO_2 yang berwarna kecoklatan. Selanjutnya terbentuknya dan terurainya $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ menghasilkan Pb^{2+} dan 2NO_3^- maka logam timbal (Pb) yang berada di sampel kangkung (*Ipomoea aquatica*) dapat dideteksi menggunakan instrumen AAS.

Asam oksidator yang lain ditambahkan pada variasi kedua yaitu HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat, dimana fungsi HNO₃ pekat sebagai pengoksidasi primer karena HNO₃ pekat bisa larut karena sifat logam timbal (Pb), pengoksidasi lain yang efektif berfungsi agar logam timbal (Pb) terputus dengan cepat dan maksimal dari persenyawaan organiknya pada sampel adalah H₂SO₄ pekat, karena berperan sebagai agen pengoksidasinya serta pelarutnya sangat bagus, dan berperan menyerang banyak logam karena sifatnya yang oksidator kuat (Patnaik, 2004).

NO₃ dengan senyawa organik, terjadi reaksi sebagai berikut (Wulandari dan Sukei, 2013) :



Destruksi selesai apabila larutan berubah menjadi jernih, selanjutnya larutan diambil dan dilakukan proses pendinginan dengan menggunakan suhu ruang. Selanjutnya kertas saring whattman42 digunakan agar antara pengotor dan residu memisah pada larutan tersebut. Larutan sampel diencerkan menggunakan asam nitrat (HNO₃) 0,5 M sampai tanda batas menggunakan labu ukur 50 mL ketika proses

penyaringan selesai. Pengenceran dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam labu ukur 10 mL, kemudian ditambahkan HNO_3 0,5 M. Proses pengencerannya menggunakan HNO_3 yang konsentrasinya 0,5 M agar sampel tersebut berada dalam matriks yang sama dengan larutan standar dan akan menghasilkan keadaan yang pas/seimbang sehingga bisa menganalisis dengan instrumen AAS.

Adapun hasil konsentrasi kadar logam timbal (Pb) dalam sampel kangkung menggunakan destruksi tertutup (*Refluks*) :

Tabel 11. Hasil Metode Destruksi Menggunakan *Refluks* (basah tertutup) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Timbal

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rerata logam Timbal dalam sampel kangkung
1	HNO_3 pekat 5 mL + H_2SO_4 PEKAT 10 mL (0,5:1)	8,233 mg/kg
2	HNO_3 pekat 15 mL + H_2SO_4 PEKAT 15 mL (1:1)	5,773 mg/kg
3	HNO_3 pekat 10 mL + H_2SO_4 PEKAT 5 mL (2:1)	4,563 mg/kg
4	HNO_3 pekat 12,5 mL + H_2SO_4 PEKAT 2,5 (5:1)	4,317 mg/kg
5	HNO_3 pekat 15 mL	2,467 mg/kg

6	H ₂ SO ₄ PEKAT 15 mL	3,163 mg/kg
---	--	-------------

Tabel 12. Hasil Metode Destruksi Menggunakan Refluks (basah tertutup) Dengan Rerata Konsentrasi Logam Kadmium

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rerata logam Kadmium dalam sampel kangkung
1	HNO ₃ pekat 5 mL + H ₂ SO ₄ PEKAT 10 mL (0,5:1)	7,323 mg/kg
2	HNO ₃ pekat 15 mL + H ₂ SO ₄ PEKAT 15 mL (1:1)	5,653 mg/kg
3	HNO ₃ pekat 10 mL + H ₂ SO ₄ PEKAT 5 mL (2:1)	4,930 mg/kg
4	HNO ₃ pekat 12,5 + H ₂ SO ₄ PEKAT 2,5 (5:1)	4,830 mg/kg
5	HNO ₃ pekat 15 mL	3,163 mg/kg
6	H ₂ SO ₄ PEKAT 15 mL	3,970 mg/kg

Hasil tabel 4.3 dan 4.4 didapatkan konsentrasi rerata logam timbal dan kadmium yang paling besar terdapat pada variasi zat pengoksidasi campuran HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1), hasil sama dengan destruksi menggunakan *hotplate* (destruksi terbuka). Analisis yang lebih efektif yaitu menggunakan dua variasi pelarut, karena oksidator kuat ada pada sifat asam nitrat dan asam sulfat dan apabila volume H_2SO_4 pekat semakin banyak maka semakin bagus hasil konsentrasi kadar timbal. Hasil konsentrasi destruksi basah terbuka berbeda dengan nilai kadar logam timbal (Pb), apabila memakai zat pengoksidasi HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat saja maka hasil yang diperoleh paling sedikit.

4.5 Hasil Analisis Metode Destruksi basah terbuka (*hotplate*), metode destruksi basah tertutup (*refluks*) dan variasi Zat Pengoksidasi pada Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel Kangkung Air

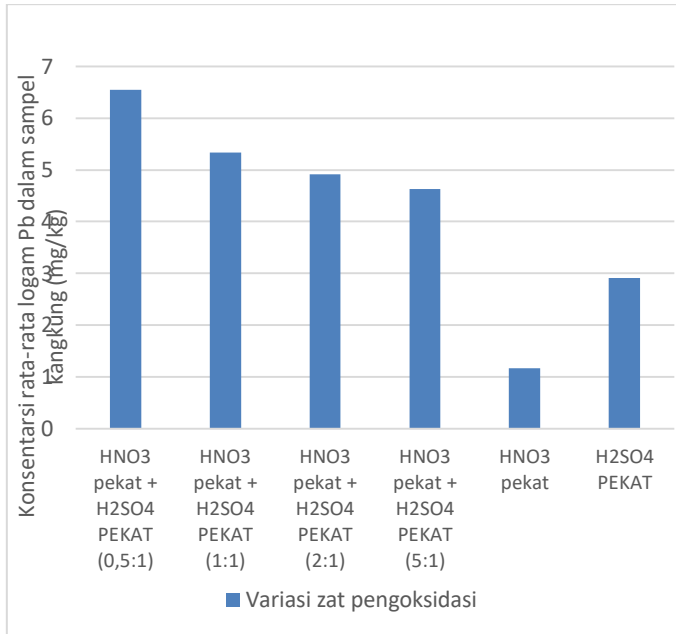
Hasil analisis dikatakan berhasil apabila sebuah kadar logam timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) tergantung pada penentuan metode destruksi serta

variasi zat pengoksidasi yang tepat. Untuk menganalisis sampel, Spektroskopi Serapan Atom (SSA) biasanya menggunakan sebuah larutan, agar sampel cepat dan bagus untuk mendestruksi senyawa-senyawa organik pada sampel. Berbagai metode destruksi (basah terbuka dan tertutup) dan variasi zat pengoksidasi akan menghasilkan analisis yang tidak sama. Spektroskopi Serapan Atom (SSA) menyerap sebuah konsentrasi akibat dari pengaruh suhu sistem antara destruksi menggunakan *hotplate dan refluks*. Percobaan ini telah menyatakan bahwa pengaruh metode destruksi menggunakan *hotplate dan refluks* dan variasi zat pengoksidasi dengan perbedaan hasil analisis yang sangat jauh berbeda.

Penentuan konsentrasi rerata logam timbal dan kadmium menggunakan metode destruksi menggunakan *hotplate dan refluks* dan variasi zat pengoksidasi dikatakan bahwa destruksi basah menggunakan refluks dengan variasi HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1) mempunyai konsentrasi yang paling tinggi dibandingkan dengan hasil destruksi dengan variasi yang sama, maka nilai tersebut dapat dikatakan adalah nilai yang paling bagus. pemilihan zat pengoksidasi berpengaruh dalam hasil kadar logam

timbal (Pb) dan kadmium (Cd), apabila dibuat perbandingan dua variasi asam pengoksidasi dan satu variasi asam pengoksidasi yang digunakan nilainya lebih bagus menggunakan dua variasi asam pengoksidasi. Dilihat dari besarnya jumlah pKa, maka perbandingan pKa H_2SO_4 lebih banyak dari pada pKa HNO_3 , masing-masing 1,4 untuk pKa HNO_3 dan 1,98 untuk pKa H_2SO_4 , sehingga variasi zat pengoksidasi yang paling bagus menggunakan HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1), karena oksidator kuat merupakan sifat dari HNO_3 dan H_2SO_4 .

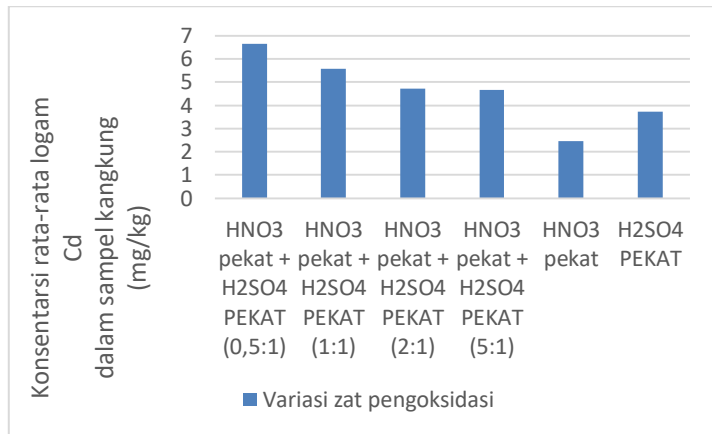
hasil dari konsentrasi rata-rata logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada diagram batang menunjukkan nilai larutan destruksi menggunakan *hotplate* dan *refluks* pada sampel kangkung dengan variasi metode destruksi dan zat pengoksidasi HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1), HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (1:1), HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (2:1), HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (5:1).



Gambar 4.1. metode destruksi basah menggunakan *hotplate* pada sampel kangkung air terhadap rerata konsentrasi logam timbal (Pb)

Gambar tersebut menjelaskan kaitannya antara metode destruksi menggunakan *hotplate* dan variasi zat pengoksidasi dengan konsentrasi logam timbal (Pb). Dapat dilihat pada diagram tersebut bahwa pada destruksi basah menggunakan *hotplate* dengan variasi satu pelarut antara HNO₃ pekat dan H₂SO₄ pekat, zat pelarut H₂SO₄ pekat lebih tinggi dibandingkan dengan zat pelarut HNO₃ pekat. Sedangkan ketika penggunaan variasi campuran zat

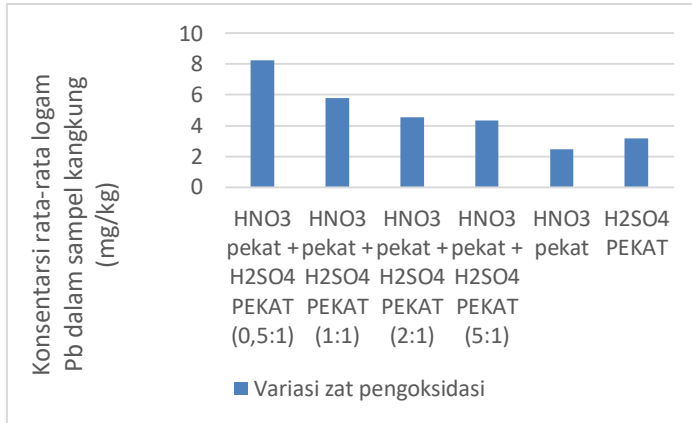
pengoksidasi HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1) memiliki konsentrasi yang paling tinggi.



Gambar 4.2. metode destruksi basah menggunakan *hotplate* pada sampel kangkung air terhadap rerata konsentrasi logam kadmium (Cd)

Gambar tersebut menjelaskan kaitannya antara metode destruksi menggunakan *hotplate* dan variasi zat pengoksidasi dengan konsentrasi logam timbal (Pb). Dapat dilihat pada diagram tersebut bahwa pada destruksi basah menggunakan *hotplate* dengan variasi satu pelarut antara HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat, zat pelarut H_2SO_4 pekat lebih tinggi dibandingkan dengan zat pelarut HNO_3 pekat. Sedangkan ketika penggunaan variasi campuran zat

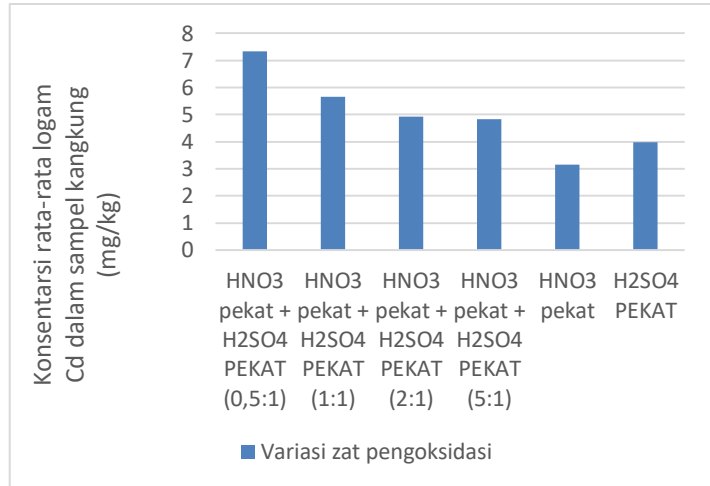
pengoksidasi HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1) memiliki konsentrasi yang paling tinggi.



Gambar 4.3. metode destruksi basah menggunakan *refluks* pada sampel kangkung air terhadap rerata konsentrasi logam timbal (Pb)

Gambar tersebut menjelaskan kaitannya antara metode destruksi menggunakan *refluks* dan variasi zat pengoksidasi dengan konsentrasi logam timbal (Pb). Dapat dilihat pada diagram tersebut bahwa pada destruksi basah menggunakan *hotplate* dengan variasi satu pelarut antara HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat, zat pelarut H_2SO_4 pekat lebih tinggi dibandingkan dengan zat pelarut HNO_3 pekat. Sedangkan ketika penggunaan variasi campuran zat

pengoksidasi HNO_3 pekat + H_2SO_4 pekat (0,5:1) memiliki konsentrasi yang paling tinggi.



Gambar 4.4. metode destruksi basah menggunakan *refluks* pada sampel kangkung air terhadap rerata konsentrasi logam kadmium (Pb)

Gambar tersebut menjelaskan kaitannya antara metode destruksi menggunakan *refluks* dan variasi zat pengoksidasi dengan konsentrasi logam kadmium (Cd). Dapat dilihat pada diagram tersebut bahwa pada destruksi basah menggunakan *hotplate* dengan variasi satu pelarut antara HNO_3 pekat dan

H₂SO₄ pekat, zat pelarut H₂SO₄ pekat lebih tinggi dibandingkan dengan zat pelarut HNO₃ pekat. Sedangkan ketika penggunaan variasi campuran zat pengoksidasi HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1) memiliki konsentrasi yang paling tinggi.

Menurut lestari (2013), jenis logam berat jika jumlahnya berlebih akan menyebabkan pencemaran. Semua tanaman yang tumbuh di lingkungan yang tercemar, akan mengakumulasi logam-logam pada semua bagian akar, batang dan daun. Akumulasi dan distribusi logam berat pada tanaman sangat bergantung pada faktor lingkungan, jenis logam, pH, DO, suhu dan sekresi oleh akar.

Sampel yang sudah dianalisis yaitu kangkung air berasal dari Sungai Kawasan Industri Candi Semarang dengan kandungan kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang hasilnya diatas 0,5 mg/kg untuk logam timbal (Pb) dan 0,2 mg/kg untuk logam kadmium (Cd) batas maksimal cemaran sayuran sesuai ketentuan SNI N0. 7287 : 2009 dimana batas maksimal cemaran sehingga tidak bagus untuk dikonsumsi dalam jumlah yang sangat banyak.

Adapun pencegahan akumulasi logam berat pada tubuh manusia yaitu kesadaran gizi pada tingkat keluarga perlu ditunjang dengan pemahaman tentang masalah sanitasi sehingga cara pengolahan sayuran ditingkat rumah tangga bisa lebih aman dan memenuhi syarat kesehatan. Pada tingkat keluarga, usaha yang dapat dilakukan antara lain mencuci sayuran dengan baik dan seksama, mencuci dengan air yang mengalir, sayuran juga sebaiknya diblansir yaitu sayuran diberi pemanasan pendahuluan dalam suhu mendidih pada waktu yang singkat (3-5) menit yang bertujuan untuk mereduksi cemaran logam berat yang menempel pada permukaan sayur (Rukmana, 1994).

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Variasi metode destruksi dan zat pengoksidasi terbaik adalah destruksi basah tertutup (*refuks*) dengan zat pengoksidasi HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1) yaitu nilai konsentrasi paling tinggi, konsentrasi rata-rata 8,233 mg/kg untuk timbal (Pb) sedangkan untuk kadmium (Cd) yaitu 7,323 mg/kg dibanding menggunakan metode destruksi terbuka dan variasi pengoksidasi lainnya.
2. Konsentrasi kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang telah di analisis pada kangkung air berasal dari Sungai Kawasan Industri Candi Semarang melebihi ambang batas. Berdasarkan ketentuan SNI No. 7287 : 2009 dimana batas maksimum cemaran logam timbal (Pb) adalah 0,5 mg/kg dan Kadmium (Cd) adalah 0,2 mg/kg sehingga tidak baik untuk dikonsumsi dalam jumlah yang berlebih.

B. SARAN

1. Perlunya melakukan persiapan sampling pada *Ipomea aquatica* dengan menggunakan proses pengeringan atau pengovenan.
2. Perlunya melakukan percobaan menentukan kadar logam timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada sampel *Ipomea aquatica* dengan variasi zat pengoksidasinya lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Edisi I Yogyakarta : Andi : Jakarta Universitas Negeri Jakarta
- Ahmad Amrullah. 1983. *Dakwah Islam dan perubahan Sosial*. Jakarta : Kencana.
- Alloway B J. 1990. *Heavy Metals In Soil*. Jhon Willey and Sons Inc. New York.
- Anderson, K. 1999. *Analytical Techniues For Inorganic Cintaminans*. Gaitherburg. AOAC International
- Apriyantono. 1989. *Analisis Pangan*. Bandung. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas. IPB
- Azwar A. 1996. *Menjaga Mutu Pelayanan Kesehatan Aplikasi Prinsip Lingkungan Pemecahan Masalah*. Jakarta ; Pustaka Sinar Harapan.
- Babich H & G. Stotzky. 1978. *Effectc Of Cadmium On The Biota : Influences Of Enviromental Factors*. Edv. Appl. Microbeol.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 7387 : 2009. *Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Pangan*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional

Baysa, M.C. Anuncio, R.R.S, Chiombon, M.L.G. Cruz, J.P.R.O., and Ramelb, J.R.O. 2006. *Lead And Cadmium Contents In Ipomoea Aquatica Forsk.* Grown in Laguna de Bay. *Philippine Journal Of Science.* 135 : 139-143.

Caroline, Jenny. Guido Arion Moa. *Fitoremediasi Logam Timbal (Pb). Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodoru) Palaefolius Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan.* ISBN 978-602-98569-1-0, 2015

Connel & Miller. 1995. *Kimia dan Etoksiologi Pencemaran,* diterjemahkan oleh Koestoer, J. Jakarta : UI Press.

Daintith. 1990. *Kamus Lengkap Kimia.* (Oxford). Jakarta : Erlangga.

Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup.* Jakarta : Ui Press.

Departemen Kesehatan R.I. 2000

Direktorat Gizi Depkes R.I. 1981. *Daftar Komposisi bahan Makanan.* Jakarta : Bhratara karya Aksara.

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air.* Yogyakarta : Kanisius.

- Evi. 2005. *Mewaspadai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) di Lingkungan Terhadap Kesehatan*. Jurnal Komunikasi Penelitian Vol. 17 (4).
- Fardiaz. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Frank, C, Lu. 1995. *Toksikologi Dasar Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*. Edisi 4. Penerjemah : Edi Nugroho, 358. Jakarta : UI Press.
- Gabriel, J.F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta : Hiprokrates
- Irawati dan Salamah, Z. 2013. *Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (Ipomoea Reptans Poir) dengan Pemberian Pupuk Organik Berbahan Dasar Kotoran kelinci*. Jurnal Bioedukatika. 1(1) : 1-96
- Katipana, D. D. 2015. *Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kangkung Air (Ipomoea Aquatica F) di Kampus UNPATTI Poka*. Biopendix. 1(2)
- Kristianingrum, Susila. 2012. *Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel Dan Efeknya*. Yogyakarta. Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY
- Kusnoputranto, H. 1996. *Pengantar Toksikologi Lingkungan*. Jakarta ; Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

- Lestari, W. 2013. *Penggunaan Ipomoea Aquatica Forsk untuk Fitoremediasi Limbah Rumah Tangga*. Jurnal Semirata. 1(1) : 441-446
- Lovure, Nichita. 2013. *Jurus Sempurna dari Bertanam Kangkung*. Jakarta : PT. Maha Daya.
- Malik, Zahid Ahmad, Eugenia P.LAL, Zahoor Ahmad Mir. 2014. *Diverse Effect Of Cadmium And Lead on Growth And Yield Of Carrot (Daucus Carota)*. International Journal Of Pharma And Bio Sciences 5 (4) : (B) 231-236
- Mangoting, dkk. 2005. *Kangkung dan Manfaatnya*. Jakarta : Gramedia.
- M. Quraish Shihab. 2002. *Tafsir Al-Mishbah pesan, Kesan, Kekeragaman Al-Qur'an*. Vol. 04 Jakarta : Lentera Hati.
- Merian, E. 1994. *Toxic metal In The Environment*. Weinhen.
- Nugroho, E & Sutrisno. 2008. *Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Palar. 2004. *Pencemaran & Toksiologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Permenkes RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990.

Purwandari. 2006. *Budidaya Tanaman Kangkung*. Jakarta : Ganeca Exact.

Raimon. 1993. *Perbandingan Metode Destruksi Basah Dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Lokakarya Nasional : Yogyakarta : Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia.

Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offset.

Sregeg, I.G. Saeni, M.S. 1995. *Efektivitas Bioremediasi Lima Jenis Tanaman Terhadap Kandungan Logam Berat Dalam Air*. Media Litbangkes.

Suhendrayatno. 2001. *Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Mikroorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan*. Seminar On Air Bioteknologi Untuk Indonesia.

Sudarmin. 2008. *Analisis Spesial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang*. Tesis Program Pasca Sarjana. Undip Semarang.

Sumardi. 1981. *Metode Destruksi Contoh Secara Kering Dalam Analisis Unsur-Unsur Fe-Cu-Mn dan Zn Dalam Contoh-*

Contoh Biologis. Proseding Seminar Nasional Metode Analisis. Lembaga Kimia Nasional. Jakarta : LIPI

Sumarjono. 2013. *Bertanam 36 jenis Sayur*. Jakarta : Penebar Swadaya

Supriharyono. 2000. *Kelestarian & Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Jakarta : Gramedia Pustaka.

Sutrisno, dkk. 1996. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.

Suratman, Priyanto P, Setyawan AD. 2000. *Analisis Keragaman Genus Ipomoea Berdasarkan Karakter Morfologi*. Biodiversitas 1 (2) : 72-79

Susila, K. 2012. *Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel dan Efeknya*. Yogyakarta. Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.

Wahyu. 2008. *Taksonomi Koleksi Tanaman Obat kebun Tanaman Obat*. Citeurup. BPOM RI.

W.D. Connell, G. J. Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksilogi Pencemaran*, Terjemahan Yanti Koestoer. Universitas Indonesia

- Widaningrum, dkk. 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*. Buletin teknologi Psacepean Pertanian.
- Widowati, H., Sari, K., & Sulistiani, W.S. 2015. *Profil Logam Berat Cd, Cr (IV) dan Pb Pada Lokasi Berbeda di Provinsi Lampung Serta Bioakumulasinya Pada Tanaman Pangan*. Jurnal Pendidikan Biologi, 6 (2).
- Widowati, dkk. 2008. *Efek Toksis logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta : Adji
- Wulandari Resmaya. *Kemampuan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica) Dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi Dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda*. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Negeri Surabaya

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: Hasil Uji AAS

1. KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) SAMPEL HASIL DESTRUKSI

a) KADAR YANG TERBACA INSTRUMEN (dalam mg/L)

Zat pengoksidasi	Metode destruksi terbuka			Metode destruksi tertutup		
	1	2	3	1	2	3
HNO ₃ pekat	0,117	0,119	0,116	0,247	0,246	0,247
H ₂ SO ₄ PEKAT	0,291	0,289	0,292	0,318	0,316	0,315
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	0,643	0,646	0,647	0,821	0,824	0,825
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	0,532	0,533	0,535	0,577	0,579	0,576
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	0,489	0,492	0,493	0,456	0,455	0,458
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	0,465	0,462	0,461	0,434	0,430	0,431

b) KADAR SEBENARNYA (dalam mg/kg)

Zat pengoksidasi	Metode destruksi terbuka			Metode destruksi tertutup		
	1	2	3	1	2	3
HNO ₃ pekat	1,17	1,19	1,16	2,47	2,46	2,47
H ₂ SO ₄ PEKAT	2,91	2,89	2,92	3,18	3,16	3,15
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	6,43	6,46	6,47	8,21	8,24	8,25
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	5,32	5,33	5,35	5,77	5,79	5,76
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	4,89	4,92	4,93	4,56	4,55	4,58
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	4,65	4,62	4,61	4,34	4,3	4,31

2. KADAR LOGAM KADMIUM (Cd) SAMPEL HASIL DESTRUKSI

c) KADAR YANG TERBACA INSTRUMEN (dalam mg/L)

Zat pengoksidasi	Metode destruksi terbuka			Metode destruksi tertutup		
	1	2	3	1	2	3
HNO ₃ pekat	0,244	0,247	0,245	0,317	0,315	0,317
H ₂ SO ₄ PEKAT	0,337	0,339	0,336	0,397	0,396	0,398
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	0,661	0,664	0,665	0,734	0,730	0,733
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	0,557	0,555	0,557	0,569	0,563	0,564
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	0,473	0,472	0,471	0,495	0,493	0,491
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	0,466	0,467	0,469	0,483	0,482	0,484

d) KADAR SEBENARNYA (mg/kg)

Zat pengoksidasi	Metode destruksi terbuka			Metode destruksi tertutup		
	1	2	3	1	2	3
HNO ₃ pekat	2,44	2,47	2,45	3,17	3,15	3,17
H ₂ SO ₄ PEKAT	3,37	3,39	3,36	3,97	3,96	3,98
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	6,61	6,64	6,65	7,34	7,3	7,33
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	5,57	5,55	5,57	5,69	5,63	5,64
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	4,73	4,72	4,71	4,95	4,93	4,91
HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	4,66	4,67	4,69	4,83	4,82	4,84

Tabel 4.1 Konsentrasi rata-rata Logam Pb dalam sampel kangkung menggunakan metode destruksi basah terbuka

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rata-rata logam Pb dalam sampel kangkung
1	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	6,543 mg/kg
2	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	5,333 mg/kg
3	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	4,913 mg/kg

4	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	4,627 mg/kg
5	HNO ₃ pekat	1,173 mg/kg
6	H ₂ SO ₄ PEKAT	2,907 mg/kg

Tabel 4.2 Konsentrasi rata-rata Logam Cd dalam sampel kangkung menggunakan metode destruksi basah terbuka

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rata-rata logam Cd dalam sampel kangkung
1	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	6,633 mg/kg
2	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	5,563 mg/kg
3	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	4,720 mg/kg
4	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	4,673 mg/kg
5	HNO ₃ pekat	2,453 mg/kg
6	H ₂ SO ₄ PEKAT	3,733 mg/kg

Tabel 4.3 Konsentrasi rata-rata Logam Pb dalam sampel kangkung menggunakan metode destruksi basah tertutup

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rata-rata logam Pb dalam sampel kangkung
1	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	8,233 mg/kg
2	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	5,773 mg/kg
3	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	4,563 mg/kg

4	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	4,317 mg/kg
5	HNO ₃ pekat	2,467 mg/kg
6	H ₂ SO ₄ PEKAT	3,163 mg/kg

Tabel 4.4 Konsentrasi rata-rata Logam Cd dalam sampel kangkung menggunakan metode destruksi basah Tertutup

No	Variasi zat pengoksidasi	Konsentarsi rata-rata logam Cd dalam sampel kangkung
1	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (0,5:1)	7,323 mg/kg
2	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (1:1)	5,653 mg/kg
3	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (2:1)	4,930 mg/kg
4	HNO ₃ pekat + H ₂ SO ₄ PEKAT (5:1)	4,830 mg/kg
5	HNO ₃ pekat	3,163 mg/kg
6	H ₂ SO ₄ PEKAT	3,970 mg/kg

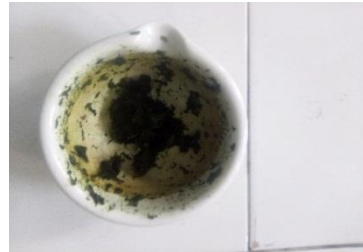
Lampiran 2: Foto Penelitian



Sampel kangkung air dari sungai kawasan industri candi



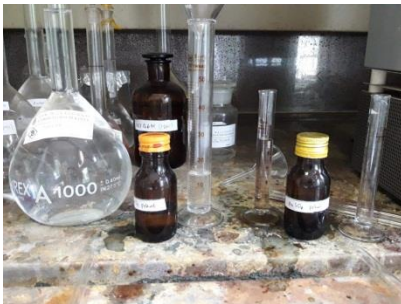
Sampel batang dan daun dihaluskan



Sampel daun dan batang dihaluskan pakai mortar



Sampel timbang di neraca analitik 1 gram

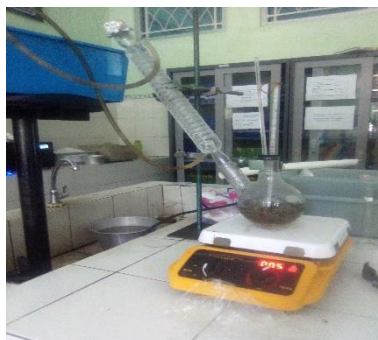


Persiapan zat pengoksidasi / larutan yang dipakai





Metode destruksi terbuka menggunakan *hotplate*



Metode destruksi tertutup menggunakan *refluks*



Penyaringan hasil destruksi

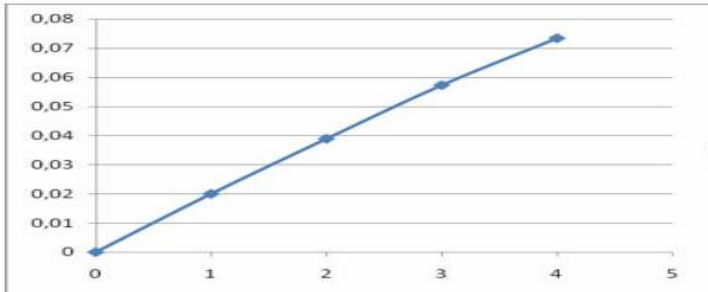


Hasil destruksi terbuka menggunakan hotpalte

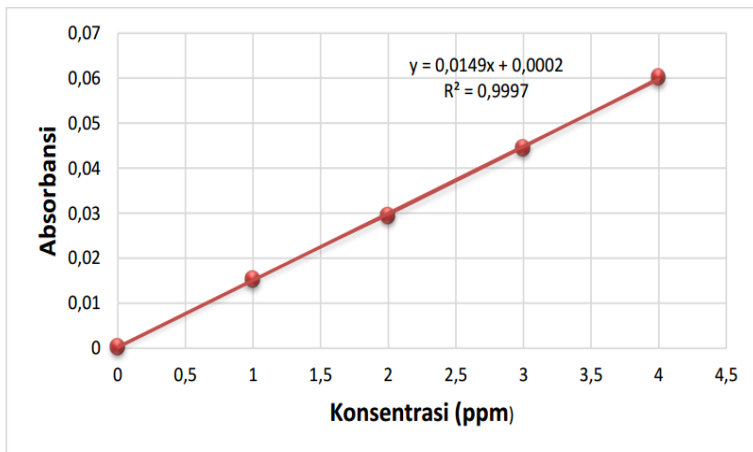


Hasil destruksi dengan berbagai variasi zat pengoksidasi

Lampiran 3: Kurva Kalibrasi Larutan Standar



Kurva Kalibrasi Larutan Standar Timbal



Kurva kalibrasi Larutan Standar Kadmium

Lampiran 4: Perhitungan

Perhitungan

$$\text{Konsentrasi Sebenarnya} = \frac{\text{konsentrasi hasil pembacaan} \times Fp}{\text{berat sampel}}$$

A. Destruksi basah terbuka (Pb)

1. Pelarut HNO₃ pekat

$$1a = \frac{\left(0,117 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 1 \times 10^{-2} \text{ L}}{\left(1 \times 10^{-3}\right) \text{ kg}} = 1,17 \text{ mg/kg}$$

$$1b = \frac{\left(0,119 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 1 \times 10^{-2} \text{ L}}{\left(1 \times 10^{-3}\right) \text{ kg}} = 1,19 \text{ mg/kg}$$

$$1c = \frac{\left(0,116 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 1 \times 10^{-2} \text{ L}}{\left(1 \times 10^{-3}\right) \text{ kg}} = 1,16 \text{ mg/kg}$$

2. pelarut H₂SO₄ pekat

$$2a = \frac{\left(0,291 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 1 \times 10^{-2} \text{ L}}{\left(1 \times 10^{-3}\right) \text{ kg}} = 2,91 \text{ mg/kg}$$

$$2b = \frac{\left(0,289 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 1 \times 10^{-2} \text{ L}}{\left(1 \times 10^{-3}\right) \text{ kg}} = 2,89 \text{ mg/kg}$$

$$2c = \frac{\left(0,292 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 1 \times 10^{-2} \text{ L}}{\left(1 \times 10^{-3}\right) \text{ kg}} = 2,92 \text{ mg/kg}$$

3. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1)

$$3a = \frac{\left(0,643 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 6,43 \text{ mg/kg}$$

$$3b = \frac{\left(0,646 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 6,46 \text{ mg/kg}$$

$$3c = \frac{\left(0,647 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 6,47 \text{ mg/kg}$$

4. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (1:1)

$$4a = \frac{\left(0,532 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,32 \text{ mg/kg}$$

$$4b = \frac{\left(0,533 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,33 \text{ mg/kg}$$

$$4c = \frac{\left(0,535 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,35 \text{ mg/kg}$$

5. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (2:1)

$$5a = \frac{\left(0,489 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,89 \text{ mg/kg}$$

$$5b = \frac{\left(0,492 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,92 \text{ mg/kg}$$

$$5c = \frac{\left(0,493 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,93 \text{ mg/kg}$$

6. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (5:1)

$$6a = \frac{\left(0,465 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,65 \text{ mg/kg}$$

$$6b = \frac{\left(0,462 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,62 \text{ mg/kg}$$

$$6c = \frac{\left(0,461 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,61 \text{ mg/kg}$$

B. Destruksi basah tertutup (*refluks*) (Pb)

1. Pelarut HNO₃ pekat

$$1a = \frac{\left(0,247 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 2,47 \text{ mg/kg}$$

$$1b = \frac{\left(0,246 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 2,46 \text{ mg/kg}$$

$$1c = \frac{\left(0,247 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 2,47 \text{ mg/kg}$$

2. pelarut H₂SO₄ pekat

$$2a = \frac{\left(0,318 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,18 \text{ mg/kg}$$

$$2b = \frac{\left(0,316 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,16 \text{ mg/kg}$$

$$2c = \frac{\left(0,315 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,15 \text{ mg/kg}$$

3. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1)

$$3a = \frac{\left(0,821 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 8,21 \text{ mg/kg}$$

$$3b = \frac{\left(0,824 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 8,24 \text{ mg/kg}$$

$$3c = \frac{\left(0,825 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 8,25 \text{ mg/kg}$$

4. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (1:1)

$$4a = \frac{\left(0,577 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,77 \text{ mg/kg}$$

$$4b = \frac{\left(0,579 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,79 \text{ mg/kg}$$

$$4c = \frac{\left(0,576 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,76 \text{ mg/kg}$$

5. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (2:1)

$$5a = \frac{\left(0,456 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,56 \text{ mg/kg}$$

$$5b = \frac{\left(0,455 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,55 \text{ mg/kg}$$

$$5c = \frac{\left(0,458 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,58 \text{ mg/kg}$$

6. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (5:1)

$$6a = \frac{\left(0,434 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,34 \text{ mg/kg}$$

$$6b = \frac{\left(0,430 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,30 \text{ mg/kg}$$

$$6c = \frac{\left(0,431 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,31 \text{ mg/kg}$$

C. Destruksi basah terbuka (Cd)

1. Pelarut HNO₃ pekat

$$1a = \frac{\left(0,244 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 2,44 \text{ mg/kg}$$

$$1b = \frac{\left(0,247 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 2,47 \text{ mg/kg}$$

$$1c = \frac{\left(0,245 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 2,45 \text{ mg/kg}$$

2. pelarut H₂SO₄ pekat

$$2a = \frac{\left(0,337 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,37 \text{ mg/kg}$$

$$2b = \frac{\left(0,339 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,39 \text{ mg/kg}$$

$$2c = \frac{\left(0,336 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,36 \text{ mg/kg}$$

3. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1)

$$3a = \frac{\left(0,661 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 6,61 \text{ mg/kg}$$

$$3b = \frac{\left(0,664 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 6,64 \text{ mg/kg}$$

$$3c = \frac{\left(0,665 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 6,65 \text{ mg/kg}$$

4. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (1:1)

$$4a = \frac{\left(0,557 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,57 \text{ mg/kg}$$

$$4b = \frac{\left(0,555 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,55 \text{ mg/kg}$$

$$4c = \frac{\left(0,557 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,57 \text{ mg/kg}$$

5. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (2:1)

$$5a = \frac{\left(0,473 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,73 \text{ mg/kg}$$

$$5b = \frac{\left(0,472 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,72 \text{ mg/kg}$$

$$5c = \frac{\left(0,471 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,71 \text{ mg/kg}$$

6. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (5:1)

$$6a = \frac{\left(0,466 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,66 \text{ mg/kg}$$

$$6b = \frac{\left(0,467 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,67 \text{ mg/kg}$$

$$6c = \frac{\left(0,469 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,69 \text{ mg/kg}$$

D. Destruksi basah tertutup (*refluks*) (Cd)

1. Pelarut HNO₃ pekat

$$1a = \frac{\left(0,317 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,17 \text{ mg/kg}$$

$$1b = \frac{\left(0,315 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,15 \text{ mg/kg}$$

$$1c = \frac{\left(0,317 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,17 \text{ mg/kg}$$

2. pelarut H₂SO₄ pekat

$$2a = \frac{\left(0,397 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,97 \text{ mg/kg}$$

$$2b = \frac{\left(0,396 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,96 \text{ mg/kg}$$

$$2c = \frac{\left(0,398 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 3,98 \text{ mg/kg}$$

3. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (0,5:1)

$$3a = \frac{\left(0,734 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 7,34 \text{ mg/kg}$$

$$3b = \frac{\left(0,730 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 7,30 \text{ mg/kg}$$

$$3c = \frac{\left(0,733 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 7,33 \text{ mg/kg}$$

4. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (1:1)

$$4a = \frac{\left(0,569 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,69 \text{ mg/kg}$$

$$4b = \frac{\left(0,563 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,63 \text{ mg/kg}$$

$$4c = \frac{\left(0,564 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 5,64 \text{ mg/kg}$$

5. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (2:1)

$$5a = \frac{\left(0,495 \frac{mg}{L}\right) x 1 x 10^{-2} L}{(1 x 10^{-3}) kg} = 4,95 \text{ mg/kg}$$

$$5b = \frac{\left(0,493 \frac{mg}{L}\right) \times 1 \times 10^{-2} L}{(1 \times 10^{-3}) kg} = 4,93 \text{ mg/kg}$$

$$5c = \frac{\left(0,491 \frac{mg}{L}\right) \times 1 \times 10^{-2} L}{(1 \times 10^{-3}) kg} = 4,91 \text{ mg/kg}$$

6. pelarut HNO₃ pekat + H₂SO₄ pekat (5:1)

$$6a = \frac{\left(0,483 \frac{mg}{L}\right) \times 1 \times 10^{-2} L}{(1 \times 10^{-3}) kg} = 4,83 \text{ mg/kg}$$

$$6b = \frac{\left(0,482 \frac{mg}{L}\right) \times 1 \times 10^{-2} L}{(1 \times 10^{-3}) kg} = 4,82 \text{ mg/kg}$$

$$6c = \frac{\left(0,484 \frac{mg}{L}\right) \times 1 \times 10^{-2} L}{(1 \times 10^{-3}) kg} = 4,84 \text{ mg/kg}$$

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

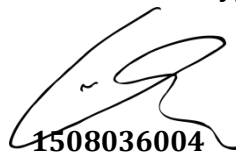
1. Nama Lengkap : Muhammad Nur Mukhayya
2. TTL : Kudus, 08 Oktober 1997
3. Alamat rumah : Besito 04/07 Gebog Kudus
4. HP : 085601125484
5. E-mail : nurmukhayya08@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal :
 - a. TK Flamboyan
 - b. SDN 2 Besito (Lulus 2009)
 - c. MTs NU TBS Kudus (Lulus 2012)
 - d. MA NU TBS Kudus (Lulus 2015)
 - e. UIN Walisongo (Lulus 2020)
2. Pendidikan Non Formal
 - a. Pondok Pesanten Darul Falah Be-Songo (Lulus 2019)

Semarang, Maret 2020

M Nur Mukhayya



1508036004