

**ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) DALAM
TOMAT (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) DI DAERAH INDUSTRI PABRIK
DENGAN DESTRUKSI BASAH TERTUTUP (REFLUKS) SECARA
SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

**Oleh:
IMELDA DEA PARMANA
NIM: 19630033**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) DALAM
TOMAT (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) DI DAERAH INDUSTRI
PABRIK DENGAN DESTRUKSI BASAH TERTUTUP (REFLUKS)
SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

**Oleh:
IMELDA DEA PARMANA
NIM. 19630033**

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) DALAM TOMAT (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) DI DAERAH INDUSTRI PABRIK DENGAN DESTRUKSI BASAH TERTUTUP (REFLUKS) SECARA SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

SKRIPSI

**Oleh:
IMELDA DEA PARMANA
NIM. 19630033**

**Telah Diperiksa dan Disetujui
Tanggal 20 September 2023**

Pembimbing I



**Diana Candra Dewi, M. Si
NIP. 19770720 200312 2 001**

Pembimbing II



**Rif'atul Mahmudah, M. Si
NIP. 19830125 202321 2 020**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



**Rachmayati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**

ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) DALAM TOMAT (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) DI DAERAH INDUSTRI PABRIK DENGAN DESTRUKSI BASAH TERTUTUP (REFLUKS) SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

SKRIPSI

Oleh:
IMELDA DEA PARMANA
NIM. 19630033

**Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 20 September 2023**

Ketua Penguji : Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

(.....)

Anggota Penguji I : Armeida Dwi Ridhowati Madjid, M.Si
NIP. 19890527 201903 2 016

(.....)

Anggota Penguji II : Diana Candra Dewi, M. Si
NIP. 19770720 200312 2 001

(.....)

Anggota Penguji III : Rif'atul Mahmudah, M. Si
NIP. 19830125 202321 2 020

(.....)

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**


Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imelda Dea Parmana

NIM : 19630033

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Analisis Kadar Logam Timbal (Pb)Dan Tembaga (Cu)
Dalam Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) Di Daerah Dekat
Industri Pabrik Dengan Destruksi Basah Tertutup (Refluks)
Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa susunan skripsi yang saya tuliskan merupakan hasil karya saya sendiri. Isi dalam skripsi baik berupa tulisan, data dan gambar bukan karya orang lain yang saya akui sebagai pemikiran saya sendiri. Namun, isi dalam skripsi dapat merupakan hak paten milik orang lain, seperti pencantuman sumber rujukan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari saya terbukti melakukan plagiasi terhadap karya tulis orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Malang, 20 September 2023
Yang membuat pernyataan,



Imelda Dea Parmana
NIM.19630033

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'amin..

Puji syukur tiada henti kehadiran Allah SWT yang telah menggariskan takdir terbaik dari do'a-do'a yang senantiasa dipanjatkan sehingga tugas akhir saya yang masih jauh dari kata sempurna ini dapat terselesaikan dengan baik.

Lantunan Al-Fatihah, beriring shalawat, dan do'a tiada henti, saya persembahkan karya sederhana ini kepada:

Kedua orangtua saya, Ibu Lilik Puji Astutik dan Alm. Bapak Suparman yang menjadi role model saya dan tak pernah lelah memanjatkan do'a-do'a terbaik untuk anak-anaknya, memberikan dukungan baik materil maupun non-materiil yang tak terhingga untuk dapat menyelesaikan karya sederhana ini. Kakak saya Efrina Eka Parmana yang juga selalu memberikan semangat dan dukungan.

Para dosen dan seluruh laboran program studi kimia khususnya ibu Diana Candra Dewi, M.Si selaku dosen pembimbing utama, ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si selaku pembimbing agama, ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku dosen wali, dan pak Taufiq selaku laboran analitik yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu yang berarti baik pada proses perkuliahan maupun penelitian sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Sahabat-sahabat perkuliahan yang selalu kebersamai dan memberi banyak suka cita, terimakasih sudah mau tumbuh bersama melewati banyak hal, sahabat semasa SMA (grup mesti ruwet) yang telah menemani dan memberi banyak kebahagiaan. Teman-teman se perbimbingan mbak Adinda Dwi, Yusha Hasna, Ananda Intan, dan Fadia serta orang-orang baik yang Allah kirimkan untuk menemani perjuangan saya dalam perkuliahan terima kasih untuk setiap do'a baik, pelajaran, nasehat, motivasi dan bantuan tanpa pamrih hingga detik ini yang sangat berharga bagi diri saya pribadi.

MOTTO

“Bersakit-sakit Dahulu Bersenang Senang Kemudian”

Untuk mencapai suatu tujuan diperlukan usaha yang maksimal, bukan hanya menguras tenaga, tetapi fikiran juga hati. Usaha yang kita lakukan tidak akan pernah mengkhianati hasil walaupun terkadang waktunya tidak sesingkat yang kita perkirakan, tetap berusaha dan berdoa dalam setiap proses.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul **“Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Dalam Tomat (Solanum Lycopersicum L.) Di Daerah Industri Pabrik Dengan Destruksi Basah Tertutup (Refluks) Secara Spektroskopi Serapan Atom”**. Dalam penulisan proposal penelitian ini, penulis haturkan ucapan terimakasih seiring doa kepada semua pihak yang telah membantu. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga proposal penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kepada Alm. Bapak, Ibu, dan Kakak yang telah memberi perhatian, nasihat, doa, serta dukungan moril dan materil sehingga penyusunan proposal penelitian ini dapat terselesaikan.
3. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Sri Hartini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Ibu Diana Candra Dewi, M. Si selaku dosen pembimbinga penelitian yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, serta memberi masukan dalam penulisan proposal penelitian.

7. Ibu Rif'atul Mahmudah, M. Si selaku dosen pembimbing agama yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu diperlukan kritik dan saran dalam upaya memperbaiki naskah proposal penelitian ini sehingga menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, semoga penyusunan proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, Amin.

Malang, 6 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.	i
HALAMAN PERSETUJUAN.	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.	x
ABSTRAK.	xi
ABSTRACT.....	xii
مُلَخَّصُ البَحْثِ	ixii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.	1
1.2 Rumusan Masalah.	6
1.3 Tujuan Masalah.	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Masalah.	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Tomat.	9
2.2. Komponen Kualitas Tanah.....	11
2.3. Logam Berat.....	12
2.3.1. Logam Timbal (Pb) Pada Tomat.	13
2.3.2. Logam Tembaga (Cu) Pada Tomat.	15
2.4. Penyerapan Logam Berat Oleh Tanaman.	16
2.5. Destruksi Basah Tertutup Analisis Logam Berat.....	18
2.6. Pengukuran dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).	20
2.7. Metode Kurva Standar.	24
2.8. Uji Taksonomi.....	25
2.9. Wilayah Industri Pabrik.	26
2.10. Analisis Data.	27
2.10.1. Uji One Way ANOVA.	27
2.10.2. Uji Korelasi.....	27
2.11. Makanan Halal Dan Thayyib Dalam Prespektif Islam.	28

BAB III METODOLOGI

3.1. Tempat Penelitian.....	31
3.2. Alat dan Bahan.	31
3.2.1. Alat.	31
3.2.2. Bahan.	31
3.3. Rancangan Penelitian.	31

3.4. Tahapan Penelitian.....	33
3.5. Metode Penelitian.....	33
3.5.1. Pengambilan Sampel.....	33
3.5.2. Preparasi Sampel.....	34
3.5.3. Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	35
3.5.4. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu).....	35
3.5.4.1. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb).....	35
3.5.4.2. Pembuatan Kurva Standar Tembaga (Cu).....	36
3.5.5. Tahap Pendestruksi dan Analisis SSA Sampel.....	36
3.5.5.1. Tahap Pendestruksi dan Analisis SSA Sampel Tomat.....	36
3.5.5.2. Tahap Pendestruksi dan Analisis SSA Sampel Tanah.....	37
3.5.6. Analisis Data.....	38
3.5.6.1. Uji <i>One Way</i> ANOVA.....	38
3.5.6.2. Uji Korelasi.....	39
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1. Uji Taksonomi.....	41
4.2. Pengambilan dan Preparasi Sampel.....	42
4.3. Pembuatan Kurva Standar.....	43
4.4. Destruksi Basah Tertutup (Refluks) Sampel Tomat dan Tanah.....	45
4.5. Hasil Analisis Kadar dan Uji Korelasi Logam Berat Sampel Tanah dan Tomat.....	47
4.6. Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dalam Tomat Menurut Prespektif Islam.....	51
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Vitamin Pada Tomat.....	10
Table 2.2 Parameter Selektivitas Analisis Unsur Pb dan Cu.....	24
Tabel 3.1 Pengaturan Instrumen.....	35
Tabel 3.2 Hasil Analisis Logam Berat Pb dan Cu Dalam Tomat.....	37
Tabel 3.3. Hasil Analisis Logam Berat Pb dan Cu Dalam Tanah.....	38
Tabel 3.4 Variabel Analisis <i>One Way</i> ANOVA.....	39
Tabel 4.1. Hasil Uji Korelasi Logam Pb Pada Tomat dan Tanah.....	48
Tabel 4.2. Hasil Uji Korelasi Logam Cu Pada Tomat dan Tanah.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Tomat.....	9
Gambar 2.2 Bagian Spektroskopi Serapan Atom.	21
Gambar 2.3 Hollow Cathode Lamp HCl.....	21
Gambar 3.1. Denah Lokasi Pengambilan Sampel.....	33
Gambar 4.1. Grafik Kurva Standar Pb.....	44
Gambar 4.2. Grafik Kurva Standar Cu.....	44
Gambar 4.3. Hasil Destruksi Sampel Tomat dan Sampel Tanah.....	47
Gambar 4.4. Grafik Kadar Logam Pb dan Cu Pada Sampel Tomat.	48
Gambar 4.5. Grafik Kadar Logam Pb dan Cu Pada Sampel Tanah.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian.	62
Lampiran 2 Diagram Alir.	63
Lampiran 2.1 Pengambilan Sampel.	63
Lampiran 2.2 Preparasi Sampel.	63
Lampiran 2.3 Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom.	64
Lampiran 2.4 Pembuatan Larutan Baku Timbal dan Tembaga.	65
Lampiran 2.5 Tahapan Pendestruksi dan Analisis SSA Sampel.	66
Lampiran 3 Perhitungan.	67
Lampiran 4. Hasil Uji Kurva Standar.	70
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Pada Masing-masing Sampel.	72
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.	80
Lampiran 7. Uji Statistik.	82

ABSTRAK

Parmana, Imelda Dea, 2023. “*Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Dalam Tomat (Solanum Lycopersicum L.) Di Daerah Dekat Industri Pabrik Dengan Destruksi Basah Tertutup (Refluks) Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA).*”. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Diana Candra Dewi M.Si. Pembimbing II: Rif’atul Mahmudah M. Si

Kata Kunci: Tomat, Timbal (Pb), Tembaga (Cu), SSA

Tomat (*Solanum lycopersium L.*) salah satu sayuran yang memiliki nilai gizi tinggi. Saat proses budidaya hingga pasca panen, tomat dapat tercemar oleh logam berat yang disebabkan oleh polusi udara, pencemaran tanah, penggunaan pupuk kimia berlebih dan lokasi penanaman atau lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada tomat sekaligus tanah yang ditanam disekitar lingkungan pabrik industri dengan destruksi basah (refluks) secara spektroskopi serapan atom (SSA).

Tahapan yang dilakukan meliputi pengambilan sampel dan preparasi sampel tomat serta tanah. Sampel tanah dan tomat didestruksi menggunakan refluks dengan zat pengoksidasi HNO₃:HCl sebanyak 20 mL pada suhu 100⁰C selama 3 jam. Setelah itu dilakukan pengukuran logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sampel tomat menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm untuk timbal (Pb) dan 324,8 nm untuk tembaga (Cu). Data yang diperoleh akan diolah menggunakan *One Way* ANOVA dan uji korelasi.

Hasil dari analisis kadar logam timbal (Pb) pada tomat dengan variasi jarak titik sampling dari pabrik berturut-turut adalah 1,3 mg/Kg, 1,2 mg/Kg, 1,6 mg/Kg, dan 1,04 mg/Kg, sedangkan pada sampel tanah dihasilkan 30,8 mg/Kg, 10,6 mg/Kg, 10 mg/Kg, 10 mg/Kg. Kadar logam tembaga (Cu) pada sampel tomat dihasilkan 0,604 mg/Kg, 0,595 mg/Kg, 0,591 mg/Kg, dan 0,26 mg/Kg, kemudian pada sampel tanah dihasilkan cemaran 80,5 mg/Kg, 63,7 mg/Kg, 55,6 mg/Kg, 47 mg/Kg. Hasil uji korelasi menunjukkan kadar Pb pada tomat dan tanah tidak berkorelasi, tetapi terdapat korelasi kadar logam Cu di tanah dan tomat.

ABSTRACT

Parmana, Imelda Dea, 2023. "Analysis of Lead (Pb) And Copper (Cu) Metal Level In Tomato (*Solanum Lycopersicum L.*) In Industrial Lokasi Of Factory With Closed Wet Destruction (Reflux) By Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)". Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Islamic University State of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I : Diana Candra Dewi M. Si. Supervisor II: Rif'atul Mahmudah M. Si

Key Word : Tomato, Lead (Pb), Copper (Cu), AAS

Tomato (*Solanum lycopersium L.*) is one of the vegetables that has high nutritional value. During the cultivation process and until after harvest, tomatoes can be polluted by heavy metals caused by air pollution, soil contamination, excessive use of chemical fertilizers and planting locations or land. This study aims to determine the levels of lead (Pb) and copper (Cu) in tomatoes as well as in soil grown around industrial plants by wet destruction (reflux) by atomic absorption spectroscopy (AAS).

The steps carried out include sampling and preparing tomato and soil samples. Soil and tomato samples were digested using reflux with the oxidizing agent HNO₃:HCl as much as 20 mL at a temperature of 100°C for 3 hours. After that, lead (Pb) and copper (Cu) metals were measured in tomato samples using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) at a wavelength of 283.3 nm for lead (Pb) and 324.8 nm for copper (Cu). The data obtained will be processed using One Way ANOVA and correlation tests.

The result of the analysis of lead metal content (Pb) in tomatoes with variations in the range of sampling points from the plant in succession was 1.3 mg/Kg, 1.2 mg/kg, 1.6 mg/kg, and 1.04 mg/km, whereas in the soil sample the result is 30.8 mg/ Kg, 10.6 mg/Kg, 10 mg/ Kg, 10mg/Kg. The metal content of copper (Cu) in the tomato sample was 0.604 mg / Kg, 0.595 mg/ Kg, 0.591 mg/ Kg, and 0.26 mg/Kg, then in the ground sample was produced 80.5 mg/ Kg, 63.7 mg/Kg, 55.6 mg /Kg, 47 mg/ Kg. The correlation test result showed that Pb levels in tomatoes and soil was not correlated, but there was a correlation in Cu metal levels in soil and tomatoes.

مُلَخَّصُ الْبَحْثِ

بَارْمَانَا، إِيْمِيلِدَا دِيَا ، ٢٠٢٢ . " تَحْلِيلُ مُسْتَوَيَاتِ الرَّصَاصِ (Pb) وَالنُّحَاسِ (Cu) الْمَعْدِنِيَّةِ فِي الطَّمَاظِمِ (Solanum lycopersicum L .) فِي الْمَنَاطِقِ الْقَرِيبَةِ مِنْ الْمَصَانِعِ الصَّنَاعِيَّةِ ذَاتِ التَّدْمِيرِ الرَّطْبِ الْمُعْلَقِ (الَارْتِجَاعُ) بِوَاسِطَةِ مَطْيَافِيَّةِ الْأَمْتِصَاصِ الدَّرِّيِّ . (SSA) قِسْمُ الْكِيمِيَاءِ، كَلِيَّةُ الْعُلُومِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا، جَامِعَةُ مَوْلَانَا مَالِكِ إِبْرَاهِيمِ الْإِسْلَامِيَّةِ الْحُكُومِيَّةِ، مَالَانَج . الْمَشْرِفَةُ الْأُولَى : دِيَانَا جَنْدَارَا دِيُوي الْمَاجِسْتِير؛ الْمَشْرِفَةُ الثَّانِيَّةُ : رَفْعَةُ الْمَحْمُودَةَ الْمَاجِسْتِير

الْكَلِمَاتُ الرَّئِيسِيَّةُ: طَمَاظِمٌ، رَصَاصٌ، نُحَاسٌ، SSA

الطَّمَاظِمِ (Solanum lycopersicum L .) هِيَ وَاحِدَةٌ مِنْ الْأُخْضِرَاتِ الَّتِي لَهَا قِيَمَةٌ غَدَائِيَّةٌ عَالِيَةٌ. أُنْتَاءَ عَمَلِيَّةِ الزَّرَاعَةِ حَتَّى مَا بَعْدَ بَانِيهِ، يُمَكِّنُ أَنْ تَتَلَوَّثَ الطَّمَاظِمُ بِالْمَعَادِنِ الثَّقِيلَةِ النَّاتِجَةِ عَنْ تَلَوُّثِ الْهَوَاءِ وَتَلَوُّثِ التُّرْبَةِ وَالِاسْتِخْدَامِ الْمَفْرُطِ لِلْأَسْمَدَةِ الْكِيمَاوِيَّةِ وَمَوَاقِعِ الزَّرَاعَةِ أَوْ الْأَرْضِ. يَهْدَفُ هَذَا الْبَحْثُ إِلَى تَحْدِيدِ مُسْتَوَيَاتِ فِلْزِ الرَّصَاصِ (Pb) وَالنُّحَاسِ (Cu) فِي الطَّمَاظِمِ وَكَذَلِكَ التُّرْبَةِ الْمَرْزُوعَةَ حَوْلَ الْبِنَاتِ الصَّنَاعِيَّةِ مَعَ التَّدْمِيرِ الرَّطْبِ (الَارْتِجَاعُ) بِوَاسِطَةِ التَّحْلِيلِ الطَّنْفِيِّ لِلْإَمْتِصَاصِ الدَّرِّيِّ. (SSA)

تَشْمَلُ الْمَرَاكِلُ الْمُنْفَذَةَ أَخَذَ الْعَيِّنَاتِ وَإِعْدَادَ عَيِّنَاتِ الطَّمَاظِمِ وَالتُّرْبَةِ ثُمَّ عَيِّنَاتُ ٠٠ جِرَامٍ ثُمَّ تَدْمِيرُ الْقَاعِدَةِ الْمُعْلَقَةِ بِاسْتِخْدَامِ الْعَوَامِلِ الْمُؤَكْسِدَةِ HCl : HNO₃ (٣:١) بِقَدْرِ ٢٠ مِلْ عَلَى عَيِّنَاتِ الطَّمَاظِمِ وَعَلَى HCl : HNO₃ (٥:٢) التُّرْبَةِ بِقَدْرِ ٢٠ مِلْ، ثُمَّ يَتِمُّ تَدْمِيرُهَا عَنْ طَرِيقِ الْإِرْتِجَاعِ عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةِ ١٠٠ دَرَجَةِ مَبْرُودَةٍ لِمُدَّةِ ٣ سَاعَاتٍ. بَعْدَ ذَلِكَ، تَمَّ إِجْرَاءُ قِيَاسَاتٍ لِمَعْدِنِ الرَّصَاصِ (Pb) وَالنُّحَاسِ (Cu) عَلَى عَيِّنَاتٍ بِاسْتِخْدَامِ التَّحْلِيلِ الطَّنْفِيِّ لِلْإَمْتِصَاصِ الدَّرِّيِّ (SSA) بِأَطْوَالٍ مُوجِبَةٍ تَبْلُغُ ٣ ٢٨٣ نَانُومِتْرٍ لِلرَّصَاصِ (Pb) وَ ٨ ٣٢٤ نَانُومِتْرٍ لِلنُّحَاسِ (Cu) سَتَتَمُّ مَعَالَجَةُ الْبِنَاتِ الَّتِي تَمَّ الْحُصُولُ عَلَيْهَا بِاسْتِخْدَامِ One Way ANOVA .

كَانَتْ نَتَائِجُ تَحْلِيلِ مُسْتَوَيَاتِ مَعْدِنِ الرَّصَاصِ (Pb) فِي الطَّمَاظِمِ مَعَ وُجُودِ اخْتِلَافَاتٍ فِي مَسَافَةِ نِقَاطِ أَخْذِ الْعَيِّنَاتِ مِنَ الْمَصْنَعِ عَلَى التَّوَالِي ٣. ١ مِغْ / كِغْ ، ٢. ١ مِغْ / كِغْ ، ١. ٦ مِلْغَمْ / كِغَمْ، وَ ٤. ١ مِلْغَمْ / كِغَمْ، بَيْنَمَا فِي عَيِّنَاتِ التُّرْبَةِ الْمُنْتِجَةِ ٨. ٣٠ مِلْغَمْ / كِغَمْ، ١٠. ٦ مِلْغَمْ / كِغَمْ، ١٠ مِغْ / كِغَمْ، ١٠ مِلْغَمْ / كِغَمْ. مُخْتَوَى مَعْدِنِ النُّحَاسِ (Cu) فِي عَيِّنَاتِ الطَّمَاظِمِ الْمُنْتِجَةِ ٤. ٦٠ مِلْغَمْ / كِغَمْ، ٥٩٥ مِغْ / كِغْ ، ٥٩١ مِغْ / كِغْ ، وَ ٢٦ مِغْ / كِغْ ، ثُمَّ فِي عَيِّنَاتِ التُّرْبَةِ الْمُنْتِجَةِ تَلَوُّثُ الْمَعَادِنِ (Cu) عَلَى التَّوَالِي ٥. ٨٠ مِلْغَمْ / كِغَمْ ، ٦٣. ٧ مِلْغَمْ / كِغَمْ، ٦. ٥٥ مِلْغَمْ / كِغَمْ ، ٤٧ مِلْغَمْ / كِغَمْ . فِي مَوَاقِعِ أَخْذِ الْعَيِّنَاتِ مَعَ الْإِخْتِلَافَاتِ فِي الْمَسَافَةِ مِنْ مَصَانِعِ سُكَّرِ الْكَرْيَبِيثِ أَثَّرَتْ عَلَى مُسْتَوَيَاتِ مَعْدِنِ الرَّصَاصِ (Pb) وَالنُّحَاسِ (Cu) تُظْهِرُ نَتَائِجَ إِخْتِبَارِ الْإِرْتِبَاطِ أَنَّ مُسْتَوَيَاتِ الرَّصَاصِ فِي الطَّمَاظِمِ وَالتُّرْبَةِ غَيْرِ مُرْتَبِطَةٌ، وَلَكِنَّ هُنَاكَ إِرْتِبَاطٌ بَيْنَ مُسْتَوَيَاتِ الْمَعَادِنِ النُّحَاسِيَّةِ فِي التُّرْبَةِ وَالتَّمَاظِمِ.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri akhir-akhir ini berdampak pada tingginya tingkat pencemaran, baik pencemaran udara, pencemaran tanah, pencemaran air maupun pencemaran suara. Bahan pencemar yang berbahaya, dihasilkan dari limbah rumah tangga, pertambangan, transportasi dan industri. Semakin tinggi limbah yang dihasilkan sumber pencemar, semakin tinggi pula tingkat pencemaran dalam tanah, air maupun udara (Khasanah, 2021).

Tanah yang tercemar menyebabkan adanya kandungan bahan kimia berbahaya atau logam berat (Napitupulu, 2008). Logam berat yang ada di dalam tanah akan terserap dan terakumulasi oleh tanaman (Tangahu, dkk, 2011). Putri (2020) menganalisa cemaran logam Pb pada berbagai tanaman trembesi di kawasan pabrik gula Kreet dan menunjukkan adanya logam timbal Pb pada tanaman yang berada di sepanjang trotoar sebanyak 0,94 mg/Kg .

Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul yang tinggi, dalam kadar yang rendah pada umumnya sudah beracun terhadap makhluk hidup karena dapat menyebabkan kematian, gangguan pertumbuhan dan morfologi pada organisme akuatik (Effendi dkk, 2012). Sumber timbal (Pb) dan tembaga (Cu) berasal dari luar tanah dan sangat perlu diperhatikan karena berhubungan erat dengan kesehatan manusia serta pertanian. Timbal (Pb) memiliki sifat toksik, yang sudah alami berada dalam tanah tempat tanaman tumbuh. Timbal berasal dari emisi buangan kendaraan bermotor dan limbah industri. Tembaga (Cu) memiliki sifat

toksik berasal dari pupuk anorganik, pestisida dan limbah industri. Kedua logam tersebut dapat terakumulasi pada makanan seperti sayuran dan berbahaya jika masuk dalam tubuh (Widowati, 2008).

Buah tomat merupakan komoditas yang multiguna, selain dikonsumsi segar, buah tomat juga dimanfaatkan untuk berbagai industri, misalnya sambal, saus, minuman, jamu dan kosmetik. Sebagai bahan makanan, kandungan gizi buah tomat tergolong lengkap terutama vitamin A dan vitamin C (Bernardius, 2002). Tanaman tomat sebagai salah satu jenis makanan yang banyak dikonsumsi manusia juga tidak lepas dari kontaminasi logam berat Pb dan Cu. Penggunaan pupuk yang berlebih yang banyak mengandung logam berat dan lokasi penanaman yang dekat dengan sumber pencemar akan sangat mempengaruhi akumulasi logam berat dalam tanaman tomat. Anagaw (2019) menunjukkan bahwa terdapat cemaran logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), kromium (Cr), dan kadmium (Cd) dalam sampel tomat dari Kawasan industri sebesar $Pb(0,48 \pm 0,02 \text{ ppm}) > Cu(0,39 \pm 0,002 \text{ ppm}) > Cr(0,32 \pm 0,014 \text{ ppm}) > Cd(0,025 \pm 0,001 \text{ ppm})$. Ratnasari (2013) juga melakukan penelitian kandungan logam total Pb dan Cu Pada sayuran tomat, wortel, kentang, timun, seledri dan kol dari sentra hortikultura daerah bedugul menginformasikan bahwa terdapat cemaran logam Pb sebesar 10,2989 mg/Kg dan Cu sebesar 1,6998 mg/Kg.

Melalui gambaran tersebut, wilayah pabrik gula Krebet dapat dijadikan sebagai titik pengambilan sampel. Salah satu alasan dijadikannya Pabrik Gula Krebet sebagai lokasi penelitian, yaitu daerah tersebut merupakan daerah industri dengan dampak pencemaran dan seringkali dilewati oleh kendaraan-kendaraan besar sehingga jumlah emisinya cenderung lebih banyak. Berdasarkan penelitian

sintaria (2016) melakukan penelitian terhadap analisis logam berat pada tiga jenis tumbuhan disekitar pabrik semen di daerah cileungsi, Bogor dengan perbedaan radius 1km, 3km, dan 5km lokasi pengambilan sampel dari wilayah pabrik industri, pada penelitian tersebut dilaporkan bahwa kadar Pb sebesar 9 mg/Kg dengan radius penanaman 1 km dari pabrik sedangkan pada tanaman yang berada pada radius 3km sebesar 7 mg/Kg dan pada radius 5km sebesar 2 mg/Kg.

Sebagai umat muslim sepatutnya kita menjaga dan tidak mencemari lingkungan, pencemaran lingkungan diakibatkan adanya logam berat sering kali disebabkan karena ulah manusia yang kurang bertanggung jawab sedangkan Allah memerintahkan umatnya untuk selalu menjaga lingkungan hidup dan melarang untuk melakukan kerusakan di muka bumi. Hal tersebut sesuai dengan penjelasan didalam Al-Qur'an surah Al-A'raf ayat 56 :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : "Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan" (Q.S. Al-A'raf:56).

Ayat tersebut menerangkan bahwa Allah Swt melarang berbuat kerusakan di bumi dalam bentuk apapun (Shihab 2000). Kemudian menurut Kemenag RI (2009) ayat tersebut menerangkan larangan merusak bumi termasuk dalam lingkungan hidup dan sumber-sumber penghidupan (seperti pertanian). Tomat adalah kelompok tanaman pertanian yang digunakan sebagai sumber pangan. Bagian terpenting pada penanaman tomat adalah tanah sebagai media tanam karena kualitas tanah yang baik mempengaruhi pertumbuhan tomat. Saat proses penanaman tanah dapat tercemar akibat ulah manusia seperti kegiatan industri.

Pencemaran tanah dapat diakibatkan oleh cemaran senyawa logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) yang berasal dari emisi udara industri gula yakni dari cerobong asap yang mengandung senyawa karbonmonoksida, sulfur dan logam lainnya yang berada di udara terbawa hujan dan jatuh pada tanah serta limbah cair yang mengandung logam berat Pb dan Cu yang kemudian mencemari tanah dan mengakibatkan timbulnya logam berat yang dapat diserap oleh tomat. Saat tomat terakumulasi dengan logam berat Pb dan Cu sayuran ini menjadi berbahaya jika dikonsumsi karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Penentuan kadar kandungan logam berat dapat ditentukan dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). Dalam proses analisis senyawa logam berat sampel perlu dilakukan destruksi atau pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya tujuannya untuk memudahkan saat proses analisis. Anggraeni (2018) melaporkan bahwa metode destruksi basah lebih baik daripada cara kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang sangat tinggi.

Destruksi basah dapat dilakukan secara tertutup menggunakan refluks. Prinsip menggunakan refluks yaitu menguap pada suhu tinggi ketika menggunakan pelarut volatile, tetapi ketika terbentuk uap akan mengakibatkan timbul embun pada kondensor. (Darmono, 1995). Metode tersebut dipilih karena memiliki keunggulan dibanding dengan metode basah terbuka, diantaranya lebih efisien, kemungkinan kontaminasi dari udara kecil, dan unsur-unsur yang mudah menguap tidak mudah hilang (Jalbani, dkk 2014). Metode destruksi basah tertutup prosesnya menggunakan bantuan asam kuat seperti HNO_3 , HClO_4 , H_2SO_4 , H_2O_2 dan HCl agar senyawa dalam sampel dapat menjadi unsur yang akan diteliti karena pemilihan

jenis asam untuk mendestruksi suatu bahan akan mempengaruhi hasil analisis (Habibi, 2020).

Penggunaan zat pengoksidasi asam nitrat dan asam klorida mempunyai kemampuan yang sangat tinggi sebagai agen pengoksidasi karena kombinasi campuran dari asam-asam kuat ini banyak digunakan dalam mendekomposisi padatan anorganik dan dapat memberikan dekomposisi sempurna, serta tidak menimbulkan interferensi pada saat penentuan kandungan logam berat secara spektrofotometri serapan atom, sehingga hasil yang akan diperoleh akurat (Trisunaryanti dkk, 2002). Proses destruksi dapat berjalan maksimal jika optimasi komposisi dan volume asam pendestruksi dipilih secara tepat. Berdasarkan Penelitian Wisnawa (2016) yang melakukan penelitian kadar logam berat Pb dan Cu pada buah stroberi dengan zat pengoksidasi $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ (3:1) terdapat cemaran logam Pb pada buah stroberi sebesar 2,5903-9,2019 mg/Kg dan cemaran logam Cu sebesar 0,8744-1,1567 mg/Kg. Selain itu Khan dkk (2012) juga menganalisis beberapa cemaran logam berat termasuk tembaga (Cu) pada pare menggunakan zat pengoksidasi HNO_3 dan HCl dengan rasio (3:1) dan didapat hasil kadar logam Cu sebesar 2,09 mg/kg.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian analisis kandungan logam berat pada tomat sehingga dapat meminimalisir masuknya logam berat pada tubuh melalui makanan yang dikonsumsi mengingat sesuai dengan Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 03725/B/SK/VII/89, tentang batas maksimum cemaran logam timbal (Pb) pada sayuran segar adalah 0,2 mg/kg sedangkan batas maksimum cemaran logam berat (Cu) pada sayuran segar adalah 5,0 mg/Kg. Nilai Ambang Batas (NAB) Logam

Berat pada tanah pertanian menurut *Ministry of state for population and Environment Of Indonesia and Dalhousie University, Canada (1992)* Pb sebesar 100 mg/Kg sedangkan Cu sebesar 60-125 mg/Kg.

Penelitian ini berjalan secara *experimental laboratory*, perlakuan yang dilakukan meliputi analisis logam berat dalam tomat dan tanah yang diambil dari perkebunan tomat dengan variabel jarak 500m, 2km, 4km, 6km tempat pengambilan sampel dari tempat pabrik industri. Sampel tomat yang telah didapatkan akan dicuci dengan air, sedangkan sampel tanah disaring menggunakan ayakan plastik. Sampel akan di keringkan kemudian dihaluskan dengan mortar dan alu. Selanjutnya Sampel tanah dan tomat didestruksi menggunakan refluks dalam suhu 100°C selama 3 jam dengan zat pengoksidasi HNO₃ : HCl sebanyak 20 mL dengan perbandingan (3:1) pada tomat dan (5:2) pada tanah. Sampel yang telah selesai di destruksi akan dianalisis menggunakan Spektroskopi serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm untuk analisis Pb dan 324,8 nm untuk analisis Cu. kemudian dilakukan proses perhitungan menggunakan Uji *oneway ANOVA* untuk mengetahui pengaruh perbedaan jarak tanam tomat dari pabrik dengan kandungan logam berat dan uji korelasi berfungsi menganalisis hubungan antara Logam Cu dan Pb pada tanaman tomat dengan tanah lahan penanaman.

1.2. Rumusan Masalah:

1. Berapa kadar logam berat Pb pada tanaman tomat dan tanah dengan perbedaan jarak tanam pada daerah industri pabrik?
2. Berapa kadar logam berat Cu pada tanaman tomat dan tanah dengan perbedaan jarak tanam pada daerah industri pabrik?

3. Bagaimana korelasi kadar logam Pb dan Cu pada tanaman tomat dengan tanah lahan penanaman?

1.3. Tujuan Penelitian:

1. Untuk mengetahui kadar logam berat Pb pada tanaman tomat dan tanah dengan perbedaan jarak tanam dari daerah industri pabrik.
2. Untuk mengetahui kadar logam berat Cu pada tanaman tomat dan tanah dengan perbedaan jarak tanam dari daerah industri pabrik.
3. Untuk mengetahui korelasi kadar Pb dan Cu pada tanaman tomat dengan tanah lahan penanaman

1.4. Batasan Penelitian.

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan adalah tanaman tomat dan tanah yang diambil dari 4 titik sampling dengan perbedaan jarak penanaman 500 m, 2 km, 4 km, 6 km dari PG Kreet Bululawang.
2. Metode yang digunakan adalah destruksi basah menggunakan refluks dengan zat pendestruksi yang digunakan $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ (3:1) pada sampel tomat dan $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ (5:2) pada analisis tanah.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Mengetahui seberapa banyak kadar logam berat Pb pada tanaman tomat dan tanah dengan perbedaan jarak tanam dari daerah industri.

2. Mengetahui seberapa banyak kadar logam berat Cu pada tanaman tomat dan tanah dengan perbedaan jarak tanam dari daerah industri.
3. Mengetahui korelasi kadar logam Pb dan Cu dalam tanaman tomat dengan tanah lahan penanaman

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Tomat.

Tomat termasuk tanaman setahun (annual) yang berarti umur tanaman ini hanya untuk satu kali periode panen. Setelah berproduksi kemudian mati. Tanaman ini berbentuk perdu atau semak dengan panjang bisa mencapai 2 meter (Syukur,dkk. 2015).



Gambar 2.1. Tanaman tomat (Direktorat Jenderal (Ditjen) Hortikultura Kementerian Pertanian (Kementan)).

Dalam sistematika tumbuh-tumbuhan, tomat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Tubiflorae

Famili : Solanaceae

Genus : Lycopersicum

Species : Solanum lycopersicum L.

Tanaman tomat dapat ditanam pada berbagai jenis tanah, antara lain andosol, alluvial, grumosol dan latosol yang masing masing mempunyai sifat fisik, khemis serta biologi yang berbeda satu dengan yang lainnya (Sarief, 1986). Tomat tumbuh di daerah dengan ketinggian 200-1500 mdpl. Tanaman tomat dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang kaya unsur hara, pH tanah 5-6, suhu udara 17-28⁰ C dan kelembapan diatas 60 % (Setyanungrum, 2014).

Tomat memiliki kalori dan lemak yang rendah, bebas kolesterol, sumber serat, protein, vitamin A, B6, dan C, beta-karoten, kalium (Kailaku *dkk.*, 2007), dan mineral (Hasanuzzaman *dkk.*, 2014). Di Amerika, tomat dan bahan makanan dari tomat adalah bagian terpenting dalam diet sehat (Xu *dkk.*, 2018).

Tabel 2.1. kandungan vitamin pada tomat (sumber:Syukur M. *dkk.* . 2015).

Kandungan Nutrisi	Jumlah Per 100 g
Air	94 g
Protein	1 g
Lemak	0,2 g
Karbohidrat	3,6 g
Ca	10 mg
Fe	0,6 mg
Mg	10 mg
P	16 mg
Vitamin A	1700 IU
Vitamin B1	0,1 mg
Vitamin B2	0,002 mg
Niacin	0,6 mg
Vitamin C	21 mg

Likopen adalah bahan alami yang banyak ditemukan pada buah yang berwarna merah misalnya tomat, semangka, aprikot, dan jambu merah (El-Raey *dkk.*, 2013). Likopen termasuk kelompok karotenoid (beta-karoten) dan antioksidan potensial. Likopen berperan sebagai antioksidan yang dapat menurunkan resiko penyakit kanker. Kandungan likopen pada tomat dapat meningkat setelah proses pemasakan misalnya saus tomat, jus, dan pasta (Kailaku *dkk.*, 2007). Tomat juga

mengandung vitamin C yang berfungsi dalam reaksi oksidasi-reduksi dalam tubuh. Vitamin C memiliki sifat yang bertolak belakang dengan likopen dimana vitamin C mudah rusak dalam proses pengolahan dan penyimpanan dengan adanya panas dan oksigen (BPOM, 2005).

2.2. Komponen dan Kualitas Tanah

Tanah merupakan komponen kunci dari ekosistem alami dan kelestarian lingkungan yang sebagian besar tergantung pada ekosistem tanah yang berkelanjutan (Ibe, dkk, 2014). Komposisi mineral, struktur kristal, dan kondisi lingkungan di sekitar tanah akan sangat berperan dalam menentukan sifat reaksi antara zat pencemar yang kontak dengan partikel tanah tersebut (Notodarmojo, 2005). Secara alami tanah telah mengandung berbagai unsur logam, unsur-unsur logam dominan adalah Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, unsur – unsur logam pada tanah ini berasal dari pelapukan batu-batuan (batuan induk), dan keberadaan unsur ini akan besar pengaruhnya terhadap sifat fisik dan kimia tanah (Alloway, 1995). Logam-logam tersebut umumnya termasuk logam yang mempunyai berat jenis kurang dari 5 gram/cm³ atau bukan logam berat. Sementara logam yang biasanya tidak terlalu banyak di tanah adalah logam berat. Logam ini mempunyai berat jenis lebih dari 5 gram/cm³ bernomor atom 22 sampai dengan 92 (Saeni, 2002).

Alloway (1995) mengatakan bahwa kelebihan logam berat dalam tanah bukan hanya meracuni tanaman dan organisme, tetapi dapat berimplikasi pada pencemaran lingkungan. Yaron dkk., (1996) serta Pendias dan Pendias (2000) menjelaskan logam berat dalam tanah terdiri atas berbagai bentuk, seperti bentuk yang terikat pada partikel organik, bentuk tereduksi (hidroksida), bentuk karbonat, bentuk sulfida dan bentuk larutan dalam tanah. Logam berat yang terdapat di dalam

tanah atau sedimen dapat melakukan proses pertukaran ion dan absorpsi terutama pada partikel halus dengan permukaan yang luas dan gugus bermuatan negatif, seperti tanah liat (kaolinit, klorit, montmorilonit) zat-zat humin (asam humus, asam fulfik, asam humin) dan oksida-oksida Fe dan Mn. Logam berat termasuk zat pencemar karena sifatnya yang stabil dan sulit untuk diuraikan. Selain itu juga dijelaskan bahwa logam berat dalam tanah yang membahayakan pada kehidupan organisme dan lingkungan adalah dalam bentuk terlarut. Akan tetapi logam berat di dalam tanah mampu membentuk kompleks dengan bahan organik dalam tanah sehingga menjadi logam yang tidak larut. Logam yang diikat menjadi kompleks organik ini sukar untuk dicuci serta relatif tidak tersedia bagi tanaman.

2.3. Logam Berat

Logam berat merupakan komponen alamiah lingkungan yang mendapatkan perhatian berlebih akibat bahaya yang mungkin ditimbulkan, berbahaya terutama apabila diserap oleh tanaman, hewan atau manusia dalam jumlah besar. Beberapa logam berat yang beracun meliputi As, Cd, Cu, Pb, Hg, Ni dan Zn (Wild, 1995). Sumber adanya logam berat dapat berasal dari sumber alami, maupun aktivitas manusia seperti domestik, pertanian, dan industri. Kehadiran pencemar seperti logam berat akan berpengaruh buruk terhadap proses-proses biologis organisme akuatik yang dapat mengancam keberlanjutan kehidupannya termasuk manusia melalui jalur jaringan makanan, sayuran, dan olahan lainnya (Patty, 2018).

2.3.1. Logam Timbal (Pb) Pada Tomat

Timbal (Pb) adalah logam berbahaya yang termasuk dalam kelompok non esensial dan berdampak buruk bagi lingkungan. Unsur dengan nomor atom 82 ini

mempunyai berat molekul 207,2 dengan titik leleh sebesar 327,46 dan titik didih 1740. Sifat fisik dari timbal yaitu memiliki warna abu-abu, dapat ditempa, dan dapat dibentuk (Windholz, 1976). Timbal memiliki sifat kimia aktif yang dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan. Logam ini sering digunakan pada industri kabel, baterai, cat (sebagai zat pewarna), penyepuhan, pestisida, dan yang paling banyak digunakan sebagai zat anticelup pada bensin (Darmono, 1995).

Ada beberapa sumber yang mengarah pada keberadaan timbal di udara. Sumber-sumber alternatif yang dianggap utama adalah pembakaran batu bara, asap dari pabrik yang memproses alkil timbal, oksida timbal, peleburan bijih timbal, dan alkil timbal dalam bahan bakar ini sangat mudah menguap termasuk transfer bahan bakar motor. Kadar timbal dari sumber alam sangat rendah dibandingkan dengan timbal dari knalpot kendaraan. Kontribusi pencemar udara terbesar berasal dari emisi gas buangan kendaraan bermotor, industri, pembangkit listrik dan kegiatan rumah tangga. Sehingga dapat menyebabkan menurunnya kualitas udara akibat emisi polutan dari hasil pembakaran bahan bakar. Bahan pencemar udara yang ditimbulkan dapat berupa gas ataupun partikulat (Mukhtar, 2013). Menurut Brass dan Straus (1981) yang disebutkan dalam Hasbiah, Mulyatna, dan Musaddad (2016), salah satu polutan yang dikeluarkan dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor adalah timbal. Paparan timbal terbesar adalah dari pembakaran bensin, yang menghasilkan berbagai komponen timbal, terutama $PbBrCl$ dan $PbBrCl \cdot 2PbO$ (Noviyanti, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Pasaribu dkk (2017) melaporkan terdapat cemaran logam timbal (Pb) dalam tanaman tomat dan kol yang ditanaman pada radius 5m dan 10m dari jalan raya di beberapa Kecamatan Kabupaten Karo,

pada penelitian tersebut disebutkan konsentrasi Pb tomat pada radius 5m dari jalan raya sebesar (4,01 mg/Kg) dan radius 10m dari jalan raya sebesar (3,10 mg/Kg).

Osma etem (2012) juga melakukan penelitian terhadap cemaran logam berat termasuk logam timbal (Pb) dalam tanaman tomat di kawasan perkotaan, pantai brook, perindustrian, dekat jalan raya, dan pedesaan di Istanbul Turki. Berdasarkan hasil penelitian disebutkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) pada buah tomat yang berada di kawasan perkotaan dan indutsrial relatif tinggi dari kawasan pedesaan dengan konsentrasi perkotaan (5,51 mg/Kg) > industri(4,76 mg/Kg) > pantai brook (4,75 mg/Kg) > dekat jalan raya (4,42mg/Kg) >pedesaan (4,69 mg/Kg).

Timbal yang masuk ke dalam pangan melalui kemasan, sayuran yang dapat masuk dalam tubuh dan membahayakan tubuh manusia dan menimbulkan beberapa penyakit. Timbal dapat terabsorpsi secara cepat pada saluran pencernaan dan menurun seiring bertambahnya usia. Anak-anak dapat mengabsorpsi timbal sekitar 30-50% sedangkan usia dewasa hanya 5-15%. Maka dari itu anak-anak lebih rentan terhadap pencemaran timbal (Pb) (Gad,2005b).Menurut Widowati (2008) dalam Rosita dan Sosmira (2017), keracunan akibat kontaminasi logam timbal (Pb) bisa menimbulkan berbagai macam hal, antara lain memperpendek umur sel darah merah, menurunkan jumlah sel darah merah dan kadar se-sel darah merah yang masih muda (retikulosit), serta meningkatkan kandungan besi (Fe) dalam plasma darah (Widowati, 2008).

2.3.2. Logam Tembaga (Cu) Pada Tomat

Tembaga merupakan salah satu unsur logam transisi yang berwarna coklat kemerahan dan merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik (Sunardi, 2006). Cu dengan nama kimia cuprum menempati posisi dengan nomor atom (NA)

29 dan mempunyai berat atom (BA) 63,546 (Palar,2004). Logam berat Cu merupakan salah satu logam berat yang termasuk bahan beracun dan berbahaya. Namun merupakan logam yang banyak dimanfaatkan dalam industri, terutama dalam industri elektroplating, tekstil dan industri logam (alloy). Ion Cu(II) dapat pula terakumulasi di otak, jaringan kulit, hati, pankreas, dan miokardium (Fitriyah dkk., 2013).

Cu dapat bersumber dari pengikisan (erosi) betuan mineral, debu-debu, dan partikulat Cu masuk ke dalam tatanan lingkungan akibat aktivitas manusia, antara lain berasal dari buangan industri yang menggunakan bahan baku Cu, industri galangan kapal, industri pengolahan kayu, serta limbah rumah tangga (Widowati, W., 2006) . Logam Tembaga (Cu) dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, baik itu pada strata perairan, tanah ataupun udara (lapisan atmosfer). Tembaga (Cu) yang masuk dalam ketiga strata lingkungan tersebut dapat datang dari bermacam-macam sumber (Palar, 2008).

Kandungan logam dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi diantara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanaman. Akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam, pH tanah, dan spesies tanaman (Darmono 1995). Menurut Hastuti, STP. PMHP Ahli Pertama Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan DIY tembaga (Cu) juga merupakan logam berat yang berbahaya. Komoditas sayuran rentan terhadap kontaminasi logam berat tembaga (Cu). Cemaran tembaga (Cu) terdapat pada sayuran dan buah-buahan yang disemprot dengan pestisida secara berlebihan.

Yanova (2016) melakukan penelitian analisis tingkat cemaran logam tembaga dan tingkat pendapatan usaha tani sayuran di kebun kartama dan kebun kompos melaporkan bahwa kadar logam Cu (tembaga) dalam sayuran dan tanah PSN sudah melewati baku mutu keputusan Dirjen POM RI yaitu 5,0 mg/Kg dan termasuk kategori tercemar logam Cu (tembaga). Sedangkan sampel sayuran Kebun KOMPPOS – EM (PSO) masih berada dibawah baku mutu dan termasuk kategori terkontaminasi. Penggunaan pupuk dan pestisida sintetis yang melebihi dosis dan terus – menerus mempengaruhi kadar logam Cu (tembaga) dalam sampel sayuran dan tanah secara signifikan.

Selain dari pupuk pestisida, logam tembaga (Cu) pada tanah maupun tanaman juga dapat bersumber dari lokasi penanaman yang berada pada daerah yang mudah tercemar seperti lingkungan pabrik, perkotaan, dan jalan raya. Kumar dkk (2019) melaporkan terdapat cemaran logam berat Cu pada tanah di kawasan industri india sebesar (3,780-86,360 mg/Kg).

2.4. Penyerapan Logam Berat oleh Tanaman Tomat.

Keberadaan logam berat termasuk Pb dan Cu pada tanaman terjadi karena adanya proses penyerapan logam pada media tanam seperti tanah oleh tanaman atau biasa disebut fitoakumulasi. Tanaman memiliki perbedaan kemampuan dalam menyerap logam dari tanah, hal ini dapat dipengaruhi oleh lama waktu tanam. Umur tanaman yang semakin bertambah, maka ukuran nukleus juga lebih besar sehingga mampu membentuk fitokhelatin untuk mengikat logam lebih banyak. Tak hanya itu, umur tanaman yang lebih lama juga mempengaruhi membran sel mitokondria dan kloroplas yang membantu mengikat logam yang masuk ke dalam sistem tanaman (Hernahadini dkk., 2020).

Alloway (1995) mengatakan bahwa logam berat dapat diserap oleh tanaman pada saat kandungan bahan organik dan kondisi kesuburan tanah rendah, selain itu komposisi dan pH tanah, serta kapasitas tukar kation (KTK) juga mempengaruhi perpindahan Pb dari tanah ke tanaman. Logam berat Pb pada keadaan ini akan terlepas dari ikatan tanah berupa ion yang bergerak bebas kemudian diserap oleh tanaman melalui pertukaran ion. Logam berat Pb terserap oleh akar tanaman apabila logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya. Hal ini akan mengakibatkan tanah akan didominasi oleh kation Pb, sehingga menyebabkan kation kation lain ketersediaannya berkurang dalam kompleks serapan akar.

Penyerapan logam berat oleh tanaman dibagi menjadi tiga, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan 13 lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut (Winata dkk, 2016). Logam dapat diserap oleh akar, selanjutnya dibawa masuk ke dalam sel akar kemudian logam diangkut melalui jaringan pengangkut xilem dan floem ke bagian tanaman lain. Agar pengangkutan terjadi secara efisien maka logam diikat oleh molekul khelat, molekul ini berfungsi sebagai pengikat logam yang dihasilkan oleh tanaman seperti histidin yang dapat mengikat Cr (Hartanti dkk., 2013).

2.5. Destruksi Basah Tertutup Analisis Logam Berat

Destruksi merupakan suatu perlakuan pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis. Istilah destruksi ini disebut juga perombakan, yaitu dari bentuk organik logam menjadi bentuk logam-logam anorganik. Destruksi basah lebih baik dari destruksi kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang tinggi. Prinsip dari destruksi basah adalah

perombakan sampel dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator. Berdasarkan penelitian Andriyaningrung (2018) terhadap perbandingan metode destruksi basah sistem terbuka dan tertutup terhadap analisis logam timbal (Pb) dalam sampel tanah di daerah bekas pertambangan melaporkan bahwa metode destruksi yang paling baik yaitu metode destruksi basah sistem tertutup dengan penggunaan asam HNO_3 , dengan nilai persen recovery 100,53% dengan konsentrasi logam timbal sebesar 13,565 mg/Kg. Salah satu metode destruksi basah tertutup dapat dilakukan dengan menggunakan refluks.

Destruksi menggunakan refluks (basah tertutup) adalah destruksi yang biasa dipakai untuk menganalisis timbal dan tembaga dalam suatu sampel. Destruksi menggunakan Refluks dilandasi pada karakter logam berat 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. Sampel didestruksi menggunakan larutan pendestruksi dan dipanaskan pada temperatur 100°C selama 3 jam, setelah proses destruksi sampel didinginkan kemudian disaring (Darmono, 1995).

Amalia (2020) melakukan penelitian terhadap kadar logam Hg dalam sedimen secara destruksi basah tertutup menggunakan refluks dengan variasi reagen pengoksidasi, waktu destruksi, dan suhu destruksi. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa reagen destruksi paling baik adalah asam nitrat dan asam

klorida hal ini menandakan bahwa kemampuan mengoksidasi dari reagen aqua regia lebih kuat dibanding reagen lainnya, selain itu dilakukan variasi suhu pengoksidasi antara 25⁰C, 85⁰C, dan 100⁰C dan didapatkan suhu destruksi paling optimum adalah 100⁰C hal ini membuktikan bahwa peningkatan suhu digesti akan meningkatkan kadar logam Hg. Seiring dengan meningkatnya suhu maka peristiwa tumbukan antara reagen dan sampel akan sering terjadi sehingga lebih banyak sampel yang terdestruksi, banyak terjadi perombakan matriks sampel menjadi matriks matriks tertentu. Sedangkan waktu paling optimum yang terbaik adalah 120⁰C karena Semakin lama proses penguraian matriks oleh agen pengoksidasi maka akan meningkatkan proses eksotermik yang akan berpengaruh pada proses pelarutan logam dari matriks sampel.

Proses destruksi membutuhkan pelarut berupa zat pendestruksi campuran atau tunggal. Menurut Sumardi (1981:507) Aqua regia yaitu campuran asam klorida pekat dan asam nitrat pekat mampu melarutkan logam logam mulia seperti emas dan platina yang tidak larut dalam HCl dan HNO₃ pekat. Gas clor (Cl₂) dan gas nitrosil klorida (NOCl) inilah yang mengubah logam menjadi senyawa logam klorida dan selanjutnya diubah menjadi kompleks anion yang stabil yang selanjutnya bereaksi lebih lanjut dengan Cl⁻. Asam nitrat dan aquaregia merupakan jenis asam yang kuat, HNO₃ merupakan asam yang paling utama dan sering digunakan saat proses destruksi, ratio asam nitrat lebih tinggi dari asam klorida karena semakin banyak asam nitrat yang digunakan semakin banyak senyawa organik yang terdekomposisi, karena komposisi dari asam nitrat terhadap senyawa organik seperti lemak, protein dan karbohidrat tinggi (Mateusz 2003).

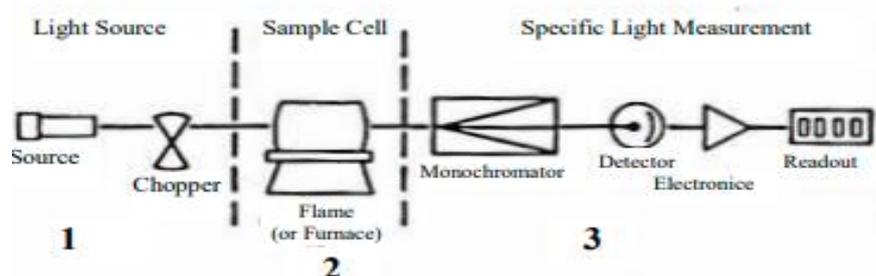
Wisnawa (2016) yang melakukan penelitian kadar logam berat Pb dan Cu pada buah stroberi dengan zat pengoksidasi HNO₃:HCl (3:1) terdapat cemaran

logam Pb pada buah stroberi sebesar 2,5903-9,2019 mg/Kg dan cemaran logam Cu sebesar 0,8744-1,1567 mg/Kg. Faizatul Hasanah (2018) melakukan penelitian terhadap logam berat pada akar gingseng jawa dengan variasi zat pengoksidasi HNO₃:HCl (3:1) (6:1) dan (3:1) didapatkan kadar logam tertinggi dengan perbandingan rasio HNO₃:HCl (3:1).

2.6. Pengukuran Logam Berat dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Spektrometri adalah metode analisis kuantitatif yang diukur berdasarkan jumlah radiasi yang dihasilkan atau diserap oleh spesies atom atau molekul analit. Bagian dari spektroskopi adalah spektroskopi serapan atom (AAS) (Skoog dkk., 2000). Menurut Darmono (1995) dalam Sutrisna, Juliantara dan Aprilianti (2018). Prinsip kerja spektroskopi serapan atom didasarkan pada penguapan larutan sampel, dimana logam-logam yang terkandung dalam larutan sampel diubah menjadi atom-atom bebas. Atom menyerap radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan oleh lampu katoda berongga yang mengandung unsur yang akan diukur. Kami kemudian mengukur penyerapan radiasi menurut panjang gelombang tertentu tergantung pada jenis logamnya (Sutrisna, Juliantara, Aprilianti, 2018).

Setiap alat SSA terdiri atas komponen-komponen pada gambar 2.2



Gambar 2.2. bagian bagian spektroskopi serapan atom (sumber: studi interferensi SSA)

1. Sumber radiasi

sumber sinar merupakan bagian spektroskopi yang berfungsi memberikan radiasi sinar pada atom-atom netral hingga terjadi absorpsi, yang diikuti peristiwa eksitasi atom. Sumber sinar biasanya diperoleh dari lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp_HCl*) yang memberikan energi sinar yang khas untuk setiap atom. HCL dapat berupa unsur tunggal atau kombinasi beberapa unsur (Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, dan Sn).



Gambar 2.3. Hollow Cathode Lamp HCl (Solikha, 2019)

2. Unit atomisasi (Atomiser nyala)

Tujuan Atomisasi untuk mendapatkan atom-atom netral Atomisasi dapat dilakukan dengan nyala api (paling banyak digunakan) atau tanpa nyala api. Tahap pembentukan atom dari larutan zat dapat dilakukan dengan 3 cara sebagai berikut :

A. menggunakan nyala (pembakar)

Proses nya menyemprotkan larutan sebelum memasukkannya dalam burner atau pembakar. Udara terkompresi(kompresor) sebagai oksidan kemudian ditiupkan ke ruang nebulisasi untuk menyedot larutan sampel dan membentuk aerosol. Kabut halus dari aerosol dicampur dengan bahan bakar dan diarahkan ke pembakar, sedangkan partikel yang lebih besar keluar melalui pembuangan (limbah).

B. Tanpa nyala (memakai tungku grafit)

Prosesnya dimulai dari dipanaskan tungku grafit menggunakan listrik (*electrical thermal*). Suhu dari tungku dapat diprogram sehingga pemanasan larutan dilakukan secara bertahap:

1. tahap pengeringan (desolvasi)
2. tahap pengabuan (volatilisasi, disosiasi)
3. tahap pendinginan
4. tahap atomisasi.

C. Tanpa panas (dengan penguapan)

Metode ini digunakan untuk menetapkan raksa (Hg), karena raksa pada suhu biasa mudah menguap dan berada dalam keadaan atom bebas.

3. Sistem Optik

Fungsi sistem optik adalah memfokuskan sinar dari sumber sinar, mengarahkannya kepada sampel dan kemudian meneruskannya ke monokromator sampai ke detektor.

4. Monokromator

Fungsi dari monokromator adalah mengisolasi sinar yang diperlukan (salah satu atau lebih garis-garis resonansi dengan λ tertentu) dari sinar (spektrum) yang dihasilkan oleh lampu katoda berongga, dan meniadakan λ yang lain. Peralatan yang digunakannya adalah cermin, lensa, filter, prisma atau kisi difraksi. Monokromator yang digunakan harus mampu memberikan resolusi yang terbaik, umumnya mempunyai resolusi 0,2 nm.

5. Detektor

Fungsi dari detektor adalah menentukan intensitas radiasi foton dari garis resonansi yang keluar dari monokromator dan mengubahnya menjadi arus listrik. Biasanya menggunakan tabung pengganda foton (*photo multiplier tube*). Syarat dari detektor adalah harus peka terhadap cahaya. Tenaga listrik yang dihasilkan dari detektor diteruskan ke amplifier, kemudian ke sistem pembacaan, dimana skala yang dibaca dapat dalam satuan % T atau absorbansi.

6. Amplifier

Berfungsi sebagai penguat sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor.

Parameter selektifitas metode uji adalah kemampuan untuk mengukur analit atau unsur yang dituju secara tepat dan spesifik dengan adanya komponen-komponen lain sebagai matriks. Parameter selektifitas diperoleh dengan cara menentukan kondisi analisis unsur Cu dan Pb yang optimal, yaitu dengan pengamatan serapan yang optimum pada panjang gelombang maksimum masing-masing unsur pada setiap perubahan arus lampu, lebar celah, laju alir cuplikan, laju alir udara, laju alir asetilen, dan tinggi pembakar. Berikut adalah data parameter selektivitas terbaik dalam mengukur kadar timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada spektroskopi serapan atom (SSA) terdapat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. parameter selektivitas analisis unsur Pb dan Cu

Parameter	Pb (a)	Cu (b)
Varian spectra	AA 240	AA 240
Panjang gelombang	283,3 nm	324,8 nm
Lebar celah	0,5 nm	0,5 nm
Lampu Katoda	Pb	Cu
Kuat arus HCL	10,0 Ma	10,0 Ma
Gas pembakar (Asetilen)	2,0 L/menit	2,0 L/menit
Gas pembakar udara	10,0 L/menit	10,0 L/menit

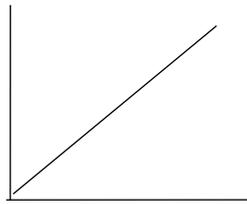
Sumber : Manual Book AA240 (1989)

2.7. Metode Kurva Standar

Kurva kalibrasi standar merupakan hubungan antara respons instrumen dan sejumlah (konsentrasi) tertentu analit yang sudah diketahui dan didapatkan persamaan garis yang menyatakan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi. Fungsi dari kurva kalibrasi untuk menentukan konsentrasi suatu zat dalam suatu sampel yang tidak diketahui dengan membandingkan yang tidak diketahui kedalam seperangkat sampel standar dari konsentrasi yang telah diketahui (Nisah, 2020). Pembuatan larutan kurva standar diawali dengan berbagai konsentrasi dan

absorbansi yang diukur dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA), yang kemudian diperoleh grafik hubungan antara konsentrasi I dengan absorbansi (A), yang merupakan garis lurus melewati titik nol dengan slope = b. konsentrasi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva standar atau dimasukkan dengan persamaan regresi linear pada kurva standar (Syahputra, 2004).

Grafik Kurva Standar



$$A = aC + b$$

Keterangan:

A = Absorbansi

C = Konsentrasi.

2.8. Uji Taksonomi.

Taksonomi adalah ilmu yang mempelajari identifikasi, tatanama dan klasifikasi suatu objek. Taksonomi tumbuhan merupakan salah satu bidang ilmu yang telah dipelajari sejak lama oleh manusia. Tujuan utama taksonomi tumbuhan adalah mengenal, menjelaskan ciri, variasi suatu tumbuhan, baik yang sekarang masih ada maupun yang dahulu pernah ada dalam suatu sistem yang sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Upaya mempelajari tumbuhan memerlukan pendekatan-pendekatan intelektual seperti pertelaan dan observasi, analitik dan eksperimen, sintetik dan teori. Data-data dikumpulkan dari lapangan, laboratorium, kebun raya, herbarium dan pustaka. Data-data ini sekarang dapat dianalisa dengan komputer dan didokumentasikan sebagai spesimen yang disimpan di herbarium,

koleksi hidup di kebun raya atau berupa publikasi maupun informasi tertulis yang disimpan di perpustakaan.

Proses klasifikasi makhluk hidup atau taksonomi dimulai dengan mengelompokkan beberapa individu yang memiliki persamaan ciri ke dalam satu kelompok. Kelompok-kelompok yang terbentuk dari hasil pengklasifikasian makhluk hidup tersebut disebut takson. Takson pada tingkat yang lebih rendah memiliki persamaan sifat dan ciri yang lebih banyak, sedangkan takson pada tingkat yang lebih tinggi memiliki persamaan sifat dan ciri yang lebih sedikit. Dalam biologi, taksonomi juga merupakan cabang ilmu tersendiri yang mempelajari penggolongan atau sistematika makhluk hidup. Sistem yang digunakan adalah penamaan dengan dua sebutan, yang dikenal sebagai tata nama binomial ataupun binomial nomenclature, yang diusulkan oleh Carl von Linne (Latin: Carolus Linnaeus), adalah naturalis berkebangsaan Swedia .

2.9. Wilayah Industri Pabrik

Pembangunan industri yang semakin berkembang bukan hanya menambah dampak positif sebagai penyedia lapangan kerja bagi masyarakat, namun turut pula menyebabkan dampak negatif apabila tidak dikelola secara benar. Salah satu dampak negatif yang timbul adalah limbah pabrik industri yang dapat mencemari udara, air dan tanah pada kawasan sekitarnya. Limbah pabrik yang dibuang ke sungai/badan air yang digunakan sebagai sumber air irigasi dan kegiatan manusia lainnya dapat berakibat buruk bagi kegiatan pertanian (Adji, 2008). Berdasarkan penelitian Khasanah (2021) terhadap analisis kadar logam berat Cu dan Pb pada lahan sawah pada daerah sekitar industri di Sidoarjo menunjukkan adanya cemaran logam Pb sebesar 1,65 mg/Kg dan cemaran logam Cu sebesar 0,69 mg/Kg.

Selain itu adanya industri pabrik juga menyebabkan pencemaran udara yang dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup, kerusakan lingkungan ekosistem, dan hujan asam. Kesehatan pada manusia akan terganggu akibat udara yang tercemar yang bisa mengakibatkan timbulnya penyakit seperti infeksi saluran pernapasan, paru-paru, jantung dan juga sebagai pemicu terjadinya kanker yang sangat berbahaya. Selanjutnya efek yang ditimbulkan pada lingkungan ekosistem adalah kerusakan dimana lingkungan ekosistem tempat tinggal berbagai macam makhluk hidup seperti akibat kebakaran hutan merusak tumbuh-tumbuhan dan hewan.

2.10. Analisis Data

2.10.1. Uji *One Way* ANOVA

Analysis of Variance atau disingkat sebagai ANOVA adalah sebuah metode analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis kesamaan rata-rata dari populasi yang berjumlah tiga atau lebih (Pritasari, Parhusip, & Susanto, 2013). Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel f. Jika nilai f hitung lebih dari f tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima H_1 dan menolak H_0 atau yang berarti ada perbedaan bermakna rata-rata pada semua kelompok (Hidayat, 2017).

ANOVA dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

- a. *One Way* ANOVA
- b. *Two Way* ANOVA
- c. Mixed ANOVA

Anova satu arah (*one way anova*) digunakan apabila yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Interaksi suatu kebersamaan antar faktor dalam mempengaruhi variabel bebas, dengan sendirinya

pengaruh faktor-faktor secara mandiri telah dihilangkan. Jika terdapat interaksi berarti efek faktor lain terhadap variabel terikat sejajar (saling berpotongan), maka antara faktor tidak mempunyai interaksi.

2.10.2. Uji Korelasi

Korelasi adalah cara yang digunakan untuk menentukan keeratan hubungan antara dua atau lebih variabel berbeda yang digambarkan dengan ukuran koefisien korelasi. Koefisien korelasi merupakan koefisien yang menggambarkan kedekatan hubungan antara dua atau lebih variabel. Besar kecilnya koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat antara dua variabel atau lebih, namun hanya menggambarkan hubungan linier antar variabelnya.

Korelasi juga berguna dalam mengukur tingkat kekuatan hubungan antara dua atau lebih variabel dalam rentang tertentu. Tingkat keeratan hubungan pada korelasi ini terletak antara rentang 0 hingga 1. Apabila koefisien korelasi bernilai positif dikatakan korelasi searah, dan sebaliknya jika koefisien korelasi bernilai negatif maka dikatakan korelasi tidak searah. Nilai koefisien korelasi terletak antara -1 hingga 1. -1 berarti terdapat hubungan negatif sempurna (terbalik), 0 berarti tidak memiliki hubungan sama sekali, dan 1 berarti memiliki hubungan positif sempurna (Wibowo, 2020).

2.11. Makanan Halal Dan Thayyib dalam Prespektif Islam

Makanan merupakan kebutuhan pokok manusia sebagai salah satu makhluk hidup ciptaan Allah Swt. untuk kelangsungan hidupnya. Allah menciptakan berbagai bahan pangan untuk dapat dimakan oleh manusia, namun setiap makanan yang masuk dalam tubuh manusia harus diperhatikan kehalalan dan kethayyiban,

Makanan halal adalah makanan yang diperbolehkan dalam syariat islam, sedangkan makanan thayyib adalah makanan yang memberikan manfaat baik bagi kesehatan tubuh (Shihab, 2000). Sebagaimana yang diterangkan pada Al-Qur'an Surah An-Nahl ayat 114

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِيَآئِهِ تَعْبُدُونَ

Artinya: *"Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya menyembah kepada-Nya"*

Tomat adalah tumbuhan dalam kelompok sayuran yang baik bagi tubuh. Pada dasarnya makanan yang berasal dari tumbuhan adalah halal . Hal ini ditinjau dari kategori halal secara zatnya, yang artinya pada dasarnya makanan tersebut halal untuk dikonsumsi karena berasal dari sesuatu yang diperbolehkan dalam islam dan tidak membahayakan kesehatan tubuh (thayyib). Buah tomat (*Solanum lycopersicum L.*) memiliki kandungan vitamin A dan C, serta senyawa anti penyakit yang baik untuk kesehatan terutama likopen (Winarti, 2010).

Manfaat likopen pada tubuh diantaranya yaitu dapat menghambat aktivitas stress oksidatif,meningkatkan aktivitas antioksidan dan berperan dalam proses non-oksidatif (diantaranya yaitu pengaturan respon imun dan pengaturan metabolisme). Manfaat tomat sangat banyak karena pada dasarnya tanaman di bumi diciptakan untuk memenuhi kebutuhan manusia sebagaimana yang telah dijelaskan pada Hadits riwayat Al-Bukhari:

مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا، أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ أَوْ بَهِيمَةٌ إِلَّا كَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ

Artinya: *"Dari Anas bin Malik ra. berkata: Rasulullah saw bersabda: Tak seorang pun Muslim yang menanam pohon atau menabur benih tanaman,*

lalu (setelah ia tumbuh) dimakan oleh burung, manusia, atau hewan lainnya, kecuali akan menjadi sedekah baginya" (HR. Al-Bukhari).

Hadits diatas menerangkan bahwa setiap yang menanam pohon dan merawatnya maka dia akan mendapatkan banyak manfaat dari tanaman tersebut. Seperti tomat yang memiliki berbagai manfaat baik bagi tubuh. Namun, saat proses penanaman tomat dapat rusak karena tercemar, cemaran tersebut dapat disebabkan karena penggunaan pupuk pestisida berlebih pada pertanian, limbah udara asap kendaraan, dan limbah pabrik. Akibat dari cemaran tersebut dapat menyebabkan adanya senyawa logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada tanah maupun tanaman secara langsung. Tomat yang tercemar oleh logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dapat keluar dari kata halal dan thayyib karena dampak dari adanya senyawa logam berat pada tomat menjadikan buah tersebut berbahaya jika dikonsumsi manusia karena sesuai keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 03725/B/SK/VII/89, tentang batas maksimum cemaran logam berat timbal (Pb) pada sayuran segar adalah 0,2 mg/kg sedangkan logam berat tembaga (Cu) adalah 5,0 mg/kg.

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa makanan halal dan thayyib adalah makanan yang diperbolehkan dalam islam menurut syara', sehat, aman dan membawa manfaat bagi tubuh. Namun, makanan dapat dikatakan haram dan tidak thayyib apabila mengandung unsur menjijikkan dan kotor seperti tomat yang tercemar oleh logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu), mendatangkan mudharat bagi kesehatan jasmani, moral dan akal, dan makanan yang diharamkan di dalam Al-Qur'an dan hadi Makanan halal dan thayyib dibagi dalam beberapa kategori (Samsuddin, 2020):

1. Halal secara zatnya

2. Halal secara memperolehnya
3. Halal secara pengolahannya
4. Halal secara penyajiannya

BAB III

METODOLOGI

3.1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-Juni 2023 di laboratorium kimia analitik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2. Alat dan Bahan.

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah plastik wrap, timbangan analitik, pipet tetes, botol semprot, pipet volume 1 mL, 2 mL, dan 5 mL, pipet ukur 20 mL, bola hisap, beaker glass 100 mL, corong gelas, cawan porselen, mortar, alu, pengaduk, gelas arloji, sendok takar, botol vial, gelas ukur 100 mL, labu ukur 25 mL, labu ukur 50 mL, sekop plastik, ayakan plastik, seperangkat instrumen Spektroskopi Serapan atom (SSA) varian *spectra* 240, lemari asam, pendingin (lemari es), kertas saring whatman No. 42.

3.2.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan yaitu tomat, larutan stok Pb 1000 ppm merk E-merck, larutan induk Cu 1000 ppm merk E-merck, asam nitrat pekat (HNO_3 p.a) 65%, HCl p.a 37%, aquades. Tanah pertanian.

3.3. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *experimental laboratory*, yaitu analisis logam berat Pb dan Cu pada tanaman tomat yang berada di daerah industri pabrik yang dianalisis

dianalisis dengan metode destruksi basah tertutup menggunakan Spektroskopi serapan atom (SSA). Sampel yang digunakan yaitu tomat dan tanah yang ditanam pada daerah dekat pabrik dengan perbedaan jarak tanam 500 m, 2km, 4km, dan 6km dari pabrik industri. Dalam setiap titik akan diambil 3 sampel mewakili lahan sekitar 1 hektar dengan berat rata-rata 80-100 gram. Selain itu diambil sampel tanah dari setiap lahan pada bagian tepi lahan tengah lahan dan ujung lahan yang mewakili lahan sekitar 800 m².

Preparasi sampel tomat dilakukan dengan cara tomat dicuci di air mengalir kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan alu. Selanjutnya dibuat larutan kurva standar timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Setelah itu, ditimbang masing masing 2 gram sampel yang sudah dipreparasi kemudian ditambahkan dengan HNO₃ 65% dan HCl (3:1) sebanyak 20 mL lalu didiamkan pada suhu ruang dan dimasukkan ke dalam labu alas bulat. Sedangkan pada sampel tanah sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu 60⁰C selama kurang lebih 24 jam. Kemudian ditimbang sampel seberat 0,5 gram dan didestruksi dengan zat pengoksidasi (HNO₃:HCl) dengan perbandingan (5:2) sebanyak 20 mL. Setelah itu, diletakkan dalam heating mantle dan didestruksi selama 3 jam pada suhu 100⁰C. Tahap selanjutnya adalah menentukan analisis logam timbal (Pb) dalam sampel tomat dan tanah menggunakan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm dan analisis logam tembaga (Cu) menggunakan panjang gelombang 324,8 nm. Setelah memperoleh data yang diinginkan dilakukan analisa data menggunakan uji *one way* ANOVA.

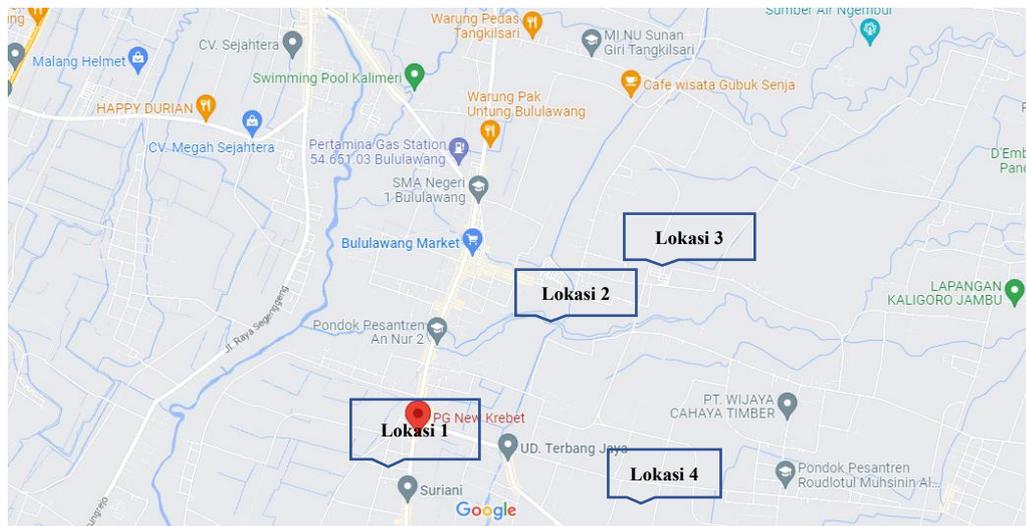
3.4. Tahapan penelitian

Adapun tahapan yang harus dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Pengambilan sampel
2. Preparasi sampel
3. Pengaturan alat Spektroskopi Serapan atom (SSA)
4. Pembuatan kurva standar timbal (Pb)
5. Pembuatan kurva standar tembaga (Cu)
6. Pendestruksian sampel menggunakan zat HNO_3 : HCl (3:1) pada sampel tomat dan tanah HNO_3 : HCl (5: 2) dan analisis menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA).
7. Analisis data.

3.5. Metode Penelitian.

3.5.1. Pengambilan Sampel



Gambar 3.1. Denah Lokasi Pengambilan Sampel

Buah tomat yang digunakan dalam penelitian ini buah tomat dengan berat rata rata 70 gram merupakan tomat lepas panen berwarna kekuningan dengan

diameter 4-8 cm. Buah tomat diambil dari lokasi yang memiliki perbedaan jarak dengan daerah industri pabrik. Tomat diambil dari lokasi 500m, 2km, 4km, dan 6km dari pabrik industri. Adapun lokasi tepat yang digunakan yaitu perkebunan sekitar PG Kreet Bululawang. Setiap lokasi akan diambil 3 buah tomat yang berada pada bagian tepi lahan, tengah lahan, dan ujung lahan yang mewakili lahan perkebunan seluas 1 hektar. Diambil juga tanah pada lahan tersebut untuk dilakukan uji cemaran logam berat pada tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan sekop plastik dan disimpan dalam plastik steril. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

3.5.2. Preparasi Sampel

3.5.2.1.Sampel Tomat.

Sampel yang didapat akan dibawa menuju laboratorium UIN Malang dalam wadah sampel. Sampel pada masing masing lokasi akan dicuci dengan air mengalir kemudian pada setiap lokasi diambil 3 buah tomat dan ditimbang sebanyak 50 gram kemudian dicampur tomat pada setiap lokasi dan dihaluskan menggunakan mortar dan alu.

3.5.2.2.Sampel Tanah.

Sampel tanah diambil dari setiap lahan tomat dengan berat 100 gram dan dibawa menuju laboratorium UIN Malang dalam wadah plastik steril. Sampel tanah sebanyak 100 gram pada masing masing lokasi akan di keringkan menggunakan oven dengan suhu 60⁰C kurang lebih selama 24 jam saring menggunakan saringan plastik kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan alu.

3.5.3. Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Sebelum menggunakan alat spektroskopi serapan atom (SSA), alat harus diatur sesuai dengan kaidah yang berlaku untuk setiap jenis logam yang akan dianalisis.

Tabel 3.1 Pengaturan instrumen SSA.

Parameter	Pb (a)	Cu (b)
Varian spectra	AA 240	AA 240
Panjang gelombang	283,3 nm	324,8 nm
Lebar celah	0,5 nm	0,5 nm
Lampu Katoda	Pb	Cu
Kuat arus HCL	10,0 Ma	10,0 Ma
Gas pembakar (Asetilen)	2,0 L/menit	2,0 L/menit
Gas pembakar udara	10,0 L/menit	10,0 L/menit

3.5.4. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu)

3.5.4.1. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

Pembuatan kurva standar Pb 10 mg/L diperoleh dengan cara memindahkan 1 mL larutan baku Pb 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan dengan HNO₃ 0,5 M hingga tanda batas. Larutan standar timbal (Pb) untuk kurva standar dibuat dengan cara memindahkan 0 mL; 1 mL; 2mL; 4 mL; 5 mL dan 6 mL larutan baku 10 mg/L ke dalam labu ukur 50mL, kemudian ditambahkan HNO₃ 0,5 M dan ditandabatkan. Larutan ini mengandung konsentrasi timbal 0 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,8 mg/L; 1 mg/L; 1,2 mg/L. Seluruh larutan standar timbal (Pb) dianalisis dengan spektroskopi serapan atom (SSA) pada kondisi optimum, akan diperoleh data berupa absorbansi dari masing-masing konsentrasi (Rohman, 2007).

3.5.4.2. Pembuatan Kurva Standard Tembaga (Cu)

Pembuatan kurva standar Cu induk 10 ppm dibuat dengan cara dipipet 1 mL larutan Cu 1000 mg/L, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M hingga tanda batas. Larutan standar 10 mg/L tersebut dipipet 0; 1; 2; 3; 4 dan 5 mL, dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan Cu 0mg/L; 0,2mg/L; 0,4mg/L; 0,6mg/L; 0,8mg/L; 1mg/L. Setelah itu larutan standar tembaga (Cu) dianalisis dengan spektroskopi serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 324,8 nm sehingga didapat data absorbansi masing-masing.

3.5.5. Tahap Pendestruksi dan Analisa SSA

3.5.5.1. Tahap Pendestruksi dan Analisis SSA Sampel Tomat

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram, dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan ditambahkan dengan 20 mL HNO₃ : HCl (3:1) dan didestruksi dengan refluks pada suhu 100⁰C selama 3 jam. Selanjutnya larutan hasil destruksi didinginkan pada suhu ruang dan disaring dengan kertas *Whatman* No. 42. Filtrat yang didapat dimasukkan kedalam labu ukur 25 mL, kemudian diencerkan menggunakan HNO₃ 0,5 M hingga tanda batas. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Setelah itu kadar timbal dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom pada panjang gelombang 283,3 nm dan kadar tembaga dianalisis menggunakan spektroskopi serapan atom pada panjang gelombang 324,8nm (Kim dkk, 2018).

Tabel 3.2. Hasil analisis logam berat Pb dan Cu dalam tomat variasi jarak lahan dari pabrik gula krebbe.

Sampel	Ulangan	Logam Berat	
		Timbal (Pb) _(a)	Tembaga (Cu) _(b)
Sampel Lokasi 1 Jarak 500m	Ulangan 1	S1 _(a) U1	S1 _(b) U1
	Ulangan 2	S1 _(a) U2	S1 _(b) U2
	Ulangan 3	S1 _(a) U3	S1 _(b) U3
Sampel Lokasi 2 Jarak 2km	Ulangan 1	S2 _(a) U1	S2 _(b) U1
	Ulangan 2	S2 _(a) U2	S2 _(b) U2
	Ulangan 3	S2 _(a) U3	S2 _(b) U3
Sampel Lokasi 3 Jarak 4km	Ulangan 1	S3 _(a) U1	S3 _(b) U1
	Ulangan 2	S3 _(a) U2	S3 _(b) U2
	Ulangan 3	S3 _(a) U3	S3 _(b) U3
Sampel Lokasi 4 Jarak 6km	Ulangan 1	S4 _(a) U1	S4 _(b) U1
	Ulangan 2	S4 _(a) U2	S4 _(b) U2
	Ulangan 3	S4 _(a) U3	S4 _(b) U3

3.5.5.2. Tahap Pendestruksi dan Analisa SSA Sampel Tanah

Sampel tanah ditimbang sebanyak 0,5 gram, dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan ditambahkan dengan 20 mL HNO₃ : HCl (5:2) dan didestruksi dengan refluks pada suhu 100⁰C selama 3 jam. Selanjutnya larutan hasil destruksi didinginkan pada suhu ruang dan disaring dengan kertas Whatman No. 42. Filtrat yang didapat dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan menggunakan HNO₃ 0,5 M hingga tanda batas. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Setelah itu kadar timbal dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom pada panjang gelombang 283,3 nm dan kadar tembaga dianalisis menggunakan spektroskopi serapan atom pada panjang gelombang 324,8nm (Fadhillah, 2018).

Tabel 3.3. Hasil analisis logam berat Pb dan Cu dalam tanah variasi jarak lahan dari pabrik gula krebbe.

Sampel	Ulangan	Logam Berat	
		Timbal (Pb) _(a)	Tembaga (Cu) _(b)
Sampel Lokasi 1 Jarak 500m	Ulangan 1	S1 _(a) U1	S1 _(b) U1
	Ulangan 2	S1 _(a) U2	S1 _(b) U2
	Ulangan 3	S1 _(a) U3	S1 _(b) U3
Sampel Lokasi 2 Jarak 2km	Ulangan 1	S2 _(a) U1	S2 _(b) U1
	Ulangan 2	S2 _(a) U2	S2 _(b) U2
	Ulangan 3	S2 _(a) U3	S2 _(b) U3
Sampel Lokasi 3 Jarak 4km	Ulangan 1	S3 _(a) U1	S3 _(b) U1
	Ulangan 2	S3 _(a) U2	S3 _(b) U2
	Ulangan 3	S3 _(a) U3	S3 _(b) U3
Sampel Lokasi 4 Jarak 6km	Ulangan 1	S4 _(a) U1	S4 _(b) U1
	Ulangan 2	S4 _(a) U2	S4 _(b) U2
	Ulangan 3	S4 _(a) U3	S4 _(b) U3

3.5.6. Analisis Data

3.5.6.1 Uji *One Way* ANOVA

Data pembuatan kurva standar memiliki hubungan antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) maka nilai yang dapat diketahui adalah slope dan intersep, kemudian nilai dari konsentrasi Pb dalam sampel dapat diketahui dengan memasukkan kedalam persamaan regresi linier dengan menggunakan hukum *Lambert Beer*, yaitu:

$$Y = bx + a \dots \dots \dots (3.2)$$

Y = Absorbansi sampel
X = Konsentrasi sampel
A = Intersep
B = Slope

Berdasarkan perhitungan regresi linear, dapat diketahui kadar logam timbal dengan menggunakan persamaan 3.3

$$\text{Kadar logam (mg/kg)} : \frac{b \times V}{m} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana: b = Kadar yang terbaca instrumen ppm
V = Volume larutan (L)
F = Faktor pengenceran
m = Berat sampel

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *one way* anova dengan tujuan mengetahui apakah variasi jarak tanam tomat dengan pabrik industri mempunyai pengaruh dalam pembacaan konsentrasi Pb terukur dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jika H_0 ditolak, maka ada pengaruh variasi jarak tanam tomat dengan pabrik terhadap kadar logam timbal.
2. Jika H_0 diterima, maka tidak ada pengaruh variasi jarak tanam tomat dengan pabrik terhadap kadar logam timbal.

Tabel 3.4 Variabel analisis *one way* ANOVA

Variabel Terikat	Variabel Bebas
Pb	Tempat Pengambilan Sampel
Cu	Tempat Pengambilan Sampel

3.5.6.2. Uji Korelasi

Korelasi sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan di antara dua variabel, dan jika ada hubungan, bagaimana arah hubungan tersebut. Uji korelasi digunakan untuk menentukan hubungan kadar logam berat Pb dan Cu pada tanah dan tanaman tomat. Keeratan hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain biasa disebut dengan Koefisien Korelasi yang ditandai dengan “r”. Terdapat dua dari beberapa teknik korelasi yang sangat populer sampai sekarang yaitu Korelasi Pearson Product Moment dan Korelasi Rank Spearman. Korelasi Pearson merupakan korelasi sederhana yang hanya melibatkan satu variabel terikat (dependent) dan satu variabel bebas (independent). Korelasi Pearson menghasilkan koefisien korelasi yang berfungsi untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Jika hubungan dua variabel tidak linier, maka koefisien korelasi

Pearson tersebut tidak mencerminkan kekuatan hubungan dua variabel yang sedang diteliti, meski kedua variabel mempunyai hubungan kuat. Koefisien korelasi ini disebut koefisien korelasi Pearson karena diperkenalkan pertama kali oleh Karl Pearson tahun 1990 (Firdaus, 2009).

Uji Korelasi dilakukan menggunakan SPSS dengan ketentuan berikut:

1. jika nilai Signifikansi $< 0,05$ maka berkorelasi,
2. jika nilai Signifikansi $> 0,05$ maka tidak berkorelasi.
3. jika Uji Korelasi Pearson $> r$ tabel maka berhubungan,
4. jika Uji Korelasi Pearson $< r$ tabel maka tidak berhubungan.

BAB IV

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam Pb dan Cu pada tanaman tomat dan tanah yang ditanam pada daerah sekitar pabrik gula Kreet, menggunakan destruksi basah tertutup dengan refluks. Kadar logam Pb dan Cu pada tomat dan tanah kemudian diukur menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA).

4.1. Uji Taksonomi

Taksonomi tumbuhan adalah cabang ilmu dari botani yang mempelajari identifikasi, tata nama dan klasifikasi tumbuhan. Uji taksonomi tanaman tomat dilakukan di laboratorium Universitas Brawijaya Malang pada bulan Maret 2023. Setiap buah pada lokasi yang berbeda diuji untuk mengetahui apakah memiliki klasifikasi tanaman yang berbeda. Berdasarkan deskripsi karakter dan kunci identifikasi pada Flora Of Java (*Backer dan Van den Brink, 1968*), volume III, halaman 464, sampel tomat dengan kode sampel lokasi 1, lokasi 2, lokasi 3 dan lokasi 4, diidentifikasi sebagai:

Familia : *Solanaceae*
Genus : *Solanum*
Species : *Solanum lycopersicum L.*
Nama Lokal : Tomat

Darmono (1995) menyatakan bahwa akumulasi logam berat dalam tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan logam dalam tanah saja tetapi juga dapat tergantung pada spesies tanaman yang sensitif terhadap logam berat tertentu. Namun berdasarkan hasil uji taksonomi menunjukkan bahwa tomat pada 4 lahan yang berbeda memiliki spesies yang sama sehingga spesies tidak berpengaruh

dalam akumulasi logam berat pada tanaman tomat.

4.2. Pengambilan dan Preparasi Sampel

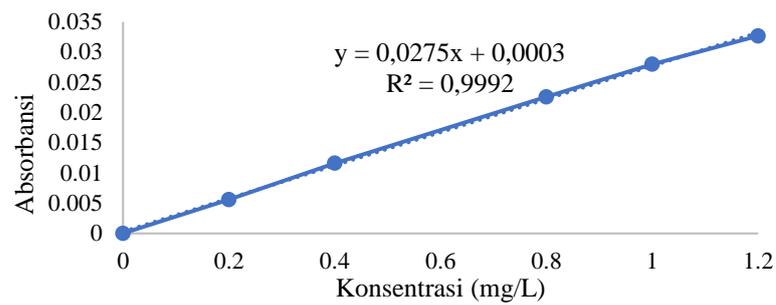
Sampel yang diamati adalah tomat dengan spesies yang sama pada semua lahan (*Solanum lycopersicum L.*) dan tanah yang digunakan sebagai media tanam yang diambil pada bulan Maret secara bersamaan. Teknik pengambilan sampel diambil secara acak dari 4 lokasi dengan perbedaan jarak dari pabrik gula yakni lokasi 1 (500m), lokasi 2 (2km), lokasi 3 (4km), dan lokasi 4 (6km) dari Pabrik Gula Kreet. Sampel tomat diambil sebanyak 3 buah pada setiap lahan bagian depan, tengah dan belakang ladang tomat yang dimaksudkan bahwa sampel tersebut dapat mewakili setiap lahan. Berat rata-rata sampel berkisar 70 gram sesuai dengan berat rata-rata setiap buah tomat pada masa panen pada setiap lahan. Sampel tomat dimasukkan kedalam plastik yang bertujuan mengawetkan dan menjaga kebersihan sampel selama menuju ke laboratorium. Sampel tanah diambil pada lokasi yang sama dengan tomat diambil 100 gram tanah pada setiap lokasi dan dimasukkan pada plastik kemudian dibawa ke laboratorium agar tanah terhindar dari pengotor.

Sampel tomat dicuci dan dihaluskan agar tercampur rata setiap tomat pada bagian lahan yang berbeda kemudian ditimbang sebanyak 2 gram untuk didestruksi. Sedangkan sampel tanah dioven selama 24 jam dalam suhu 60°C agar menghasilkan tanah yang kering sehingga memudahkan proses pengayakan dan sampai massa konstan selain itu agar mampu mencegah pertumbuhan mikroba, menghilangkan kadar air, mencegah reaksi enzimatik dan timbulnya jamur (Asmorowati, 2020). Sampel tanah diayak menggunakan ayakan plastik untuk menyamakan ukuran tanah kemudian ditimbang sebanyak 0,5 gram.

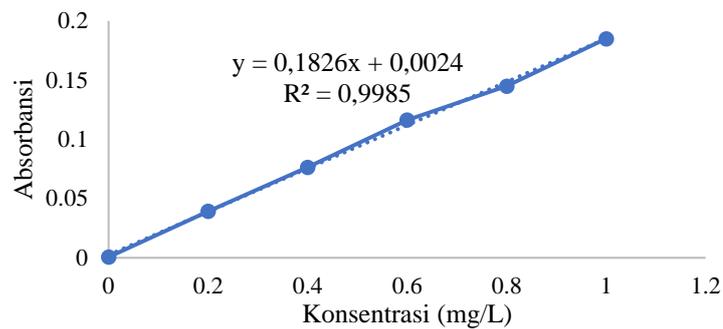
4.3. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu)

Kurva standar merupakan kurva hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, pembuatan kurva digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur yang tidak diketahui dalam suatu larutan. Pembuatan kurva standar dilakukan dengan cara membuat larutan kurva logam Pb dan Cu dengan rentang konsentrasi tertentu, kemudian instrument dikalibrasi menggunakan larutan yang disebut larutan standar yang sudah diketahui konsentrasinya. Pengukuran serapan dianalisis menggunakan SSA pada panjang gelombang yang spesifik untuk setiap logam.

Hasil pengukuran serapan yang didapat diplotkan untuk memperoleh kurva standar dan persamaan garis linearnya. Kurva standard dibuat berdasarkan persamaan garis linear yaitu $y = ax \pm b$, dimana y merupakan absorbansi yang didapat dari hasil pengukuran sedangkan a dan b adalah konstanta yang akan ditentukan oleh nilai slope. Hubungan antara nilai absorbansi dengan larutan standar akan menghasilkan kurva garis lurus. Berdasarkan hukum *Lambert-Beer*, absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi. Hal ini menunjukkan semakin besar konsentrasi larutan, maka nilai absorbansi akan semakin besar pula. Data yang didapat dibuat kurva kalibrasi logam Pb dan Cu dengan membandingkan konsentrasi larutan standar (x) terhadap absorbansi (y) ditunjukkan pada gambar 4.1. dan 4.2.



Gambar 4.1. Grafik Kurva standar logam timbal (Pb)



Gambar 4.2. Grafik Kurva Standar Logam tembaga (Cu)

Berdasarkan Gambar 4.1. dan 4.2. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tinggi juga nilai absorbansi, sehingga diperoleh persamaan regresi linier $y = 0,02757x + 0,00022$ untuk logam Pb dan $y = 0,18260x + 0,00242$ untuk logam Cu. Dalam hal ini y merupakan absorbansi, a adalah slope, x adalah konsentrasi, dan b merupakan intersep. Berdasarkan kurva standar dua logam tersebut masing-masing memiliki nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9992 untuk logam Pb dan 0,9985 untuk logam Cu. Nilai (R^2) yang didapat sudah mendekati 1 sehingga kurva standar tersebut sudah cukup baik dan linier. Dari persamaan regresi linier tersebut dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi sampel karena adanya hubungan linier antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A).

Limit deteksi (LOD) merupakan parameter uji batas terkecil yang dimiliki oleh suatu alat atau instrument untuk mengukur sejumlah analit tertentu dan limit kuantitasi (LOQ) merupakan jumlah analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur dengan akurat dan presisi oleh alat/instrument. Nilai LOD yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 0,0472377 mg/Kg untuk logam Pb dan 0,049013 mg/Kg untuk logam Cu, artinya jika konsentrasi (Pb) yang terukur dalam instrumen 0,0472377 mg/Kg, maka dapat dipastikan bahwa sinyal tersebut dari logam Pb begitupun dengan logam (Cu). Apabila konsentrasi (Pb) dan (Cu) dibawah limit deteksi maka sinyal yang ditangkap oleh alat berasal dari pengganggu (noise). Nilai LOQ yang didapat dari penelitian ini sebesar 0,1574 mg/L untuk logam Pb dan 0,1633 mg/Kg untuk logam Cu.

4.4. Destruksi Basah Tertutup (Refluks) Sampel Tomat dan Tanah

Destruksi merupakan proses perombakan senyawa organik pada sampel tomat dan tanah. Saat awal perlakuan terjadi perubahan massa tanah yang didestruksi dari 2 gram menjadi 0,5 gram hal ini karena hasil kadar logam pada tanah tidak terbaca instrument sebab terlalu tinggi dari kapasitas alat. Sampel masing-masing ditambahkan 20 mL zat pengoksidasi $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ dengan rasio zat pengoksidasi yang berbeda pada sampel tomat dan tanah, karena saat sampel tanah menggunakan rasio (3:1) masih menyisahkan bulir tanah pada hasil destruksi kemudian diubah menjadi (5:2) sehingga mampu mengurangi buliran tanah pada sampel karena bahan organik merupakan salah satu bahan yang membuat butir-butir tanah tersebut melekat sehingga perlu penambahan zat oksidasi utama yang dapat menghancurkan bahan organik dan melepas butir-butir tanah yang saling melekat.

Pada metode destruksi, dilakukan penambahan HNO_3 sebagai pengoksidasi karena termasuk pelarut logam yang baik, Pb teroksidasi oleh HNO_3 sehingga menjadi larut. Asam nitrat dikombinasikan dengan HCl sebagai campuran asam untuk mendestruksi, dimana HCl bertindak sebagai katalisator (Rusnawati dkk., 2018). Menurut (Low dkk, 2012 dan Lazarus dkk, 2013) reaksi yang terjadi antara senyawa organik dengan zat pengoksidasi terdapat pada persamaan 4.1.



Pada persamaan 4.1, $(\text{CH}_2\text{O})_x$ dimisalkan senyawa organik yang berada pada sampel yang selanjutnya didekomposisi (dioksidasi) oleh HNO_3 menghasilkan CO_2 dan H_2O , sedangkan gas NO_2 dihasilkan selama oksidasi bahan organik, dimana gas NO yang diuapkan dari larutan dan bereaksi dengan oksigen dan membentuk NO_2 . Terputusnya ikatan senyawa organik dalam sampel merupakan proses dekomposisi bahan organik oleh asam nitrat. Senyawa logam akan terputus dari senyawa organik dan mengalami oksidasi menjadi M^{2+} .

Destruksi dilakukan pada suhu 100°C selama 3 jam menggunakan destruksi basah tertutup dengan refluks. Suhu tersebut merupakan suhu yang tepat karena suhu tersebut berada dibawah titik didih asam nitrat dan asam klorida sehingga mampu meminimalisir penguapan larutan pendestruksi yang sering terjadi secara berlebihan dan destruksi dapat berlangsung maksimal selain itu, dengan adanya sistem kondensasi pada destruksi tertutup menggunakan refluks dapat mencegah

menguapnya zat pengoksidasi secara berlebihan. Setelah proses destruksi selesai didapat sampel jernih seperti yang terdapat pada gambar 4.3.



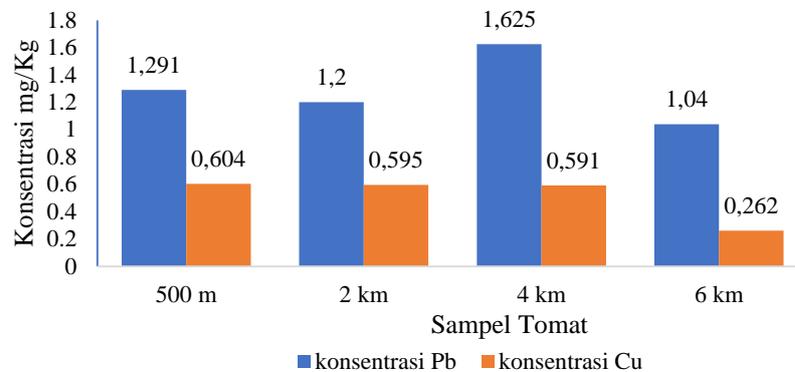
Gambar 4.3. Hasil Destruksi sampel tomat (kiri) dan sampel tanah (kanan).

Sampel tanah yang didestruksi menghasilkan warna larutan yang lebih kuning dari larutan destruksi sampel tomat hal ini karena kandungan logam Cu pada tanah sangat tinggi lebih tinggi dari sampel tomat menurut (Pambudi, 2018) umumnya logam Cu berwarna kuning kemerahan (orange). Setelah didestruksi larutan didinginkan dan larutan disaring untuk menyaring kemungkinan residu pada larutan yang dapat mengganggu jalannya analisis sampel dengan AAS. Setelah disaring sampel di tandabatkan menggunakan HNO_3 0,5 M pada labu ukur 25 mL untuk sampel tomat sedangkan pada sampel tanah ditandabatkan pada labu ukur 50 mL, ulangi perlakuan tersebut sebanyak 3 kali lalu sampel siap dianalisis menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA).

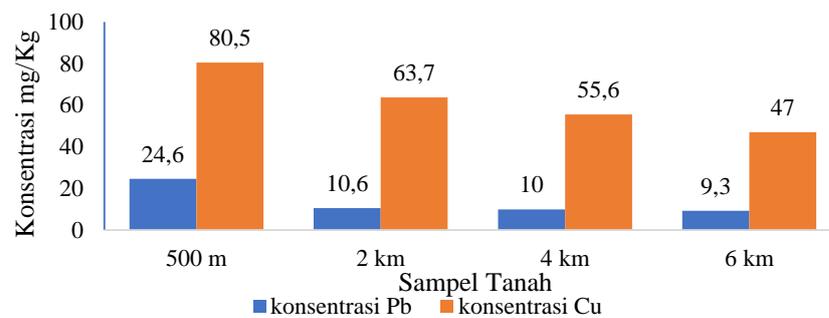
4.5. Hasil Analisis Kadar dan Uji Korelasi Logam Berat Sampel Tanah dan Tomat.

Sampel tomat dan tanah dianalisis menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA) sehingga didapatkan hasil kadar logam berat Pb dan Cu pada gambar 4.4 dan

4.5, dari hasil kadar uji logam berat Pb dan Cu dilakukan uji korelasi kadar logam pada tomat dan tanah yang ditunjukkan pada tabel 4.1 dan 4.2



Gambar 4.4. Hasil Analisis Kadar Logam Pb dan Cu Pada Tomat



Gambar 4.5. Hasil Analisis Kadar Logam Pb dan Cu Pada Tanah

Tabel 4.1. uji korelasi kadar logam Pb pada tanah dan kadar logam Pb pada tomat

		Kadar Pb Tomat	Kadar Pb Tanah
kadar Pb Tomat	Pearson Correlation	1	0,035
	Sig. (2-tailed)		0,913
	N	12	12
Kadar Pb Tanah	Pearson Correlation	0,035	1
	Sig. (2-tailed)	0,913	
	N	12	12

Tabel 4.2. uji korelasi kadar logam Cu pada tanah dan kadar logam Cu pada tomat

		Kadar Cu Tanah	Kadar Cu Tomat
Cu pada Tanah	Pearson Correlation	1	0,641
	Sig. (2-tailed)		0,025
	N	12	12
Cu pada tomat	Pearson Correlation	0,641	1
	Sig. (2-tailed)	0,025	
	N	12	12

Berdasarkan gambar 4.3. dan 4.4. hasil uji analisis kadar logam Pb dan Cu pada tomat dan tanah menyatakan bahwa kadar logam Pb pada tomat melebihi ambang batas yang telah ditentukan oleh Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 03725/B/SK/VII/89. Hasil uji kadar logam berat menyatakan terdapat perbedaan kadar logam berat pada sampel tanah dan tomat di setiap lokasi dengan variasi jarak lokasi sampling dari pabrik Gula Kreet, hal tersebut juga sesuai dengan hasil uji *One-Way* ANOVA kadar sampel logam berat Pb serta Cu pada tomat dan tanah didapat nilai sig sebesar $0,000 < 0,05$ dan F hitung lebih besar dari F tabel yang bermakna H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga terdapat pengaruh adanya variasi jarak titik sampling dengan area pabrik terhadap kadar logam Pb dan Cu pada tomat dan tanah.

Kadar logam berat Pb dan Cu pada tomat dan tanah semakin kecil seiring lokasi pengambilan sampel yang semakin jauh dari pabrik, tetapi pada lokasi ketiga kadar logam Pb pada tomat lebih tinggi dari lokasi pertama dan kedua. Tingginya kadar logam Pb pada lokasi ketiga dapat disebabkan karena adanya perlakuan petani seperti penyiraman dan penyemprotan pestisida yang dapat menyebabkan cemaran logam Pb lebih tinggi, kemudian nilai faktor translokasi logam Pb lebih besar daripada Cu. Faktor translokasi (TF) adalah kemampuan tanaman untuk mentranslokasi logam berat dari akar ke seluruh bagian tumbuhan. Faktor translokasi dapat dipengaruhi oleh sifat esensial atau tidaknya logam tersebut bagi tumbuhan. Translokasi logam dari akar ke daun untuk logam esensial (Cu) lebih rendah dibandingkan pada logam non esensial (Pb) (Rachmawati dkk. 2018). Rendahnya nilai TF pada logam esensial menunjukkan bahwa tumbuhan menggunakan logam tersebut untuk aktivitas metabolisme dan pertumbuhan.

Faktor tersebut juga menjadi penyebab kadar logam Pb pada tomat lebih tinggi dari kadar logam Cu pada tomat.

Faktor lain yang mempengaruhi adalah sumber pencemaran logam berat Pb pada tomat dapat berasal dari asap kendaraan bermotor yang melewati jalan di sepanjang kebun tersebut. Gas buangan kendaraan bermotor dan industri terbang ke udara, sebahagian menempel pada tanaman tomat tersebut sebahagian lagi dengan adanya angin dan hujan akan jatuh ke permukaan tanah dan jalan (Y Sanra, 2015) pernyataan tersebut sesuai dengan keadaan lapangan pengambilan sampel, lokasi ketiga berada pada lahan yang dekat pemukiman dan tepi jalan yang sering dilalui kendaraan bermotor. Besarnya sumber cemaran Pb dari udara tersebut menyebabkan hasil uji korelasi logam Pb pada tomat dan tanah bernilai tidak berkorelasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1. dan 4.2.

Hasil uji korelasi di dasarkan pada nilai Sig. (2-tailed) dan *pearson correlation*. Suatu variabel di katakana berkorelasi jika nilai Sig. (2-tailed) $< 0,05$ dan *pearson correlation* $>$ *pearson correlation tabel* (0,576). Kadar logam Pb pada tanah dan tomat tidak berkorelasi sedangkan kadar logam Cu pada tanah dan tomat berkorelasi. artinya variabel kadar logam berat Pb pada tanah tidak berpengaruh penuh terhadap nilai kadar logam Pb pada tomat. Sumber utama cemaran logam Cu pada tomat berasal dari tanah. Logam Cu pada tanah lebih banyak bersumber dari pemberian bahan pertanian (pupuk, pestisida). Kandungan logam Cu pada tanah lebih tinggi dari kandungan logam Pb karena pemberian pupuk dapat meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah yang akan meningkatkan jumlah logam berat Cu terikat bahan organik, dimana bahan organik dapat menyebabkan

pengkelatan kation-kation logam. Dengan demikian terjadi peningkatan kandungan logam Cu pada tanah (Siaka, 2021) .

Perbedaan akumulasi logam berat pada tanaman dapat dipengaruhi oleh jangka waktu kontak dengan logam berat, jenis logam, komposisi tanah, dan kondisi geografis (Aryawan, 2017). Perpindahan logam dari tanah pada tanaman juga tergantung pH dan komposisi tanah. Ketika kondisi kesuburan tanah tinggi dan kandungan bahan organiknya juga tinggi tanaman dapat menyerap logam. Logam akan larut dalam tanah apabila keasaman tanahnya tinggi. Keasaman pada tanah dapat disebabkan karena sisa pestisida dan banyaknya kandungan pupuk yang digunakan untuk membasmi hama dan mempercepat pertumbuhan tumbuhan (Taufikurrahman, 2016).

4.6. Kandungan Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dalam Tomat Menurut Prespektif Islam.

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memiliki kandungan vitamin A dan C, serta senyawa anti penyakit yang baik untuk kesehatan terutama likopen (Winarti, 2010). Likopen merupakan zat aktif utama dalam tomat yang ditemukan dalam jumlah besar. Likopen sangat bermanfaat bagi kesehatan, selain itu dapat berfungsi sebagai antioksidan alami, mencegah kanker prostat, penyakit pada wanita seperti kanker payudara serta menekan terjadinya osteoporosis. Mengonsumsi tomat merupakan salah satu cara menjaga kesehatan tubuh agar manusia dapat melakukan ibadah dengan baik dan selalu berikhtiar kepada Allah Swt. Memakan makanan yang halal dan baik juga bentuk dari ibadah kepada Allah Swt. sebagaimana firman Allah Swt pada surah al Baqarah ayat 168:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ
عَدُوٌّ مُّبِينٌ

Artinya: *“Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu”*

Makna dari surah Al-baqarah ayat 168 adalah perintah kepada seluruh umat manusia untuk mengkonsumsi makanan yang halal dan baik sebagai upaya memelihara manusia. Makanan yang halal dan baik adalah makanan yang halal secara dzatnya, cara memperoleh, pengolahan, serta baik untuk kesehatan tubuh karena mengandung vitamin, gizi, dan serat yang dapat berkontribusi untuk meningkatkan kesehatan tubuh. Tomat termasuk makanan yang baik karena mengandung banyak vitamin, mineral, gizi, air dan serat yang mampu meningkatkan kesehatan tubuh manusia, namun makanan yang baik belum tentu halal harus dipastikan bagaimana cara memperoleh bibit tomat, bagaimana cara budidaya tomat mulai dari pemilihan benih, penyemaian, dan pengolahan tanah. Tanah merupakan media penanaman tomat yang berfungsi sebagai sumber zat hara bagi tumbuhan namun kualitas tanah banyak yang rusak akibat ulah manusia.

Pencemaran tanah terjadi karena berbagai sebab seperti kegiatan rumah tangga, pertanian dan kegiatan industri. Pabrik Gula Kerebet adalah salah satu industri besar di Kota Malang setiap hari nya memproduksi puluhan ton gula sehingga menyebabkan timbulnya limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Adanya limbah tersebut dapat membuat pencemaran pada air dan udara yang mana saat buangan asap pabrik gula yang mengandung karbonmonoksida, sulfur, dan logam berat lainnya (Pb dan Cu) berada di udara kemudian terbawa hujan dan jatuh pada tanah hal tersebut dapat menyebabkan adanya logam berat Pb dan Cu pada tanah Adanya

peristiwa ini merupakan dampak buruk akibat ulah manusia yang tidak bertanggung jawab sesuai dengan apa yang dijelaskan pada surah Al-baqarah ayat 60:

ثُمَّ أَنفَجَرْنَا مِنْهُ آلِهَافًا مَّوَسَىٰ فَجَعَلْنَا لِقَوْمِهِ مِائِينَ عَشْرَةٍ وَإِذِ
 اللَّهُ رَزَقَ مِنْ شَرْبِئِهِمْ كُلُّوا ۖ مَشْرِبَهُمْ أَنَا ۖ كُلُّ عِلْمٍ قَدْ ۖ عَيْنًا عَشْرَةَ
 مُفْسِدِينَ الْأَرْضِ فِي تَعْتُوا وَلَا

Artinya: “Dan (ingatlah) ketika Musa memohon air untuk kaumnya, lalu Kami berfirman, “Pukullah batu itu dengan tongkatmu!” Maka memancarlah daripadanya dua belas mata air. Setiap suku telah mengetahui tempat minumnya (masing-masing). Makan dan minumlah dari rezeki (yang diberikan) Allah, dan janganlah kamu melakukan kejahatan di bumi dengan berbuat kerusakan.”

Pada surah Al-baqarah ayat 60 menjelaskan tentang larangan merusak bumi karena bumi merupakan tempat kehidupan juga sumber pangan bagi seluruh makhluk hidup merusak bumi menyebabkan pencemaran udara dan air akibatnya dapat merusak tanah dan menyebabkan tanaman tomat mengandung senyawa berbahaya logam berat (Pb) dan (Cu). Hal tersebut sesuai dengan penelitian analisis logam berat (Pb) dan (Cu) pada tanaman tomat yang ditanam disekitar pabrik gula Krebet. Analisis dilakukan pada tanaman tomat yang berada pada radius 0,5km-6km dari pabrik dan mendapatkan hasil bahwa tanaman tomat tercemar logam timbal (Pb) diatas ambang batas yang telah ditentukan oleh BPOM 03725/B/SK/VII/89 yakni lebih dari 0,2 mg/Kg sedangkan untuk kadar logam tembaga (Cu) masih dibawah ambang batas yang telah ditentukan.

Tomat yang tercemar mengandung senyawa logam berat dari rentang 1,04-1,62 mg/Kg berbahaya saat dikonsumsi karena dapat menimbulkan efek kronis yang dapat menimbulkan gangguan pada sistemiknya, seperti kelainan

gastrointestinal. Hal ini dapat menyebabkan sakit perut, konstipasi, anoreksia, hingga berat badan yang turun drastis. Tomat dengan kandungan timbal yang melebihi batas aman, termasuk makanan tidak baik (tidak thayyib), karena tidak memberikan keberkahan, kenikmatan, dan kebaikan, tetapi memberikan dampak buruk bagi kesehatan tubuh manusia. Jika ditinjau dari segi halal, tomat tersebut masih termasuk makanan halal dikarenakan prinsip utama halal menurut islam yaitu segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah Swt. adalah halal dan tidak ada yang diharamkan, kecuali ada nash yang terdapat dalam Al-quran maupun hadis yang menyatakan haram, seperti haramnya minum khamar (Syarifuddin, 2009). Hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada tomat adalah sebelum dikonsumsi selalu cuci tomat dengan air bersih atau rendam tomat dengan air hangat selama 3 menit selain itu, tomat juga dapat direndam dengan air baking soda untuk membersihkan pestisida yang menempel yang dimungkinkan menjadi penyebab adanya logam berat pada tomat (Trisna dkk, 2016).

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar logam berat timbal (Pb) pada tomat dengan variasi jarak 500m, 2km, 4km, dan 6km dari pabrik adalah 1,3 mg/Kg; 1,2 mg/Kg; 1,62 mg/Kg; 1,04 mg/Kg dan pada tanah 24 mg/Kg; 10,6 mg/Kg; 10 mg/Kg; dan 9,3 mg/Kg.
2. Kadar logam berat tembaga (Cu) pada tomat dengan variasi jarak 500m, 2km, 4km, dan 6km dari pabrik adalah 0,604 mg/Kg; 0,595 mg/Kg; 0,591 mg/Kg; 0,262 mg/Kg dan pada tanah 80,5 mg/Kg; 63,7 mg/Kg; 55,6 mg/Kg; dan 47 mg/Kg.
3. Tidak terdapat korelasi antara kadar timbal (Pb) di tanah dengan di tomat, tetapi terdapat korelasi antara kadar tembaga (Cu) di tanah dengan tomat.

5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengembangkan penelitian kali ini adalah:

1. Perlu dilakukan uji kadar air dan uji pH tanah untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh terhadap akumulasi logam berat pada tanah ke tomat.
2. Perlu dilakukan uji variasi ratio zat pengoksidasi dengan sampel yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anagaw Mulat, Zerafa Enew, Firmechale Dawit, Murthy Ananda. 2019. Determination Of Heavy Metal In tomato And Its Support Soil Samples From Horticulture And Floriculture Industrial Lokasi, Ziway, Ethiopia, Research & Development in Material Research. 10 (1): 1107-1115.
- Anggraeni, V. J. 2018. Analisis Cemaran Logam Berat Merkuri Dalam Krim Pemutih Wajah Yang beredar Dipasar Tradisional Dengan Metode Spektrofotometri Serapanatom. *Journal of Pharmacopolium*, 1.
- Arti IM, Ramdhan EP, Manurung ANH. 2020. Pengaruh Larutan Garam dan Kunyit Pada Berat dan Total Padatan Terlarut Buah Tomat (*Solanum lycopersicum L.*). *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*. 4(1):64-75.
- Aryawan, R., 2017, Kandungan Logam Pb dan Cu Total dalam Air, Ikan dan Sedimen di Kawasan Pantai Serangan serta Bioavailabilitasnya, *Jurnal kimia*, 11 (1): 56-63.
- Asmorowati Dian Sri, Sumarti Sri Susilogawati, Kristanti Ida. 2020. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 9 (3)
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2005. Peraturan Kepala BPOM RI nomor HK 00.05.52.0685. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia, 1–13.
- Bernardinus, T., & Wiryanta, W. 2002. *Bertanam Tomat*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Brass, G. M., Strauss, W. 1981. *Air Pollution Control. Part IV. John Willey&Sons*. New York.
- Budiari Trisna, Triani Lani. 2016. Pengaruh Pencelupan Dan Lama Perebusan Terhadap Kadar Logam Berat Dan Mutu Sensoris Sawi Hijau (*Brassica rapa I. Subsp. Perviridis Bayley*). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 4 (1): 52-61
- Darmono.,1995.*Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta :UI Press.
- Dewi, D. C. 2012. Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah dan Destruksi Kering. *Jurnal Alchemy*, 2(1). 12-25
- El-Raey, Mohamed., Gamil E. Ibrahim. dan Omayma A Eldahshan. 2013.

Lycopene and Lutein; A Review for their Chemistry and Medicinal Uses. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2 : 245-254.

- Eliyana Lina. 2019. Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Buah Pare (*Momordica charantia* L) dengan menggunakan variasi komposisi zat pengoksidasi secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Effendi F, Tresnaningsih E, Sulistomo AW, Wibowo S, Hudoyo KS, 2012. Penyakit Akibat Kerja Karena Paparan Logam Berat. Jakarta: Direktorat Bina Kesehatan Kerja dan Olahraga Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Firdaus, Zamal. 2009. Korelasi antara Pelatihan Teknis Perpajakan, Pengalaman dan Motivasi Pemeriksa Pajak dengan Kinerja Pemeriksa Pajak pada Kantor Pelayanan Pajak di Jakarta Barat. Fakultas Ekonomi dan Ilmu Sosial Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fitriyah, A. W., Utomo, Y., dan Kusumaningrum, I. K.. 2013. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya, Skripsi diterbitkan, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang.
- Gad, S.C. 2005. *Lead. Dalam: Encyclopedia Of Toxicology* (Ed. Ke2 Vol 2 Hal 105:709).
- Habibi, Y. 2020. Validasi Metoda Destruksi Basah dan Destruksi Kering pada Penentuan Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Tanaman Rumpun. *Integrated Lab Journal*, 01(01): 25–31.
- Hartati. H, Muhammad. Z, Eldina F. 2015. Analisis Manajemen Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Gampong Jawa Kota Banda Aceh Sebagai Stasiun Pemilihan, *Jurnal Teknik sipil*, ISSN:2302-0253, 4 (1): 18-20.
- Hasanuzzaman., Kamruzzaman, M., Islam, M.M., Khanom, S.A.A., Rahman, M.M., Lisa, L.A. dan Paul, D.K. 2014. A Study on Tomato Candy Prepared by Dehydration Technique Using Different Sugar Solutions. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 1261-1271.
- Hasbiah, A.W., L. Mulyatna, dan F. Musaddad. 2016. Studi Identifikasi Pencemaran Udara oleh Timbal (Pb) Pada Lokasi Parkir (Studi Kasus Kampus Universitas Pasundan Bandung). *Jurnal Infomatek*. 18(1).
- Hernahadini Nelis, Mukaromah Ima, Firdaus Farhan Dzulfikri,. 2020. Struktur Daun Tumbuhan Fitoremediasi Hanjuang (*Coordyline* Fruktosa Yang

- Terpapar Logam Berat Timbal (Pb II). *Journal Of Science Technology. And Entreprenship* 2 (2): 40-45
- Jundana, A. F., Hastuti, E. D., Budihastuti, R. 2016. Daya Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Akar Dan Daun *Avicennia marina* (Fork.) Berdasarkan Fase Pertumbuhan Yang Berbeda Di Pantai Mangkang Semarang. *Jurnal Biologi*. 5. (3): 36-46.
- Kailaku, S., Dewandari, K.T., Sunarmani. 2007. Potensi Likopen Dalam Tomat Untuk Kesehatan. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*. 3(1): 50–58.
- Khan, F., Sarfaraz, N., Shahee, S., Saeed. 2012. Comparative Evaluation Of Copper, Cobalt, Cadmium, Scavenging Using Atomic Absorbtion Spectroscopy. *Journal Of Medical Plants Research*. 6 (17)
- Khasanah U, Mindari W, Suryaminarsih P, Program, 2021. Kajian Pencemaran Logam Berat Pada Lahan Sawah Di Kawasan Industri Kabupaten Sidoarjo. 15 (2). 73
- Komarawidjaja Wage. 2017. Paparan Limbah Cair Industri Mengandung Logam Berat pada Lahan Sawah di Desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung *Industrial Wastewater Containing Heavy Metal Exposures on Paddy Field in Jelegong Village, Rancaekek District, Bandung Regency* . *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 18(2):173–181.
- Kristianingrum, S. 2012. Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel Dan Efeknya. Laporan Hasil Prosiding Seminar. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Lazarus, V. M., Sekovanic, A., Kljakovic-Gaspic, Z., Orct, T., Jurasovic, J., Kusak, J., Reljic, S., Huber, D. 2013. Cadmium and Lead in Grey Wolf Liver Samples: Optimisation of a Microwave-Assisted Digestion Method. *Scientific Paper*. 395-403.
- Low, K. H., Zain M. S., Abas M. R., 2012. Evaluation of Microwave-Assisted Digestion Condition for the Determination in Fish Samples by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Using Experimental Designs. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 92(10): 1161- 1175.
- Lv, W.-X., Yin, H.-M., Liu, M.-S., Huang, F., & Yu, H.-M. 2021. Effect of the Dry Ashing Method on Cadmium Isotope Measurements in Soil and Plant Samples. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 45(1): 245–256.
- M Nur Djakaria. 2007. Dampak Pembangunan Kawasan Industri Di Kabupaten Bekasi Terhadap Alih Fungsi Lahan Dan Mata Pencaharian Penduduk.

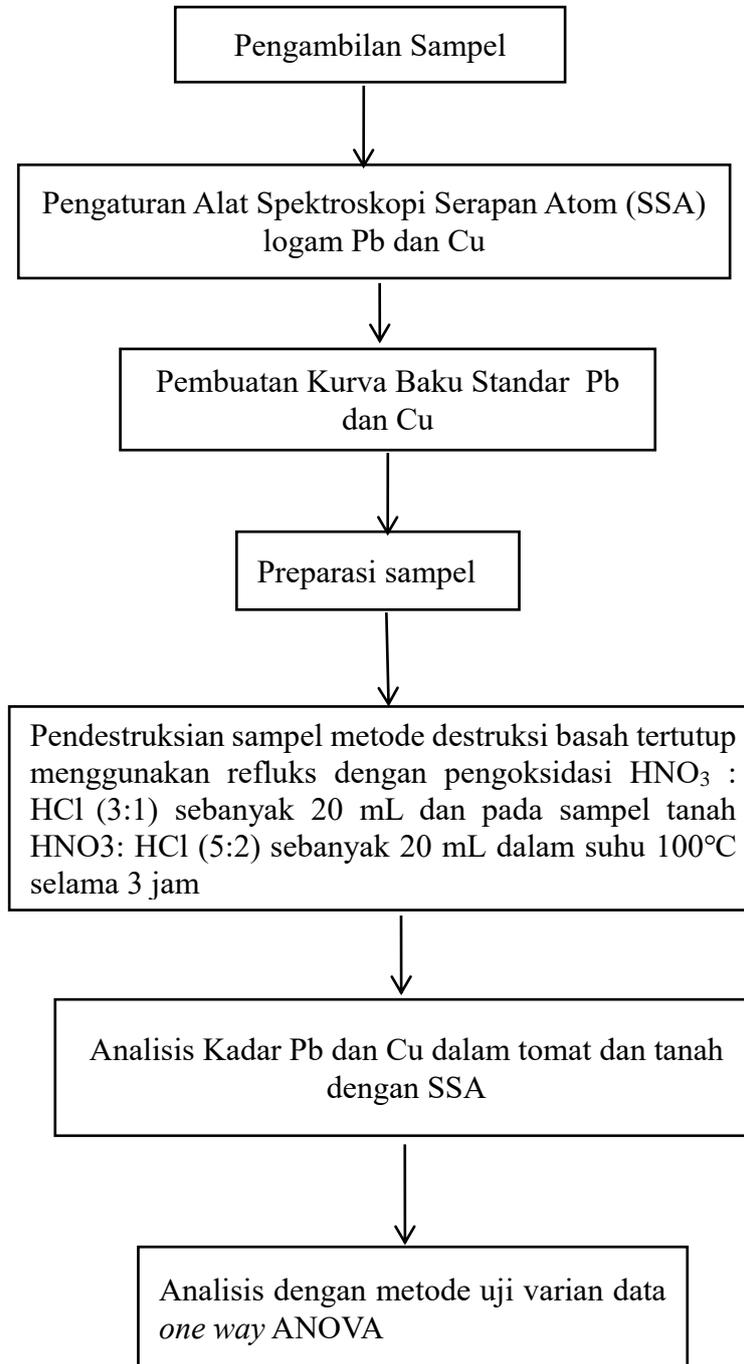
- Mahati Endang, J. Junnaeni, N. Maharani, 2019. Ekstrak Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Menurunkan Kadar Glutation Darah Tikus Coistar Hiperurisemia. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*. 8 (2): 758-767.
- Mukhtar R, Wahyudi H, Hamonangan Panjaitan E, dkk. 2013. Kandungan Logam Berat Dalam Udara Ambien Pada Beberapa Kota di Indonesia . *Jurnal Ecolab*. 7(2):49-59.
- Napitupulu, M., 2008. Analisis logam berat seng, kadmium dan tembaga pada berbagai tingkat kemiringan tanah hutan tanaman industri PT. Toba Pulp Lestari dengan metode spektrometri serapan atom (SSA). Tesis, Universitas Sumatera Utara. Medan, Indonesia.
- Nisah Khairun, Nadhifa Husniah. 2020. Analisis Kadar Logam Fe Dan Mn Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *AMINA 2* (1): 6-12.
- Nopriani, L. S.. 2011. Teknik Uji Cepat Untuk Identifikasi Pencemaran Logam Berat Tanah Di Lahan Apel Batu, Disertasi Universitas Brawijaya, Malang
- Noviyanti, F. 2012. Gambaran Kadar Timbal dalam Urine Pada Pegawai Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Kota Makassar. Skripsi.
- Osma, E., Ozyigit, I.I., Leblebici, Z., Demir, G. and Serin, M. 2012. Determination of Heavy Metal Concentrations in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) Grown in Different Station Types. *Romanian Biotechnological Letters*, 17: 6962-6974.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Rineka cipta. Jakarta. p. 78-86.
- Pambudi Anugrah, Suprpto. 2018. Penentuan Kadar Tembaga (Cu) dalam Sampel Batuan Mineral. *Jurnal Sains dan Seni*. 7(2): 20-23
- Pasaribu, Chyntia A., Sariffudin, Marbun Posma,. 2017. "Kandungan Logam Berat Pb Pada Kol Dan Tomat Di Beberapa Kecamatan Kabupaten Karo." *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 5. (2).
- Patnaik, P. 2004. *Dean's Analytical Chemistry Handbook Second Edition*. McGraw-Hill:New York.
- Praptinasari S. 2016. Akumulasi Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Tiga Jenis Tumbuhan Yang Terpapar Debu Semen Di Cileungsi, Bogor. Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Putri, Widya Eka. 2015. Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Sayuran Selada dan Kol yang Dijual di Pasar Kampung Lalang Medan Berdasarkan Jarak Lokasi Berdagang dengan Jalan Raya Tahun 2015. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat : Universitas Sumatera Utara

- Putri Zhangwe Ardiana 2020. Daya Serap Polutan Logam Berat Timbal (Pb) Berbagai Tumbuhan Di Kawasan Lalu Lintas Pabrik Gula Krebbe Bululawang Malang Sebagai Sumber Belajar Biologi. Skripsi.
- Rachmawati, Yono D, Kastowati RD. 2018. Potensi Mangrove *Avicennia alba* sebagai Agen Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Perairan Wonorejo, Kota Surabaya. *Jurnal Kelautan*. 11(1): 80-87
- Rahmawati, Dewi Diana, Fauziyah Begum,. 2015. Analisis Kadar Logam Tembaga (Cu) Pada Permen Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Jurnal Farma Sains*. Vol 1 no1. 11-14.
- Ratnasari Kurnia, Siaka, Suastuti. 2017. Kandungan Logam Total Pb dan Cu Pada Sayuran Dari Sentra Holtikultura Daerah Bedugul. *Jurnal Kimia*. 7 (2): 127-132.
- Rusnawati, Yusuf, B., dan Alimuddin. 2018. Perbandingan metode destruksi basah dan destruksi kering terhadap analisis logam berat timbal (Pb) pada tanaman rumput bebek (*lemna minor*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Saeni, M. S. 2002. Bahan Kuliah Kimia Logam Berat. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Sanra Y, Hanifah TA, Bali S. 2015. Analisis Kandungan Logam Timbal pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum L*) yang Ditanam di Pinggir Jalan Raya Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh Bukittinggi. *JOM FMIPA*. 2 (1): 136-144
- Sarief, E.S. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Shihab Quraish, *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, Jakarta: Lentera Hati, 2000.
- Siaka, Udayani, Suyasa. 2021. Bioavailabilitas Kandungan Pb, Cu Pada Tanah dan Sawi Putih Di Desa Baturiti, *Jurnal Kimia (Journal Pf Chemistry)*. 15 (1)
- Skoog, D.A., M. Donald, F. West, J. Holler, R. Stanley, and Crouch, 2000. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Hardcover: 992 pages, USA: Brooks Cole Publisher.
- Solikha, Dian F. 2019. Penentuan Kadar Tembaga (II) pada Sampel Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (Ssa) Perkin Erlmer Analyst 100 Metode Kurva Kalibrasi. *Syntax Literate*, 4(2): 1-11
- Syarifuddin, A. 2009. *Ushul Fiqh*. Jakarta : Kencana
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Tangahu, B. V., Sheikh Abdullah, S. R., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., & Mukhlisin, M. 2011. A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering*, 1–31.
- Taufikurrahman. 2016. Penentuan Kadar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Dalam Tanaman Rimpang Menggunakan Metode Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom. Skripsi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Widowati., Sastiono., Jusuf., 2008. *Efek Toksik Logam : Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Widyaningrum, Miskiyah, Suismono, 2007, Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya, *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 3: 16-17.
- Winarmadani Sarah. 2019. Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Cu, dan Fe) pada Tanah di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah, 1-22.
- Wisnawa, Siaka, Putra. 2016. Kandungan Logam Pb dan Cu Dalam Buah Stroberi Serta Spesiasi dan Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Tempat Tumbuh Stroberi di Daerah Bedugul. *Jurnal Kimia*. 10(1): 23-31.
- Winata Bayu., Wasis Basuki., Setiadi Yadi. 2016. Studi Adaptasi SAMAMA (*Anthocephalus Macrophyllus*) Pada Bagian Konsentrasi Timbal (Pb). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 6 (2): 211-216.
- Windholz. 1976. *The Merck Index An Encyclopedia of Chemical And Drugs, Ninth Edition*. Rahway USA: Merck & CO. Inc.
- Xu, Qin., Irma Adyatni. dan Bradly Reuhs. 2018. Effect of Processing Methods on the Quality of Tomato Products. *Food and Nutrition Sciences*. 9: 86-98.
- Yanova Shally, Zulkarnaini, Anita Sofia. 2016. Analisis Tingkat Cemar Logam Tembaga dan Tingkat Pendapatan Asaha Tani Sayuran di Kebun Kartama dan Kebun Kompos-EM Kota. *Jurnal Photon*. 6 (2). 116-121.

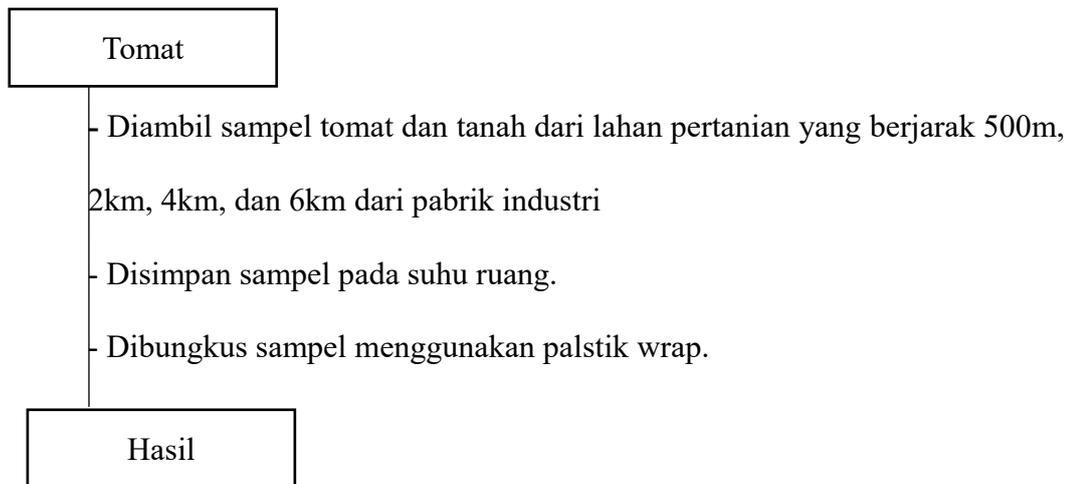
LAMPIRAN

Lampiran I. Rancangan Penelitian



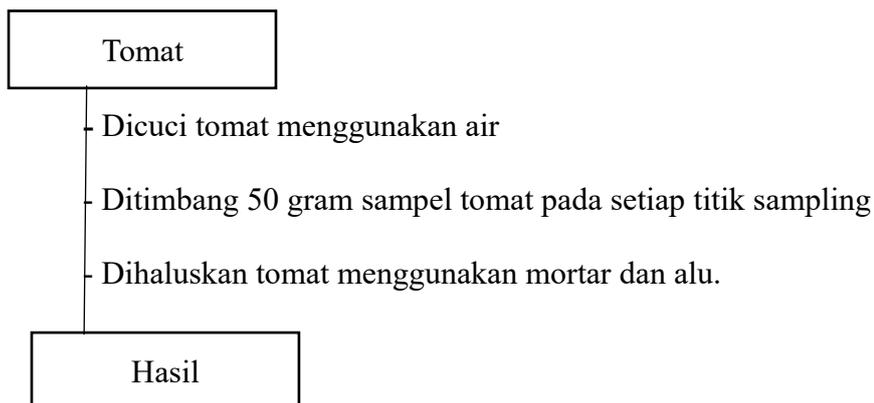
Lampiran 2 Diagram Alir

2.1 Pengambilan Sampel Tomat Dan Tanah

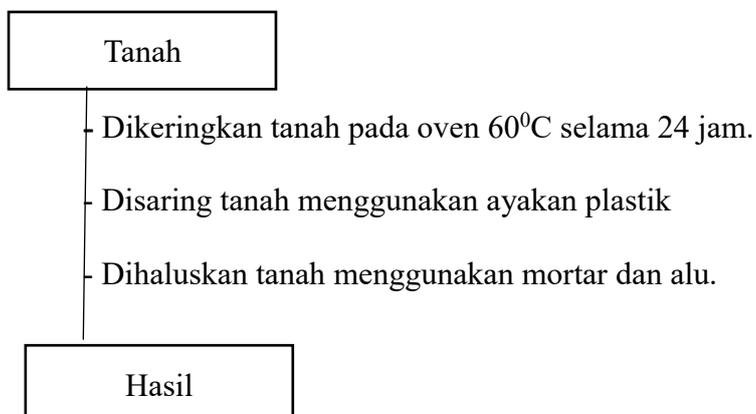


2.2. Preparasi Sampel

2.2.1 Preparasi Sampel Tomat

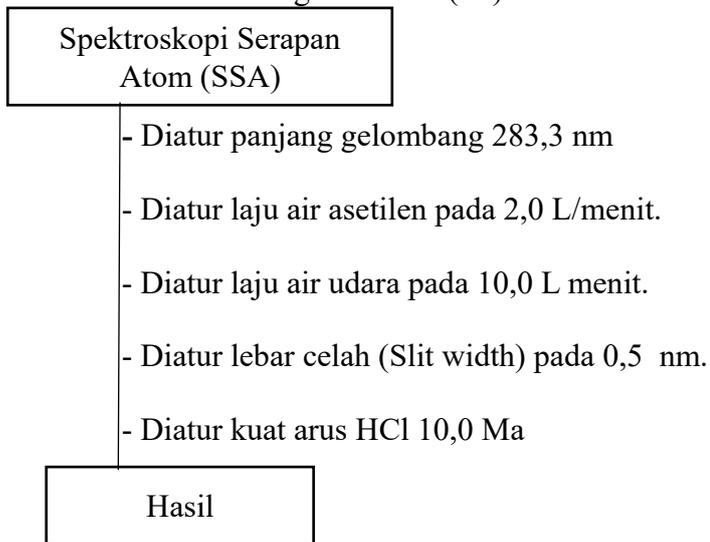


2.2.2 Preparasi Sampel Tanah

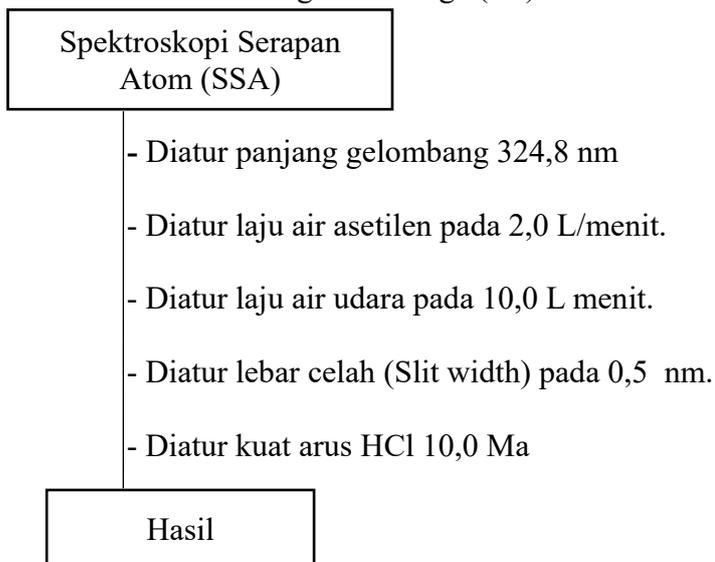


2.3. Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

A. Untuk analisis logam timbal (Pb)



B. Untuk analisis logam tembaga (Cu)



2.4. Pembuatan Larutan Baku Standar

2.4.1. Pembuatan Larutan Baku standar timbal Pb

Larutan Stock Pb 1000 mg/L

- Diambil 1 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL
- Diencerkan menggunakan HNO_3 0,5 M sampai tanda batas.

Larutan Standar Pb 10 mg/L

- Diambil 0 L; 1,0 mL; 2,0 mL; 4,0 mL; 6,0 mL; 8,0 ml masing-masing dimasukkan dalam labu ukur 50 mL
- Diencerkan sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan seri standar Pb 0 mg/L, 0,2 mg/L, 0,4 mg/L, 0,8 mg/L, 1,2 mg/L.
- Dianalisis deretan larutan standar Pb dengan spektroskopi serapan atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm

Hasil

2.4.2. Pembuatan Larutan Baku standar tembaga (Cu)

Larutan Stock Cu 1000 mg/L

- Diambil 1 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL
- Diencerkan dengan HNO_3 menjadi 10 mg/L sampai tanda batas.
- Diambil 0,0 mL; 1 mL; 2 mL; 3 mL; 4 mL; 5 mL. dan 6mL

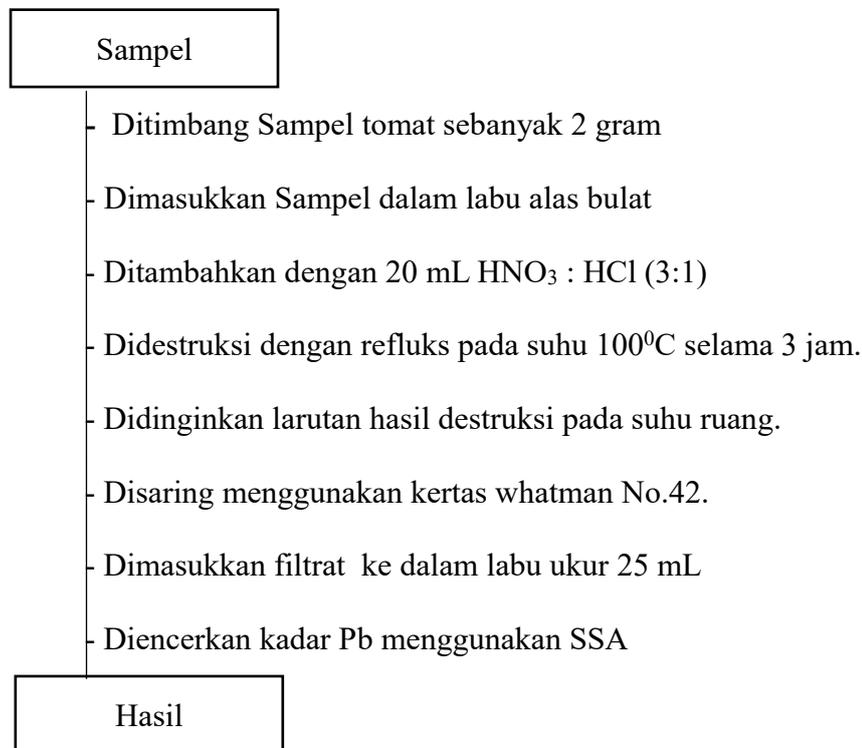
Larutan Standar Cu 10 mg/L

- Dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL
- Diencerkan menggunakan HNO_3 hingga tanda batas sehingga diperoleh larutan standard Cu 0,; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; mg/L.
- Diukur larutan standard pada panjang gelombang 324,8 nm menggunakan SSA

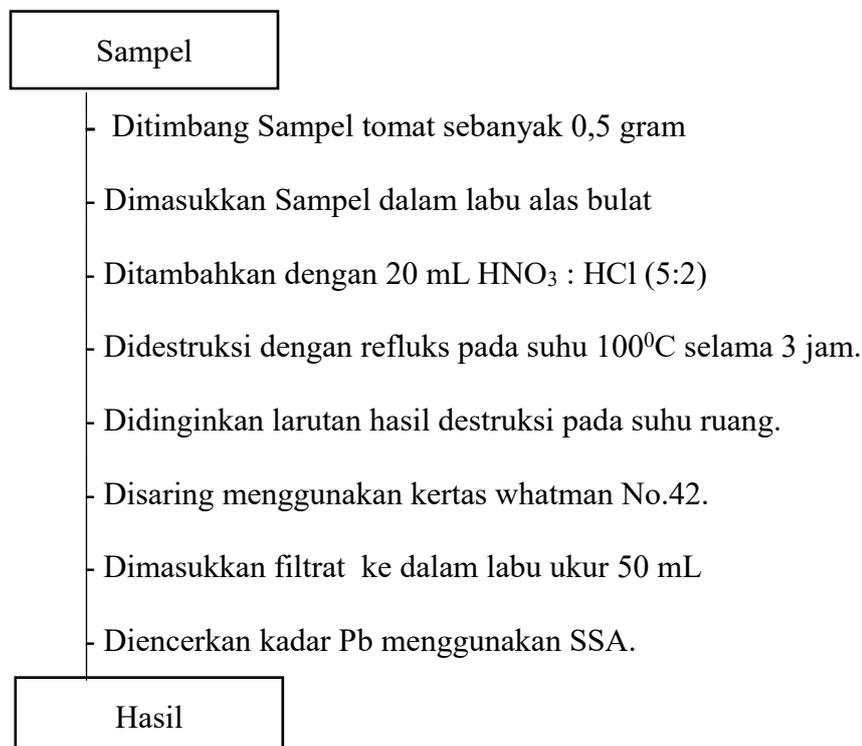
Hasil

2.5. Tahap Pendestruksi dan Analisis SSA

2.5.1. Tahap Pendestruksi dan Analisis SSA Sampel Tomat.



2.5.2. Tahap Pendestruksi dan Analisis SSA Sampel Tanah.



Lampiran 3 Perhitungan.

3.1. Pembuatan larutan stok 1000 ppm Pb²⁺ dalam persenyawaan Pb(NO₃)₂

$$\begin{aligned}
 \text{Mr Pb(NO}_3)_2 &= 331,2 \text{ g/mol} \\
 \text{Ar Pb} &= 207,19 \text{ g/mol} \\
 &= \frac{\text{Mr Pb(NO}_3)_2 \times 100 \text{ mg}}{\text{Ar Pb}} \\
 &= \frac{331,29 \text{ g/mol} \times 100 \text{ mg}}{207,19 \text{ g/mol}} \\
 &= 1598,97 \text{ mg} \\
 &= 1,59897 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Jadi 1,59897 gram Pb(NO₃)₂ dilarutkan dalam 1000 mL larutan aquades dan menjadi larutan baku Pb 1000 mg/L

3.2. Pembuatan larutan 1000 ppm menjadi 10 ppm dalam 100 mL.

A. Pembuatan larutan 1000 ppm menjadi 10 ppm dalam 100 mL.

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL} \\
 V_1 &= \frac{10 \text{ mg/L} \times 1000 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} \\
 V_1 &= 1 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

Jadi larutan standar 10 mg/L dibuat dengan 1 mL larutan stok 1000 mg/L yang diencerkan dalam takar 100 mL dengan HNO₃ 0,5 M.

B. Pembuatan larutan standar 0 mg/L

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{0 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}} \\
 V_1 &= 0 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

C. Pembuatan Larutan standar 0,2 mg/L

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{0,2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}} \\
 V_1 &= 1,0 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

D. Pembuatan larutan standar 0,4 mg/L

$$V_1 = \frac{0,4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 2,0 \text{ mL}$$

E. Pembuatan Larutan standar 0,8 mg/L

$$V_1 = \frac{0,8 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 4,0 \text{ mL}$$

F. Pembuatan larutan standar 1 mg/L

$$V_1 = \frac{1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

G. Pembuatan larutan standar 1,2 mg/L

$$V_1 = \frac{1,2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 6,0 \text{ mL}$$

3.3. Pembuatan larutan stok 1000 ppm Cu dari persenyawaan Cu(NO₃)₂

$$\text{Mr Cu(NO}_3)_2 = 187,5 \text{ g/mol}$$

$$\text{Ar Cu} = 63,5 \text{ g/mol}$$

$$= \frac{\text{Mr Cu(NO}_3)_2 \times 100 \text{ mg}}{\text{Ar Cu}}$$

$$= \frac{187,5 \text{ g/mol} \times 100 \text{ mg}}{63,5 \text{ g/mol}}$$

$$= 295,27 \text{ mg}$$

$$= 2,9527 \text{ gram}$$

Jadi 2,9527 gram Cu(NO₃)₂ dilarutkan dalam 1000 mL larutan aquades dan menjadi larutan baku Cu 1000 mg/L

3.4. Pembuatan larutan 1000 ppm menjadi 10 ppm dalam 100 mL.**A. Pembuatan larutan 1000 ppm menjadi 10 ppm dalam 100 mL.**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ mg/L} \times V_1 = 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ mg/L} \times 1000 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 10 mg/L dibuat dengan 1 mL larutan stok 1000 mg/L yang diencerkan dalam takar 100 mL dengan HNO₃ 0,5 M.

B. Pembuatan larutan standar 0 mg/L

$$V_1 = \frac{0 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 0 \text{ mL}$$

C. Pembuatan Larutan standar 0,2 mg/L

$$V_1 = \frac{0,2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1,0 \text{ mL}$$

D. Pembuatan larutan standar 0,4 mg/L

$$V_1 = \frac{0,4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 2,0 \text{ mL}$$

E. Pembuatan larutan standar 0,6 mg/L

$$V_1 = \frac{0,6 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 3,0 \text{ mL}$$

F. Pembuatan Larutan standar 0,8 mg/L

$$V_1 = \frac{0,8 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 4,0 \text{ mL}$$

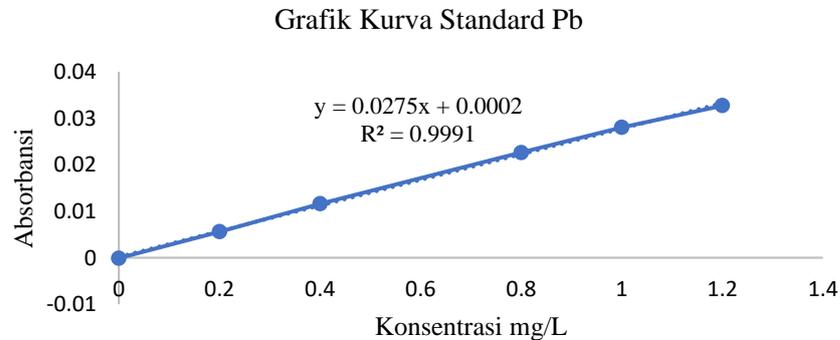
G. Pembuatan Larutan standar 1,0 mg/L

$$V_1 = \frac{1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 5,0 \text{ mL}$$

Lampiran 4. Hasil Uji Kurva Standard

1. Hasil Uji Kurva Standar Pb



- Linearitas kurva standar sebesar 0.9991
- Sensitivitas nilai slope (kemiringan sebesar 0.0275)

sampel	Konsentrasi	y	\hat{y}	(y- \hat{y})	(y- \hat{y}) ²
Blangko	0	-0.0001	0.0002	-0.0003	0.00000009
standard 1	0.2	0.0056	0.00057	-0.0001	0.00000001
standard 2	0.4	0.0116	0.0112	0.0004	0.00000016
standard 3	0.8	0.0226	0.0223	0.0003	0.00000009
standard 4	1	0.028	0.0278	0.0002	0.00000004
standard 5	1.2	0.0327	0.0333	-0.0006	0.00000036
	Jumlah				0.00000075
					0.000433012702
					SD x/y
					LOD
					0.0472377495
					LOQ
					0.157459164

2. Hasil Uji LOD dan LOQ

Keterangan : -SD : Standar Deviasi

$$a. SD_{x/y} = \sqrt{\sum((y - \hat{y})^2 : (n - 2))}$$

$$= \sqrt{\sum((0.00000075) : (6 - 2))}$$

$$= 0,000433012702$$

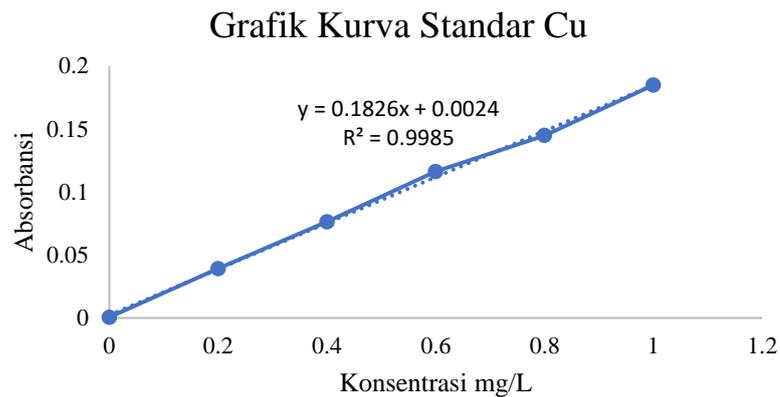
$$b. LOD = \frac{3x SD_{x/y}}{slope}$$

$$= \frac{3 \times 0,000433012702}{0.0275}$$

$$= 0,0472377495$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. LOQ} &= \frac{10 \times SD_{x/y}}{\text{slope}} \\
 &= \frac{10 \times 0,000433012702}{0,0275} \\
 &= 0,157459164
 \end{aligned}$$

3. Hasil Uji Kurva Standar Cu



- a. Linieritas kurva standard sebesar 0.9985
- b. Sensitivitas nilai slope kemiringan sebesar 0.1826

sampel	Konsentrasi	y	\hat{y}	$(y-\hat{y})$	$(y-\hat{y})^2$
Blangko	0	0.0006	0.0024	-0.0018	0.00000324
standard 1	0.2	0.0392	0.0389	0.0003	0.00000009
standard 2	0.4	0.0764	0.0755	0.0009	0.00000081
standard 3	0.6	0.1163	0.1120	0.0043	0.00001849
standard 4	0.8	0.1449	0.1485	-0.0036	0.00001296
standard 5	1	0.1849	0.1850	-0.0001	0.00000001
	Jumlah				0.0000356
	SD x/y				0.002983287
	LOD				0.049013474
	LOQ				0.163378246

4. Hasil Uji LOD dan LOQ

Keterangan : -SD : Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 \text{a. } SD_{x/y} &= \sqrt{\sum((y - \hat{y})^2 : (n - 2))} \\
 &= \sqrt{\sum((0.0000356) : (6 - 2))}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.002983287 \\
 \text{b. LOD} &= \frac{3x \text{ SD } x/y}{\text{slope}} \\
 &= \frac{3 \times 0,002983287}{0,1826} \\
 &= 0,049013474
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. LOQ} &= \frac{10 \times \text{SD } x/y}{\text{slope}} \\
 &= \frac{10 \times 0.00266833281}{0,1826} \\
 &= 0,163378246
 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Perhitungan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Tomat

Kadar Logam Timbal (Pb) yang terbaca instrument dari sampel tomat.

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Lokasi 1	0,10	0,10	0,11
Lokasi 2	0,10	0,09	0,10
Lokasi 3	0,13	0,13	0,13
Lokasi 4	0,10	0,08	0,08

Kadar Logam Timbal (Pb) sebenarnya dari sampel tomat.

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L			Rata-Rata	Std. Deviation
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Lokasi 1	1,25	1,25	1,375	1,291	.07217
Lokasi 2	1,25	1,125	1,25	1,208	.07217
Lokasi 3	1,62	1,62	1,62	1,62	.00000
Lokasi 4	1,25	1	1	1,08	.14434

Sampel Tomat Lokasi 1

$$\text{Konsentrasi sebenarnya} : \frac{\text{Konsentrasi terbaca instrumen } (\frac{\text{mg}}{\text{L}})}{\text{massa sampel (kg)}} \times \text{Volume(l)}$$

Keterangan: Konsentrasi hasil pembaca (mg/L)

Volume larutan (L)

Massa sampel (Kg)

$$\begin{aligned} \text{Tomat 1U}_1 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,25 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat 1U}_2 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,25 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat 1U}_3 &= \frac{0,11 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,375 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tomat Lokasi 2

$$\begin{aligned} \text{Tomat 2U}_1 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,25 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat 2U}_2 &= \frac{0,09 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,125 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat 2U}_3 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,25 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tomat Lokasi 3

$$\begin{aligned} \text{Tomat 3U}_1 &= \frac{0,13 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,62 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat 3U}_2 &= \frac{0,13 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,62 \text{ mg/} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat 3U}_3 &= \frac{0,13 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,62 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tomat Lokasi 4

$$\begin{aligned} \text{Tomat } 4U_1 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1,25 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat } 4U_2 &= \frac{0,08 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tomat } 4U_3 &= \frac{0,08 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 1 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Kadar Logam Tembaga (Cu) yang terbaca instrument dari sampel tomat.

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Lokasi 1	0,045	0,05	0,05
Lokasi 2	0,054	0,049	0,04
Lokasi 3	0,049	0,047	0,046
Lokasi 4	0,021	0,022	0,02

Kadar Logam Tembaga (Cu) sebenarnya dari sampel Tomat.

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L			Rata-Rata	Std. Deviation
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Lokasi 1	0,5625	0,625	0,625	0,604	.036084
Lokasi 2	0,675	0,6125	0,5	0,595	.088682
Lokasi 3	0,6125	0,5875	0,575	0,591	.019094
Lokasi 4	0,2625	0,275	0,25	0,262	.012500

Sampel Tomat Lokasi 1

$$\text{Konsentrasi sebenarnya} : \frac{\text{Konsentrasi terbaca instrumen } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{\text{massa sampel (kg)}} \times \text{Volume (l)}$$

Keterangan: Konsentrasi hasil pembaca (mg/L)
 Volume larutan (L)
 Massa sampel (Kg)

$$\begin{aligned}\text{Tomat 1U}_1 &= \frac{0,045 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,5625 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tomat 1U}_2 &= \frac{0,05 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,625 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tomat 1U}_3 &= \frac{0,05 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,625 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

Sampel Tomat Lokasi 2

$$\begin{aligned}\text{Tomat 2U}_1 &= \frac{0,054 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,675 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tomat 2U}_2 &= \frac{0,049 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,6125 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tomat 2U}_3 &= \frac{0,04 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,5 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

Sampel Tomat Lokasi 3

$$\begin{aligned}\text{Tomat 3U}_1 &= \frac{0,049 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,6125 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tomat 3U}_2 &= \frac{0,047 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,5875 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tomat 3U}_3 &= \frac{0,046 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,575 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

Sampel Tomat Lokasi 4

$$\begin{aligned}\text{Tomat 4U}_1 &= \frac{0,021 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,2625 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tomat 4U}_2 &= \frac{0,022 \text{ mg/l}}{0,002 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,275 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

$$\text{Tomat 4U}_3 = \frac{0,020 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,25 \text{ mg/Kg}$$

Lampiran Perhitungan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Tanah

Kadar Logam Timbal (Pb) yang terbaca instrument dari sampel tanah

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Lokasi 1	0,25	0,24	0,25
Lokasi 2	0,11	0,10	0,11
Lokasi 3	0,09	0,10	0,12
Lokasi 4	0,10	0,09	0,10

Kadar Logam Timbal (Pb) sebenarnya dari sampel tanah.

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L			Rata-Rata	Std. Deviation
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Lokasi 1	25	24	25	24,6	.577
Lokasi 2	11	10	11	10,6	.577
Lokasi 3	9	10	12	10,33	1.528
Lokasi 4	10	9	10	9,66	.577

Sampel Tanah Lokasi 1

$$\text{Konsentrasi sebenarnya} : \frac{\text{Konsentrasi terbaca instrumen } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{\text{massa sampel (kg)}} \times \text{Volume (l)}$$

Keterangan: Konsentrasi hasil pembaca (mg/L)

Volume larutan (L)

Massa sampel (Kg)

$$\begin{aligned} \text{Tanah 1U}_1 &= \frac{0,25 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 25 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 1U}_2 &= \frac{0,24 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 24 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 1U}_3 &= \frac{0,25 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 25 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tanah Lokasi 2

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 2U_1 &= \frac{0,11 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 11 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 2U_2 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 10 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 2U_3 &= \frac{0,11 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 11 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tanah Lokasi 3

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 3U_1 &= \frac{0,09 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 9 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 3U_2 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 10 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 3U_3 &= \frac{0,12 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 12 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tanah Lokasi 4

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 4U_1 &= \frac{0,10 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 10 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 4U_2 &= \frac{0,09 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 9 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah } 4U_3 &= \frac{0,12 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 10 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Kadar Logam Tembaga (Cu) yang terbaca instrument dari sampel tanah

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Lokasi 1	0,732	0,824	0,859
Lokasi 2	0,627	0,603	0,682
Lokasi 3	0,526	0,639	0,503
Lokasi 4	0,463	0,48	0,467

Kadar Logam Tembaga (Cu) sebenarnya dari sampel tanah.

Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L			Rata-Rata	Std. Deviation
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Lokasi 1	73,2	82,4	85,9	80,5	6,5597
Lokasi 2	62,7	60,3	68,2	63,7	4,0501
Lokasi 3	52,6	63,9	50,3	55,6	7,27942
Lokasi 4	46,3	48	46,7	47	0,8888

Sampel Tanah Lokasi 1

$$\text{Konsentrasi sebenarnya} : \frac{\text{Konsentrasi terbaca instrumen } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{\text{massa sampel (kg)}} \times \text{Volume(l)}$$

Keterangan: Konsentrasi hasil pembaca (mg/L)

Volume larutan (L)

Massa sampel (Kg)

$$\begin{aligned} \text{Tanah 1U}_1 &= \frac{0,732 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 73,2 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 1U}_2 &= \frac{0,824 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 82,4 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 1U}_3 &= \frac{0,859 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 85,9 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tanah Lokasi 2

$$\begin{aligned} \text{Tanah 2U}_1 &= \frac{0,627 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 62,7 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 2U}_2 &= \frac{0,603 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 60,3 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 2U}_3 &= \frac{0,682 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 68,2 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tanah Lokasi 3

$$\begin{aligned} \text{Tanah 3U}_1 &= \frac{0,526 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 52,6 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 3U}_2 &= \frac{0,639 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 63,9 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 3U}_3 &= \frac{0,503 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 50,3 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Sampel Tanah Lokasi 4

$$\begin{aligned} \text{Tanah 4U}_1 &= \frac{0,463 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 46,3 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 4U}_2 &= \frac{0,480 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 48 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah 4U}_3 &= \frac{0,467 \text{ mg/l}}{0,0005 \text{ Kg}} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 46,7 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



Lokasi 1 (500m)



Lokasi 2 (2km)



Lokasi 3 (4km)



Lokasi 4 (6km)



Sampel Tomat



Penimbangan Sampel



Refluks Sampel



Hasil Destruksi



Proses Penyaringan



Hasil Sampel yang siap di analisis



Sampel Tanah



Tanah setelah dioven



Penimbangan Sampel



Sampel yang akan direfluks



Hasil destruksi tanah



Penyaringan Tanah

Lampiran 7. Hasil Uji Korelasi dan Statistika *One Way* ANOVA

a. Uji Korelasi

Uji Korelasi Kadar Logam Pb pada Tanah dan Tomat

		kadar Pb Tomat	Kadar Pb Tanah
kadar Pb Tomat	Pearson Correlation	1	.035
	Sig. (2-tailed)		.913
	N	12	12
Kadar Pb Tanah	Pearson Correlation	.035	1
	Sig. (2-tailed)	.913	
	N	12	12

Uji Korelasi Kadar Logam Cu pada Tanah dan Tomat

		Cu pada Tanah	Cu pada tomat
Cu pada Tanah	Pearson Correlation	1	.641
	Sig. (2-tailed)		.025
	N	12	12
Cu pada tomat	Pearson Correlation	.641	1
	Sig. (2-tailed)	.025	
	N	12	12

b. Uji kadar Pb Pada Tomat

ANOVA

Konsentrasi Pb Tomat					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.473	3	.158	20.200	.000
Within Groups	.063	8	.008		
Total	.536	11			

c. Uji Kadar Cu Pada Tomat

ANOVA

Konsentrasi Cu Tomat					
----------------------	--	--	--	--	--

Konsentrasi Pb Tomat					
Tukey HSD ^a	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.252	3	.084	34.729	.000
Within Groups	.019	8	.002		
Lokasi	N 272	11	1	2	
Subset for alpha = 0.05					
Lokasi 4		3	1.0833		
Lokasi 2		3	1.2083		
Lokasi 1		3	1.2917		
Lokasi 3		3		1.6200	
Sig.			.078		1.000

d. Uji Kadar Pb Pada Tanah

ANOVA

Konsentrasi Pb Tanah					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	471.000	3	157.000	188.400	.000
Within Groups	6.667	8	.833		
Total	477.667	11			

Konsentrasi Cu Tomat

Tukey HSD ^a				
Lokasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
Lokasi 4	3	.26250		
Lokasi 3	3			.59167
Lokasi 2	3			.59583
Lokasi 1	3			.60417
Sig.		1.000		.989

Konsentrasi Pb Tanah

Tukey HSD ^a				
Lokasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
Lokasi 4	3	9.67		
Lokasi 3	3	10.33		
Lokasi 2	3	10.67		
Lokasi 1	3			24.67

Sig.		.565	1.000
------	--	------	-------

e. Uji Kadar Cu Pada Tanah

ANOVA

Konsentrasi Cu Tanah					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1832.623	3	610.874	21.583	.000
Within Groups	226.427	8	28.303		
Total	2059.049	11			

Konsentrasi Cu Tanah

Tukey HSD ^a				
Lokasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Lokasi 4	3	47.000		
Lokasi 3	3	55.600	55.600	
Lokasi 2	3		63.733	
Lokasi 1	3			80.500
Sig.		.271	.311	1.000

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penye- but (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

N	The Level of Significance		N	The Level of Significance	
	5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	38	0.320	0.413
4	0.950	0.990	39	0.316	0.408
5	0.878	0.959	40	0.312	0.403
6	0.811	0.917	41	0.308	0.398
7	0.754	0.874	42	0.304	0.393
8	0.707	0.834	43	0.301	0.389
9	0.666	0.798	44	0.297	0.384
10	0.632	0.765	45	0.294	0.380
11	0.602	0.735	46	0.291	0.376
12	0.576	0.708	47	0.288	0.372
13	0.553	0.684	48	0.284	0.368
14	0.532	0.661	49	0.281	0.364
15	0.514	0.641	50	0.279	0.361
16	0.497	0.623	55	0.266	0.345
17	0.482	0.606	60	0.254	0.330
18	0.468	0.590	65	0.244	0.317
19	0.456	0.575	70	0.235	0.306
20	0.444	0.561	75	0.227	0.296
21	0.433	0.549	80	0.220	0.286
22	0.432	0.537	85	0.213	0.278
23	0.413	0.526	90	0.207	0.267
24	0.404	0.515	95	0.202	0.263
25	0.396	0.505	100	0.195	0.256
26	0.388	0.496	125	0.176	0.230
27	0.381	0.487	150	0.159	0.210
28	0.374	0.478	175	0.148	0.194
29	0.367	0.470	200	0.138	0.181
30	0.361	0.463	300	0.113	0.148
31	0.355	0.456	400	0.098	0.128
32	0.349	0.449	500	0.088	0.115
33	0.344	0.442	600	0.080	0.105
34	0.339	0.436	700	0.074	0.097
35	0.334	0.430	800	0.070	0.091
36	0.329	0.424	900	0.065	0.086
37	0.325	0.418	1000	0.062	0.081