

## DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S.S., 2005, Rehabilitasi Tanah Sawah Tercemar Logam Berat Pb dan Cd Melalui Fitoremediasi, *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*, **6**(2): 63-70.
- Alloway, B.J., 1995, *Heavy Metals in Soils*, Blackie Academic and Professional, London, UK, 2nd edition.
- Anania, A., Mukarlina, Linda R., 2017, Pertumbuhan dan Kandungan Pigmen Tanaman Keladi (*Caladium bicolor* Aiton Vent) pada Tanah yang Merkuri (HgCl<sub>2</sub>), *Jurnal Protobiont*, **6**(3):215-221.
- Andani, S., dan Purbayanti. E.D., 1981, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Arifin, R., 2019, *Fitoakumulasi Ni dan Zn Dalam Tumbuhan Nipah (Nypa Fruticans)*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin.
- Arisusanti, R.J., dan Purwani, K.I., Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman *Dahlia pinnata*, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, **2**(2):2337-3520.
- Blesstinov, A.G., Maddusa, S.P., Joseph, W.B.S., 2017, *Analisis Kandungan Seng (Zn) Dalam Air, Sedimen Kerang dan Ikan di Sungai Tondano*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sam Ratulangi.
- Busran, T.P dan Racmatiah, I., 2010, Pengaruh Penambahan Logam Zn Pada Serapan Logam Cu Oleh Tanaman Kiapu (*Pistia Stratiotes L*) Pada Air, *Jurnal Teknik Lingkungan*, **16**(2):199-209.
- Caroline, J., dan Moa, G.A, 2015, *Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III.
- Chairiyah, R.R., Guchi, H., Rauf, A., 2013, Bioremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Cd, Cu dan Pb Dengan Menggunakan Endomikoriza, *Jurnal Online Agroekoteknologi*, **2**(1):348-361.
- Fitria S.N., Unggul P.J., Gancang S., 2014, Potensi tanaman genjer (*Limnocharis flava*) untuk mengurangi kadar logam berat (Pb dan Cu)

- serta radionuklida dengan metode fitoremediasi. *Physics Student Journal*, **2**(1): 688-692.
- Gerberding, J.L., 2005, *Toxicological Profile for Nickel*, Atlanta, Georgia, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology.
- Ghosh, M., dan Signh, S.P., 2005, Comparative Uptake and Phytoextraction Study of Soil Induced Chromium by Accumulator and High Biomass Weed Species, *Applied Ecology and Environmental Research*, **3**(2): 67-79.
- Hardiani, H., 2009, *Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas*, Balai Besar Balp dan Kertas, Bandung.
- Haryanti, D., Budianta D., Salni, 2013, Potensi Beberapa Jenis Tanaman Hias sebagai Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) dalam Tanah, *Jurnal Penelitian Sains*, **16**(2).
- Heryanto, N.M., 2011, *Kandungan Logam Berat Pada Tumbuhan, Tanah, Air, Ikan, Udang di Hutan Mangrove*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Hidayat, B., 2015, Remediasi Tanah Tercemar Logam Berat Dengan Menggunakan Biochar, *Jurnal Pertanian Tropik*, **2**(1):31-41.
- Hidayati, N., 2005, Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator, *Jurnal Penelitian Biologi*, **12**(1):35-40.
- Hidayati, N., 2013, Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat, *Jurnal Teknik Lingkungan*, **14**(2).
- Huhey, James E., Ellen A., Keiter, Richard L., 1993, *Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity*, Fourth edition, Hareper Collins College Publisher, New York.
- Irsyad, M., Sikanna, R., Musafira, 2014, Translokasi, Merkuri (Hg) Pada Daun Tanaman Bayam Duri (*Amaranthus Spinousus l*) Dari Tanah Tercemar, *Online Jurnal of Natural Science*, **3**(1): 8-17.
- Jarup, L., 2003, *Hazards of Heavy Metal Contamination*, London : British Medical Bulletin.
- Juhriah, Suhadiyah, S., Mandasari, R., 2017, Respon Pertumbuhan Tanaman Jengger Ayam Merah *Celosia plumosa* (Voss) Burv pada Tanah Tercemar Logam Berat Kadmium (Cd), *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, **8**(15):22-28.

- Juhriah dan Alam, M., 2016, Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah Dengan Tanaman *Celosia plumosa* (Voss) Burv, *Jurnal Biologi Makassar*, **1**(1).
- Junyo, G., dan Handayanto, E., 2017, Potensi Tiga Varietas Tanaman Sawi Sebagai Akumulator Merkuri Pada Tanah, *Jurnal Tanah dan Sumber daya Lahan*, **4**(1): 421-429.
- Kenna, A., 2017, *Fitoakumulasi Ion Logam Nikel(II) oleh Tanaman Lidah Mertua (Sansevieria trifasciata Prain) pada Tanah Tercemar*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Khaira, K., 2014, Analisis Kadar Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) dalam Air Minum Isi Ulang Kemasan Galon di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar, *Jurnal Saintek*, **6**(2): 116-123.
- Khanam, U.K.S., dan Oba, S., 2013, Bioactives Substances in Leaves of Two Amaranth Species, *Amaranthus Tricolor* and *Amaranthus Hypocondriacus*, *Can J. Plant Set*, **93**:47-58.
- Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Motto, H., Raskin, I. 1995. Phytoextraction: The Use of Plants to Remove Heavy Metals from Soils, *Environ. Sci Technol*, **29**: 1232-1238.
- Landi, M., Tattini., Kevin, S., & Gould, 2015, *Multiple functional roles of anthocyanins in plant-environment interactions*, Environmental and Experimental Botany.
- Liong, S., 2010, *Mekanisme Fitoakumulasi Spesies Cd(II), Cr(VI), dan Pb(II) pada Kangkung Darat (Ipomoea Reptans Poir)*, Disertasi tidak diterbitkan, Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Masluki, 2013, *Respon Tanaman Bayam Merah (alternanthera amoena) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Urin Sapi*, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Meriatna, 2008, *Penggunaan Membran Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Krom(Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*, Tesis tidak diterbitkan, Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ministry of State for Population and Environment Republic of Indonesia and Dalhousie University Canada*, 1992, Environmental Management in Indonesia. Report on Soil Quality Standards for Indonesia (interim report), (Tidak dipublikasikan).

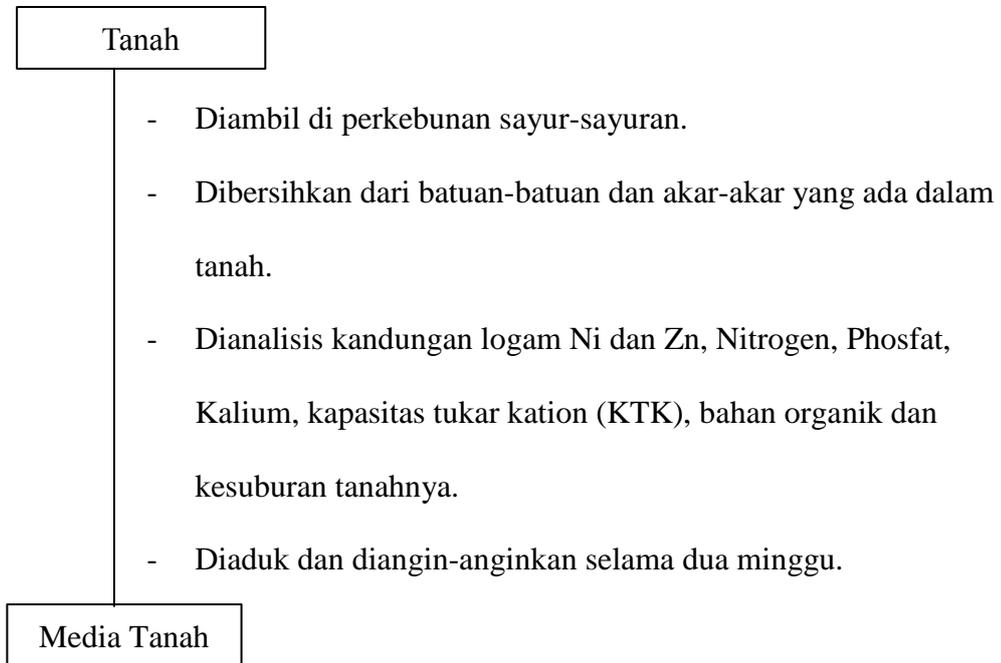
- Mohamad, E., 2011, *Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tanah dengan Menggunakan Bayam Duri (Amaranthus spinosus L.)*, Laporan Penelitian, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo.
- Mutmainnah, F., Arinafril, Suheryanto, 2015, Fitoremediasi logam timbal (Pb) dengan menggunakan *Hydrilla verticillata* dan *Najas indica*, *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, **12**(2): 90-103.
- Novandi, R., Hayati, R., Zahara, T.A., 2010, *Remediasi Tanah Tercemar Logam Timbl (Pb) Menggunakan Tanaman Bayam Cabut (Amaranthua tricolor L.)*, Skripsi tidak diterbitkan, Program Studi Teknik Lingkungan, Univrsitas Tanjungpura, Pontianak.
- Novi, C., Sartika, Shobab, A.N., 2019, Fitoremediasi Logam Seng (Zn) Menggunakan *Hydrilla* sp. Pada Limbah Industri Kertas, *Jurnal Kimia Valensi*, **5**(1):108-114.
- Pickering, W.F., 1980, *Zinc interaction with soil and sediment compnents*. In Nriagu JO. (Ed.): *Zinc in the environment-Part 1: Ecological cycling*. John Wiley & Sons, New York, USA pp 72-112.
- Pratiwi, A.I, Liong, S., Asmawati, 2017, *Fitoakumulasi Ion Logam Tembaga(II) oleh Tanaman Lidah Mertua (Sansevieria trifasciata Prain)*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Prihandrijanti, M., Lidiawati, E., Indrawan, H., Winanda, dan Gunawan, H., 2009, *Fitoremediasi dengan enceng gondok dan Kiambang Untuk Menurunkan Konsentrasi Deterjen, Minyak Lemak dan Krom Total*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia – SNTKI 2009, Bandung.
- Prijambada, I.D., 2006, *Peranan Mikroorganisme Pada Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat*, Skripsi tidak diterbitkan, Lab. Mikrobiologi tanah dan lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rangkuti, N.P.J., Mukarlina, Rahmawati, 2017, Pertumbuhan Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang diberi Pupuk Kompos Kotoran Kambing dengan Dekomposer *Trichoderma harzianum*, *Jurnal Protobiont*, **6**(3): 18-25.
- Razikin, R.K., 2015, *Uji Tanaman Bayam (Amaranthus tricolor) dan Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) sebagai Agen Fitoremediasi pada Tanah Tercemar Logan Pb dan Cd*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

- Rismawati, S.I., 2012, *Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak pagar (Jatropha curcas)*, Skripsi tidak diterbitkan, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Robert, G.A.F., 1992, Chitin Chemistry, *Journal of Chemical Science*, 211-215.
- Rondonuwu, T., 2014, *Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman dan Sistem Reaktor*, Skripsi tidak diterbitkan, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika, Universitas Sam Ratulangi.
- Rumimper E.A., Posangi, J., Wuisan, J., 2014, Uji Efek Perasan Daun Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor*) Terhadap Kadar Hemoglobin Terhadap Tikus Wistar (*Rattus Novegicus*), *Jurnal e-Biomedik*, **2**(2).
- Salim, F., dan Suryati, T., 2014, Fitoremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Menggunakan Empat Jenis Rumput, *Jurnal Riset Industri*, **8**(2):123-128.
- Salisbury, Frank B., Cleon W Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan: Jilid 3*. Bandung: Penerbit ITB.
- Salt, D.E., dan Baker, A.J.M., 1998, *Phytoremediation Of Metals Biotechnology Environmental Process I. Vol II.B*, Wiley, VCH.Germany.
- Saparinto, C., 2013, *Grow Your Own Vegetables-Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*, Penebar Swadaya, Yogyakarta.
- Siahaan, B.C., Utami, S.R., Handayanto, E., 2014, Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri Menggunakan *Lindernia Crustacea*, *Digitaria Radicosa* dan *Cyperus Rotundus* Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung, *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, **1**(2):35-51.
- Sidauruk, L dan Sipayung, P., 2015, Fitoremediasi Lahan Tercemar Dikawasan Industri Medan Dengan Tanaman Hias, *Jurnal Pertanian Tropik*, **2**(2):178-186.
- Sitompul, S.M., dan Guritno, B., 2008, *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM Press. Yogyakarta.
- Sunarjono, H., 2014, *Bertanam 36 Jenis Sayuran*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Susana, R., dan Suswati, D., 2013, Bioakumulasi dan Distribusi Cd pada Akar dan Pucuk 3 Jenis Tanaman Famili Brassicaceae: Implementasinya Untuk Fitoremediasi, *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, **20**(2): 221-228.

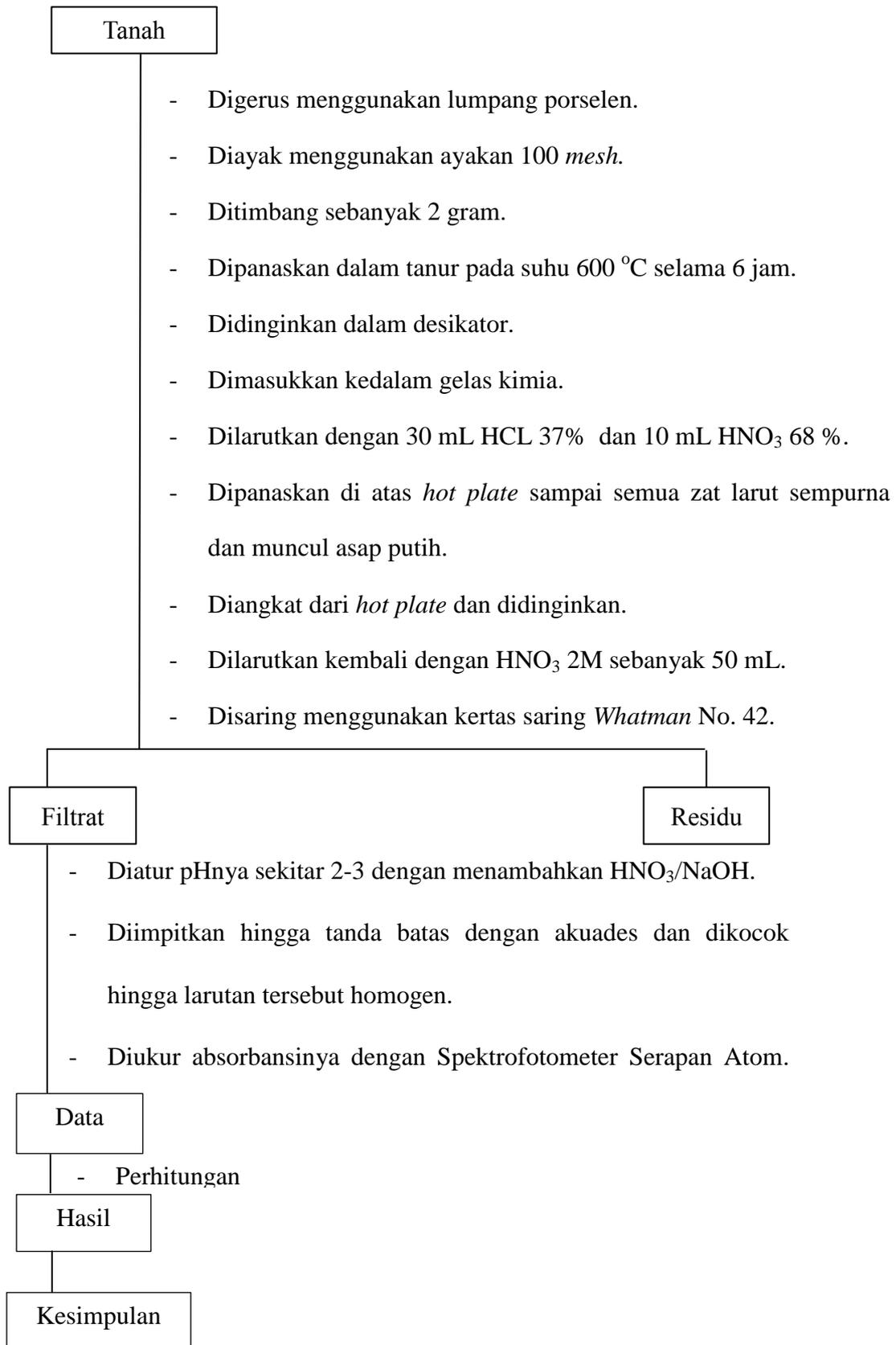
- Tjitrosoepomo, Gembong, 1985, *Morfologi Tumbuhan*, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Wao, A.A., Khare, S., dan Ganguli, S., 2014, Ektraktion and Analysis of Heavy Metals from Soil and Plants in the Industrial Area Govindpura, Bhopal, *Journal of Environment and Human*, **1**(2):158-164.
- Yudo, S., 2006, *Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI*, Universitas Indonesia, Jakarta.

## Lampiran 1. Bagan Kerja

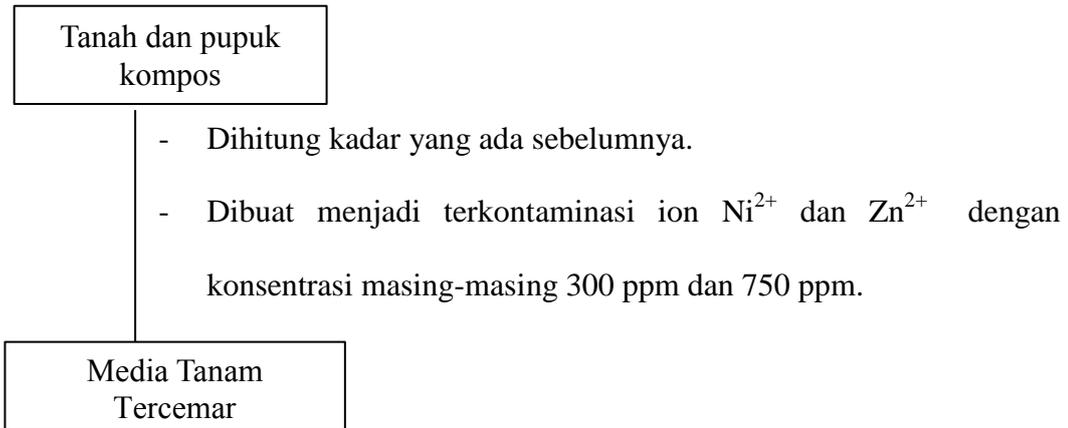
### 1. Penyiapan Media Tanah



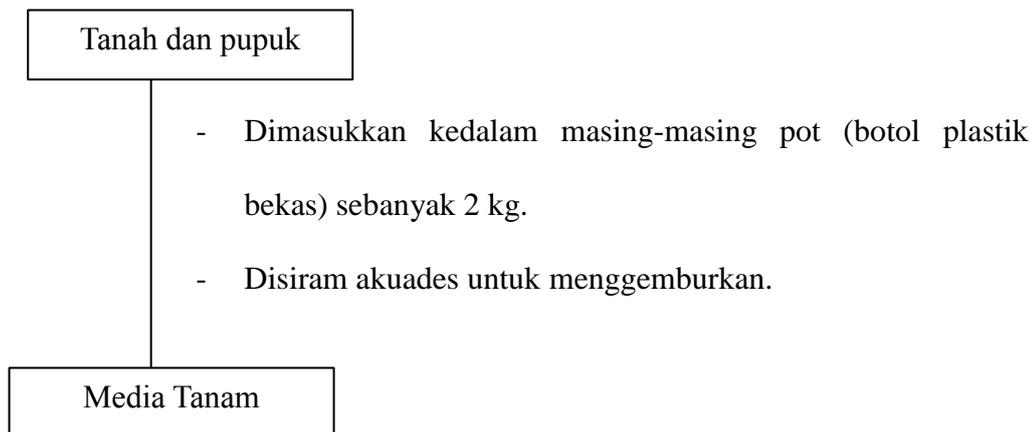
## 2. Pengujian Kadar Ion Logam $\text{Ni}^{2+}$ dan $\text{Zn}^{2+}$ pada Tanah dan Pupuk



### 3. Pembuatan Media Tanam Terkontaminasi Ion $\text{Ni}^{2+}$ dan $\text{Zn}^{2+}$

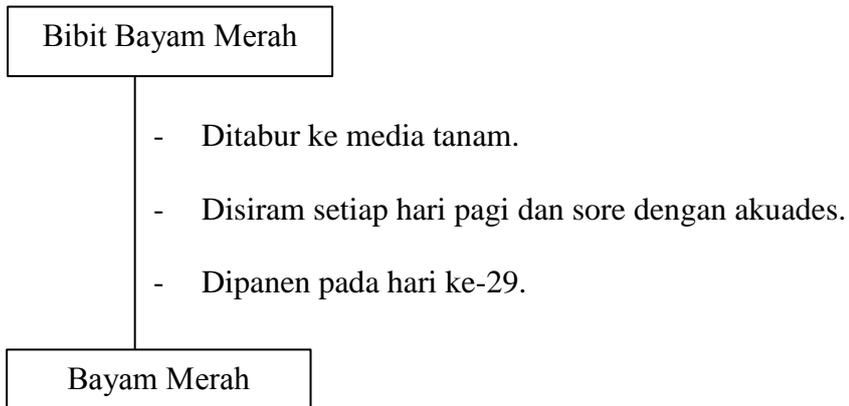


### 4. Penyiapan Media Tanam



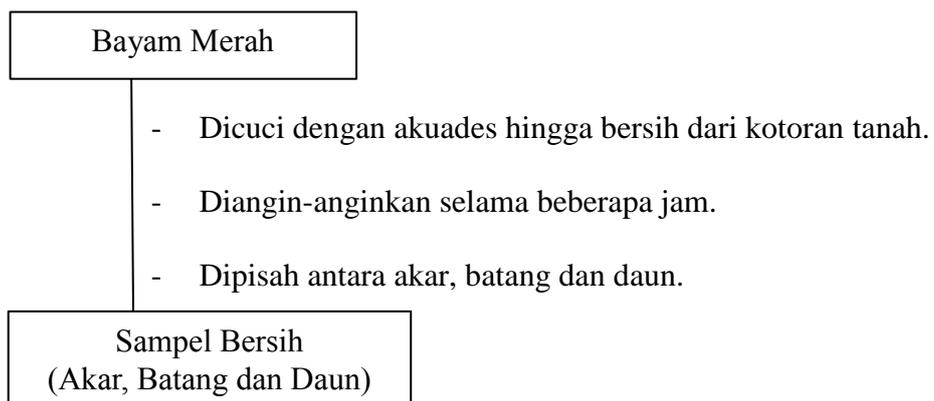
Note : Dilakukan perlakuan yang sama hanya saja tanah yang digunakan yaitu tanah yang tidak diberi pencemaran buatan. Hal ini sebagai kontrol.

## 5. Penanaman Bayam Merah

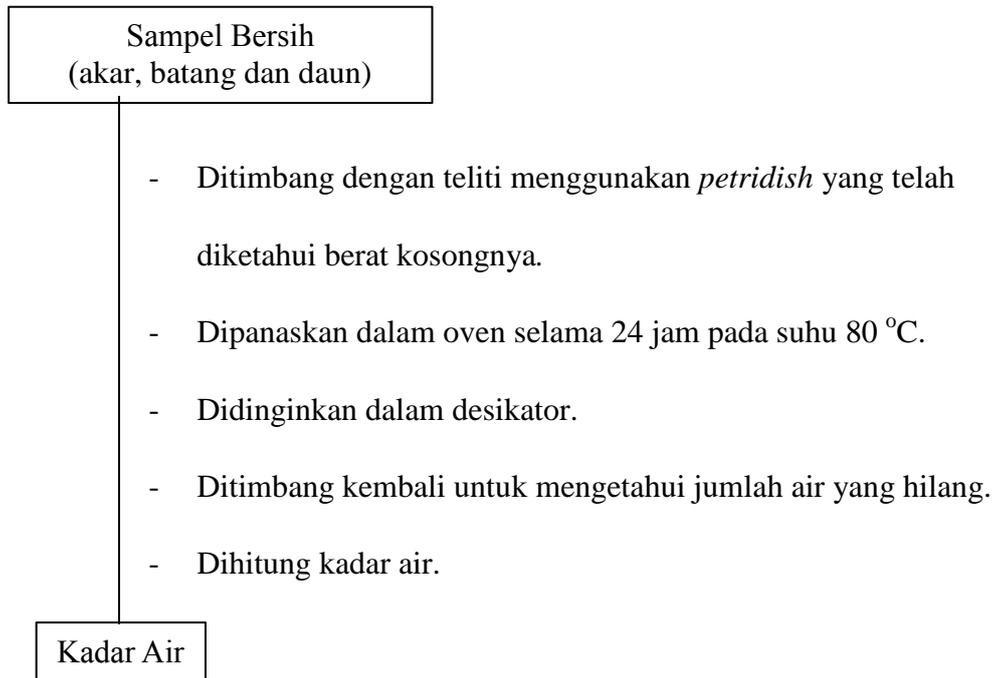


## 6. Perlakuan Sampel

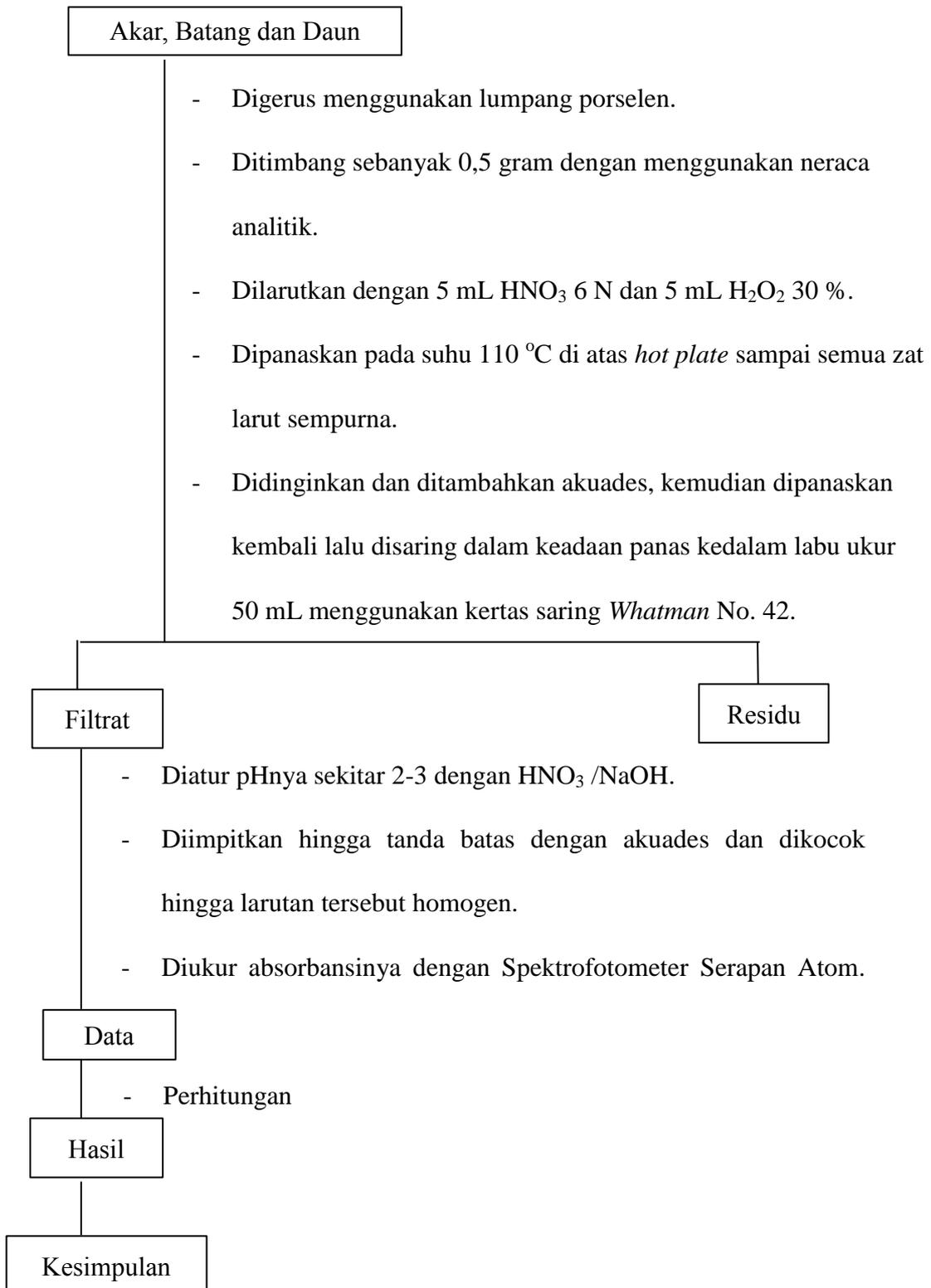
### 6.1 Preparasi Sampel



## 6.2 Penentuan Kadar Air

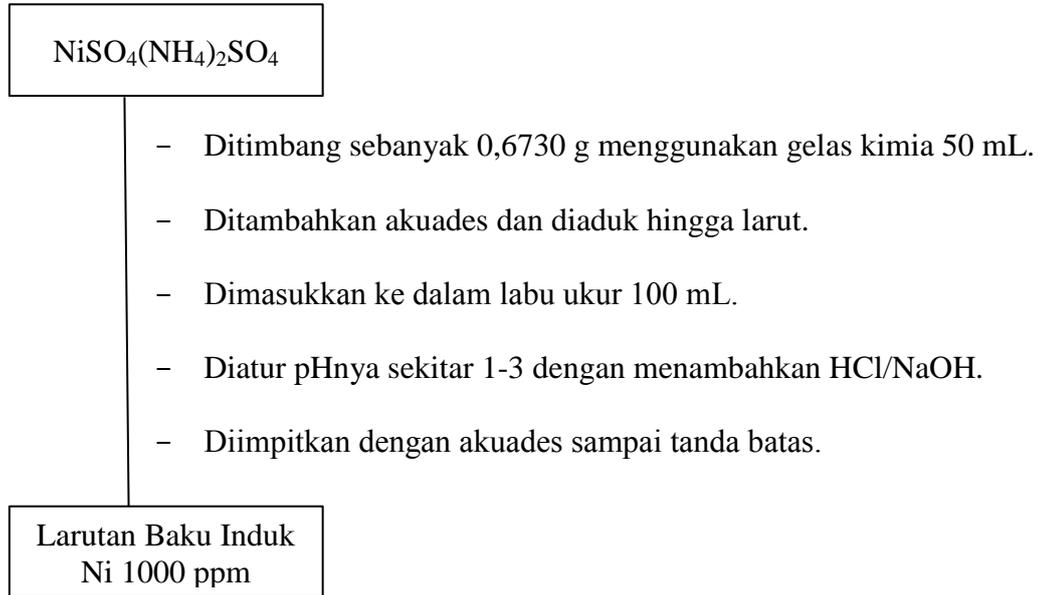


### 6.3 Destruksi dan Analisis Kadar Ion $\text{Ni}^{2+}$ dan $\text{Zn}^{2+}$ Pada Akar, Batang dan Daun



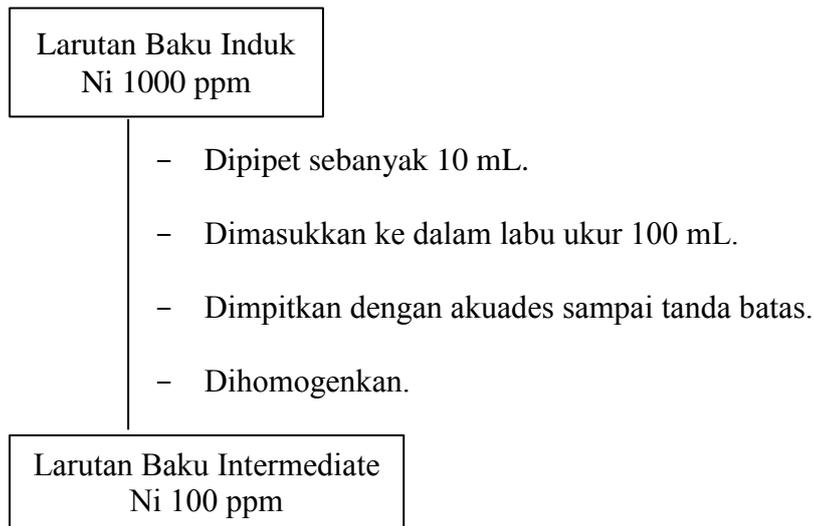
## 7. Penentuan Kadar Logam

### 7.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Ni dan Zn 1000 ppm



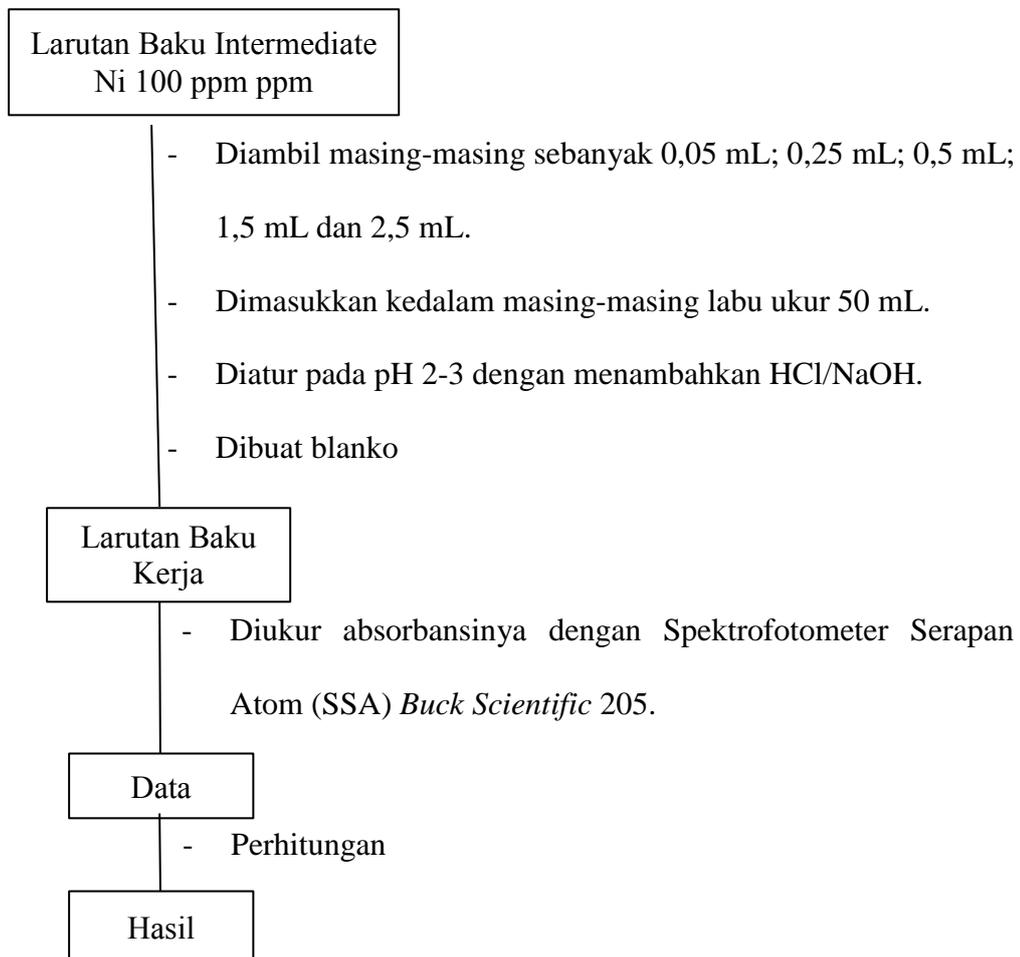
Note : Diulangi prosedur yang sama untuk membuat larutan baku induk Zn 1000 ppm

### 7.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediate Ni 100 ppm



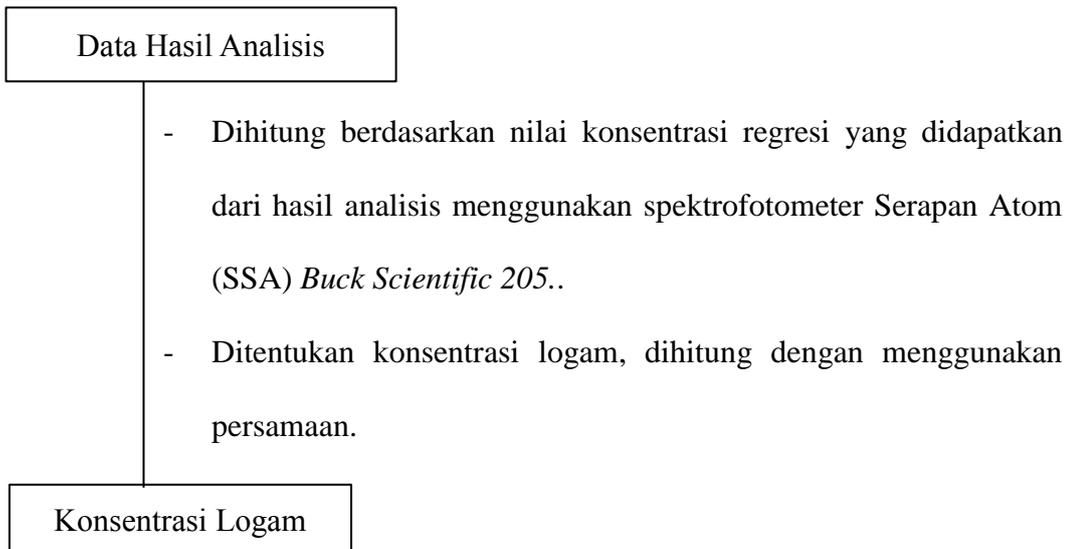
Note : Diulangi prosedur yang sama untuk membuat larutan baku Intermediate Zn 100 ppm

### 7.3 Pembuatan Larutan Baku Kerja Ni dan Zn 0,1 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; 3 ppm dan 5 ppm

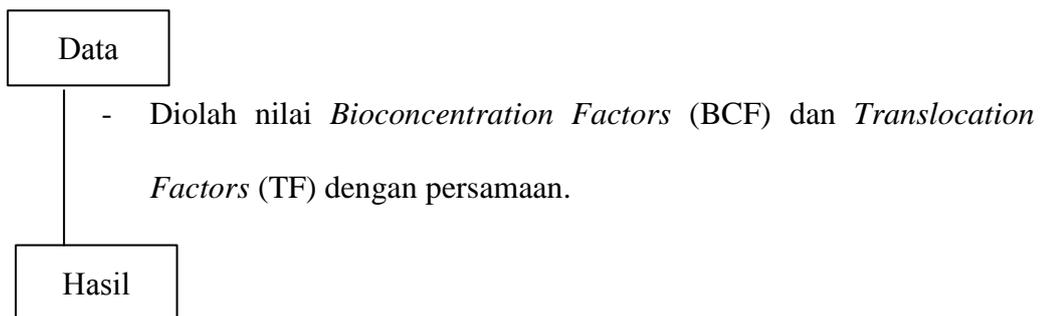


Note : Diulangi prosedur yang sama untuk membuat larutan baku kerja Zn

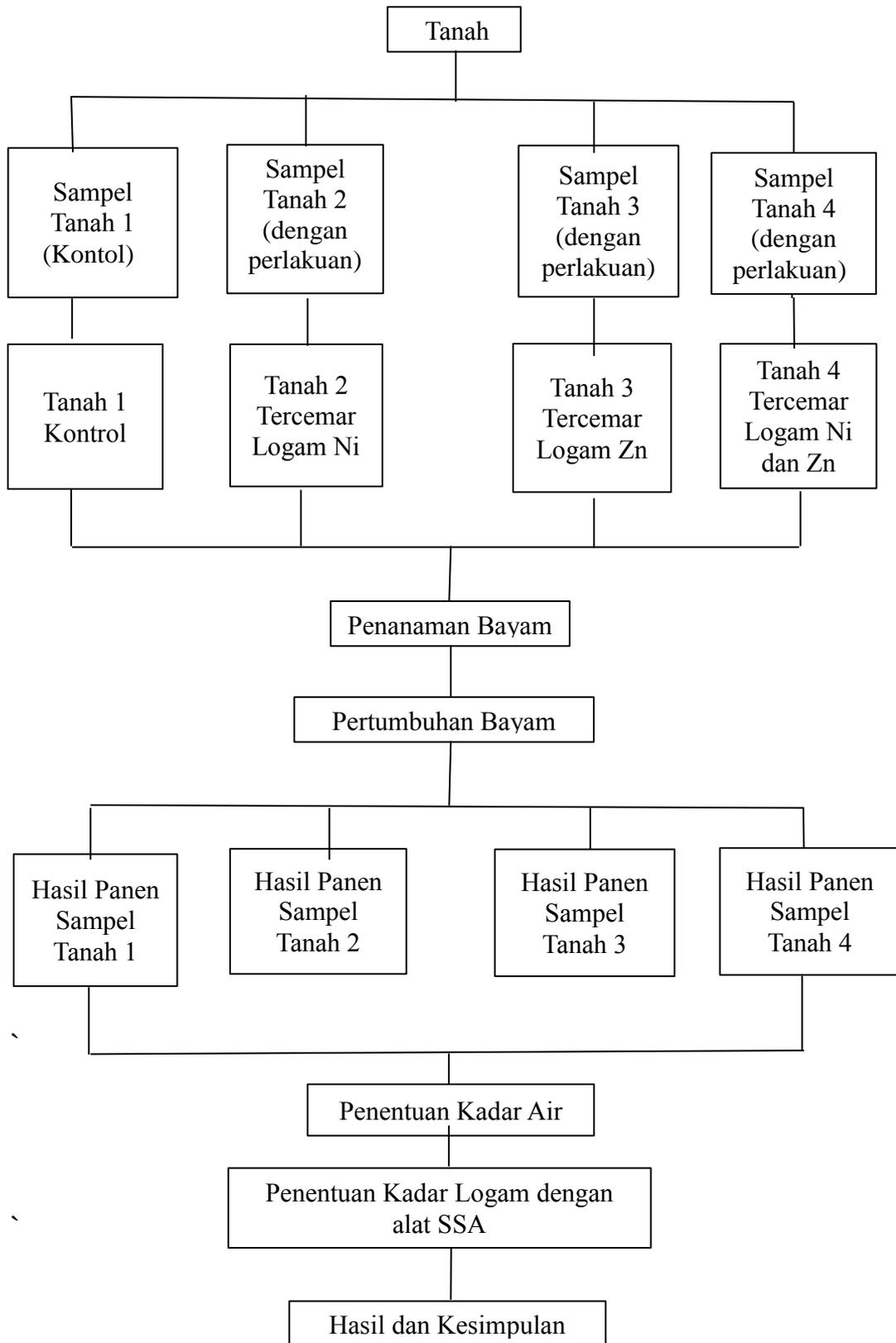
#### 7.4 Penentuan Konsentrasi Logam



#### 8. Penentuan Mekanisme Fitoakumulasi Logam Berat



**Lampiran 2.** Diagram Alir



### Lampiran 3. Perhitungan

#### 1. Perhitungan Zat Pencemar

- **Perhitungan Zat Pencemar Logam Nikel Untuk 300 ppm**

$$\text{ppm} = \frac{\text{Ar Ni}}{\text{Mr NiSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} \times \frac{\text{massa}}{\text{Kg}}$$

$$260,6413 \text{ mg/kg} = \frac{58,6934 \text{ g/mol}}{395 \text{ g/mol}} \times \frac{\text{massa}}{2 \text{ kg}}$$

$$\text{massa} = \frac{102.953,3135 \text{ mg}}{58,6934}$$

$$\text{massa} = 1.754,0867 \text{ mg}$$

$$\text{massa} = 1,7541 \text{ g} \times 2 = 3,5082$$

- **Perhitunga Zat Pencemar Logam Seng Untuk 750 ppm**

$$\text{ppm} = \frac{\text{Ar Co}}{\text{Mr Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}} \times \frac{\text{massa}}{\text{kg}}$$

$$640,536 \text{ mg/kg} = \frac{65,39 \text{ g/mol}}{261,3975 \text{ g/mol}} \times \frac{\text{Massa}}{2 \text{ kg}}$$

$$\text{massa} = \frac{167.434,5091 \text{ mg}}{65,39}$$

$$\text{massa} = 2.560,5522 \text{ mg}$$

$$\text{massa} = 2,5660 \text{ g} \times 2 = 5,1211 \text{ g}$$

#### 2. Perhitungan Kadar Air

$$\text{KA} = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat basah} - \text{Berat cawan kosong}}$$

- **Kontrol**

- Akar

$$\text{KA} = \frac{43.8319 - 43.4313}{43.8319 - 43.3317} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4006}{0,5002} \times 100\%$$

$$KA = 80\%$$

- Batang

$$KA = \frac{53.186 - 52.699}{53.186 - 52.6617} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,487}{0,5243} \times 100\%$$

$$KA = 93\%$$

- Daun

$$KA = \frac{43.3223 - 42.8717}{43.3223 - 42.8188} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4506}{0,5035} \times 100\%$$

$$KA = 89\%$$

- **Logam Ni**

- Akar

$$KA = \frac{35.6404 - 35.2381}{35.6404 - 35.1401} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4023}{0,5000} \times 100$$

$$KA = 80\%$$

- Batang

$$KA = \frac{48.9411 - 48.4708}{48.9411 - 48.4334} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4703}{0,5077} \times 100\%$$

$$KA = 93\%$$

- Daun

$$KA = \frac{47.4972 - 47.0505}{47.4972 - 46.9907} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4422}{0,5065} \times 100\%$$

$$KA = 87\%$$

- **Logam Zn**

- Akar

$$KA = \frac{47.8038 - 47.4025}{47.8038 - 47.3033} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4013}{0,5005} \times 100\%$$

$$KA = 80\%$$

- Batang

$$KA = \frac{41.3887 - 40.9211}{41.3887 - 40.8851} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4676}{0,5036} \times 100\%$$

$$KA = 93\%$$

- Daun

$$KA = \frac{48.4974 - 48.0631}{48.4974 - 47.9961} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4343}{0,5013} \times 100\%$$

$$KA = 87\%$$

- **Logam Campuran Ni dan Zn**

- Akar

$$KA = \frac{45.3114 - 44.8989}{45.3114 - 44.8108} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4125}{0,5006} \times 100\%$$

$$KA = 82\%$$

- Batang

$$KA = \frac{49.7237 - 49.266}{49.7237 - 49.2196} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4577}{0,5041} \times 100\%$$

$$KA = 91\%$$

- Daun

$$KA = \frac{52.4051 - 51.9665}{52.4051 - 51.9007} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,4386}{0,5044} \times 100\%$$

$$KA = 87\%$$

### 3. Perhitungan Pembuatan Deret Standar Nikel dan Seng

- **Pembuatan Larutan Induk Nikel 1000 ppm**

$$\text{ppm} = \frac{\text{Ar Ni}}{\text{Mr NiSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} \times \frac{\text{massa}}{\text{L}}$$

$$1000 \text{ ppm} = \frac{58,6934 \text{ g/mol}}{395 \text{ g/mol}} \times \frac{\text{massa}}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{massa} = \frac{39,500 \text{ mg}}{58,6934}$$

$$\text{massa} = 672,9888 \text{ mg}$$

$$\text{massa} = 0,6730 \text{ g}$$

- **Pembuatan Larutan Induk Seng 1000 ppm**

$$\text{ppm} = \frac{\text{Ar Zn}}{\text{Mr Zn(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}} \times \frac{\text{massa}}{\text{L}}$$

$$1000 \text{ ppm} = \frac{65,39 \text{ g/mol}}{261,3975 \text{ g/mol}} \times \frac{\text{massa}}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{massa} = \frac{26.139,75 \text{ mg}}{65,39}$$

$$\text{massa} = 399,7515 \text{ mg}$$

$$\text{massa} = 0,3997 \text{ g}$$

- **Pembuatan Larutan Baku Intermediet Ni dan Zn 100 ppm**

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \cdot 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

- **Pembuatan Larutan Baku Kerja Ni dan Zn**

- 0,1 ppm

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,05 \text{ mL}$$

- 0,5 ppm

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 0,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ mL}$$

- 1 ppm

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 1 \text{ ppm}$$

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

- 3 ppm

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 3 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1,5 \text{ mL}$$

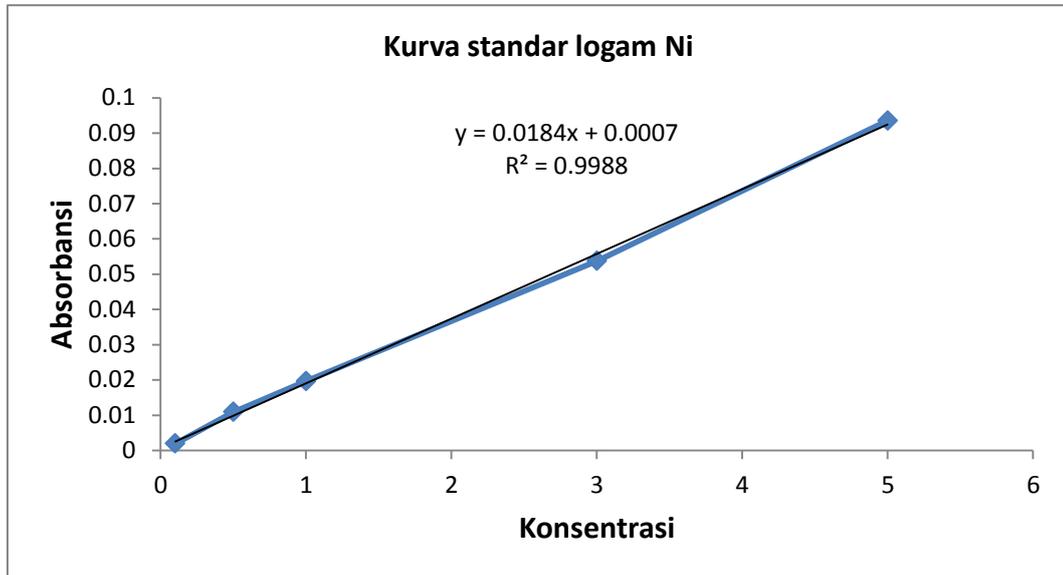
- 5 ppm

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

#### 4. Perhitungan Konsentrasi Logam Ni dan Zn pada Akar, Batang dan Daun



- **Perhitungan Konsentrasi Logam Ni**

- **Kontrol**

Morfologi	Absorbansi
Akar	0,0065
Batang	0,006
Daun	0,003

- **Akar**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,0065 - 0,0007 = 0,0184x$$

$$0,0058 = 0,0184x$$

$$x = \frac{0,0058}{0,0184}$$

$$x = 0,3152 \text{ mg/L}$$

$$C_{\text{Ni}} = \frac{C_x \cdot X \cdot V_{\text{total}}}{\text{massa}}$$

$$C_{\text{Ni}} = \frac{0,3152 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot X \cdot 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5005 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{\text{Ni}} = 31,4885 \text{ mg/kg}$$

- **Batang**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,006 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0053}{0,0184}$$

$$x = 0,2880 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \times V_{total}}{massa}$$

$$C_{Ni} = \frac{0,2880 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5002 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Ni} = 28,7884 \text{ mg/kg}$$

- **Daun**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,012 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0023}{0,0184}$$

$$x = 0,125 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \times V_{total}}{massa}$$

$$C_{Ni} = \frac{0,125 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5008 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Ni} = 12,4800 \text{ mg/kg}$$

• **Logam Ni**

Morfologi	Absorbansi
Akar	0,0215
Batang	0,014
Daun	0,011

- **Akar**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,0215 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0208}{0,0184}$$

$$x = 1,1304 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \times V_{total}}{\text{massa}}$$

$$C_{Ni} = \frac{1,1304 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5006 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Ni} = 112,9045 \text{ mg/kg}$$

- **Batang**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,014 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0133}{0,0184}$$

$$x = 0,7228 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \times V_{total}}{\text{massa}}$$

$$C_{Ni} = \frac{0,7228 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5008 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Ni} = 72,1645 \text{ mg/kg}$$

- **Daun**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,011 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0103}{0,0184}$$

$$x = 0,5598 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \times V_{total}}{\text{massa}}$$

$$C_{Ni} = \frac{0,5598 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5006 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Ni} = 55,9129 \text{ mg/kg}$$

• **Campuran (Logam Ni)**

Morfologi	Absorbansi
Akar	0,004
Batang	0,008
Daun	0,0115

- **Akar**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,004 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0033}{0,0184}$$

$$x = 0,1793 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \cdot X \cdot V_{total}}{massa}$$

$$C_{Ni} = \frac{0,1793 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot X \cdot 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5007 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Ni} = 17,9049 \text{ mg/kg}$$

- **Batang**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,008 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0073}{0,0184}$$

$$x = 0,3967 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \cdot X \cdot V_{total}}{massa}$$

$$C_{Ni} = \frac{0,3967 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot X \cdot 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5008 \times 10^{-3} \text{ g}}$$

$$C_{Ni} = 39,6066 \text{ mg/kg}$$

- **Daun**

$$y = 0,0184x + 0,0007$$

$$0,011 = 0,0184x + 0,0007$$

$$x = \frac{0,0108}{0,0184}$$

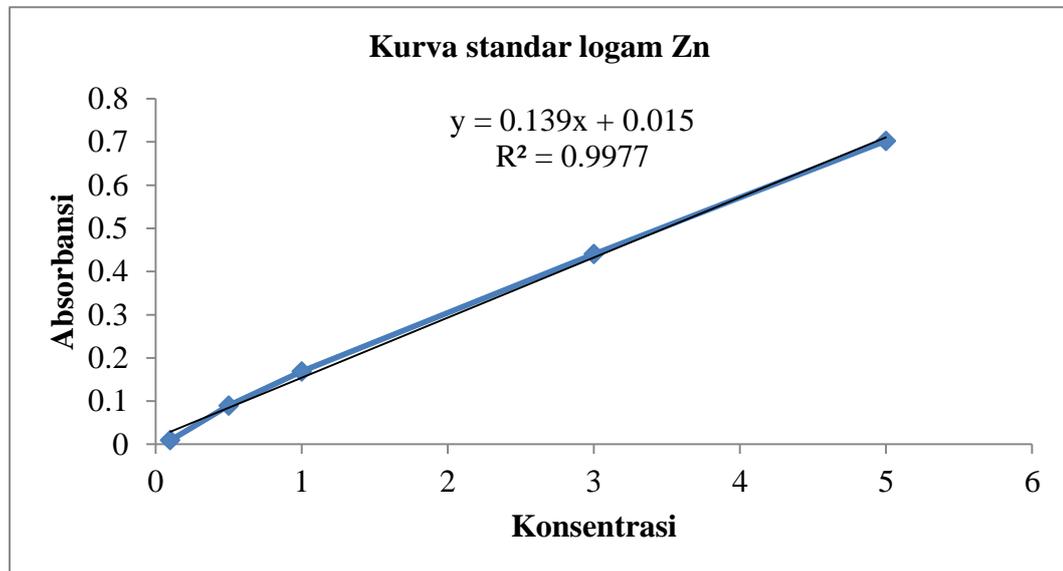
$$x = 0,5870 \text{ mg/L}$$

$$C_{Ni} = \frac{C_x \cdot X \cdot V_{total}}{massa}$$

$$C_{Ni} = \frac{0,5870 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot X \cdot 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5005 \times 10^{-3} \text{ g}}$$

$$C_{Ni} = 58,6414 \text{ mg/kg}$$

- **Perhitungan Konsentrasi Logam Zn**



- **Kontrol**

Morfologi	Absorbansi
Akar	0,1205
Batang	0,24
Daun	0,249

- **Akar**

$$y = 0,139x + 0,015$$

$$0,1205 = 0,139x + 0,015$$

$$x = \frac{0,1055}{0,139}$$

$$x = 0,7590 \text{ mg/L}$$

$$C_{Zn} = \frac{C_x \times X \times V_{\text{total}}}{\text{massa}}$$

$$C_{Zn} = \frac{0,7590 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times X \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5005 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Zn} = 75,8241 \text{ mg/kg}$$

- **Batang**

$$y = 0,139x + 0,015$$

$$\begin{aligned}
0,24 &= 0,139x + 0,015 \\
x &= \frac{0,225}{0,139} \\
x &= 1,6187 \text{ mg/L} \\
C_{\text{Zn}} &= \frac{C_x \times V_{\text{total}}}{\text{massa}} \\
C_{\text{Zn}} &= \frac{1,618 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5002 \times 10^{-3} \text{ kg}} \\
C_{\text{Zn}} &= 161,822 \text{ mg/kg}
\end{aligned}$$

- **Daun**

$$\begin{aligned}
y &= 0,139x + 0,015 \\
0,249 &= 0,139x + 0,015 \\
x &= \frac{0,234}{0,139} \\
x &= 1,6834 \text{ mg/L} \\
C_{\text{Zn}} &= \frac{C_x \times V_{\text{total}}}{\text{massa}} \\
C_{\text{Zn}} &= \frac{1,6834 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5008 \times 10^{-3} \text{ kg}} \\
C_{\text{Zn}} &= 168,0596 \text{ mg/kg}
\end{aligned}$$

• **Logam Zn**

Morfologi	Absorbansi
Akar	0,2915
Batang	0,2865
Daun	0,1835

- **Akar**

$$\begin{aligned}
y &= 0,139x + 0,015 \\
0,2915 &= 0,139x + 0,015 \\
x &= \frac{0,2765}{0,193} \\
x &= 0,19892
\end{aligned}$$

$$C_{Zn} = \frac{C_x \times V_{total}}{massa}$$

$$C_{Zn} = \frac{0,1989 \frac{mg}{L} \times 50 \times 10^{-3} L}{0,5055 \times 10^{-3} kg}$$

$$C_{Zn} = 198,7213 \text{ mg/kg}$$

- **Batang**

$$y = 0,193x + 0,015$$

$$0,2865 = 0,193x + 0,015$$

$$x = \frac{0,2715}{0,139}$$

$$x = 1,9532 \text{ mg/L}$$

$$C_{Zn} = \frac{C_x \times X \times V_{total}}{massa}$$

$$C_{Zn} = \frac{1,9532 \frac{mg}{L} \times 50 \times 10^{-3} L}{0,5012 \times 10^{-3} kg}$$

$$C_{Zn} = 194,8524 \text{ mg/kg}$$

- **Daun**

$$y = 0,139x + 0,015$$

$$0,1835 = 0,139x + 0,015$$

$$x = \frac{0,1685}{0,139}$$

$$x = 1,2122 \text{ mg/L}$$

$$C_{Zn} = \frac{C_x \times X \times V_{total}}{\text{gram contoh}}$$

$$C_{Zn} = \frac{1,2122 \frac{mg}{L} \times 50 \times 10^{-3} L}{0,5008 \times 10^{-3} kg}$$

$$C_{Zn} = 121,0264 \text{ mg/kg}$$

• **Campuran (Logam Zn)**

Morfologi	Absorbansi
Akar	0,266
Batang	0,2395
Daun	0,265

- **Akar**

$$y = 0,139x + 0,015$$

$$0,266 = 0,139x + 0,015$$

$$x = \frac{0,251}{0,139}$$

$$x = 1,8058 \text{ mg/L}$$

$$C_{Zn} = \frac{C_x \times V_{\text{total}}}{\text{massa}}$$

$$C_{Zn} = \frac{1,8058, \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5007 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Zn} = 180,3275 \text{ mg/kg}$$

- **Batang**

$$y = 0,193x + 0,015$$

$$0,2395 = 0,193x + 0,015$$

$$x = \frac{0,2245}{0,193}$$

$$x = 1,6151 \text{ mg/L}$$

$$C_{Zn} = \frac{C_x \times V_{\text{total}}}{\text{massa}}$$

$$C_{Zn} = \frac{1,6151 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5008 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Zn} = 161,252 \text{ mg/kg}$$

- **Daun**

$$y = 0,193x + 0,015$$

$$0,265 = 0,193x + 0,015$$

$$x = \frac{0,25}{0,139}$$

$$x = 1,7986 \text{ mg/L}$$

$$C_{Zn} = \frac{C_x \times V_{\text{total}}}{\text{massa}}$$

$$C_{Zn} = \frac{1,7986 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L}}{0,5005 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$C_{Zn} = 179,6803 \text{ mg/kg}$$

## 5. Perhitungan Nilai BCF dan TF Tanaman Bayam Merah

Sampel	Konsentrasi Logam Cu dan Co (mg/kg)			
	Tanah	Akar	Batang	Daun
Tanaman 1 (Ni)	300	112,9045	72,1645	55,9129
Tanaman 2 (Zn)	750	198,7213	194,8524	121,0264

- Nilai BCF dan TF Tanaman 1 (Ni)

- Nilai BCF

$$\begin{aligned} \text{BCF} &= \frac{[\text{M}] \text{ dalam akar bayam merah (mg/kg)}}{[\text{M}] \text{ dalam tanah (mg/kg)}} \\ &= \frac{112,9045 \text{ mg/kg}}{300 \text{ mg/kg}} \\ &= 0,3763 = 0,4\% \end{aligned}$$

- Nilai TF

$$\begin{aligned} \text{TF} &= \frac{[\text{M}] \text{ dalam daun (mg/kg)}}{[\text{M}] \text{ dalam akar (mg/kg)}} \\ &= \frac{55,9129 \text{ mg/kg}}{112,9045 \text{ mg/kg}} \\ &= 0,4952 = 0,5\% \end{aligned}$$

- Nilai BCF dan TF Tanaman 2 (Zn)

- Nilai BCF

$$\begin{aligned} \text{BCF} &= \frac{[\text{M}] \text{ dalam akar bayam merah (mg/kg)}}{[\text{M}] \text{ dalam tanah (mg/kg)}} \\ &= \frac{198,7213 \text{ mg/kg}}{750 \text{ mg/kg}} \\ &= 0,2650 = 0,3\% \end{aligned}$$

- Nilai TF

$$\begin{aligned} \text{TF} &= \frac{[\text{M}] \text{ dalam daun (mg/kg)}}{[\text{M}] \text{ dalam akar (mg/kg)}} \\ &= \frac{121,0264 \text{ mg/kg}}{198,7213 \text{ mg/kg}} \\ &= 0,6090 = 0,6\% \end{aligned}$$

#### Lampiran 4. Dokumentasi Pengamatan



a. Tanah yang telah dibersihkan dari batu dan akar



b. Destruksi tanah dan pupuk



c. Pemberian zat pencemar pada tanah



d. Tanah yang siap ditanami



e. Bayam merah sebagai kontrol



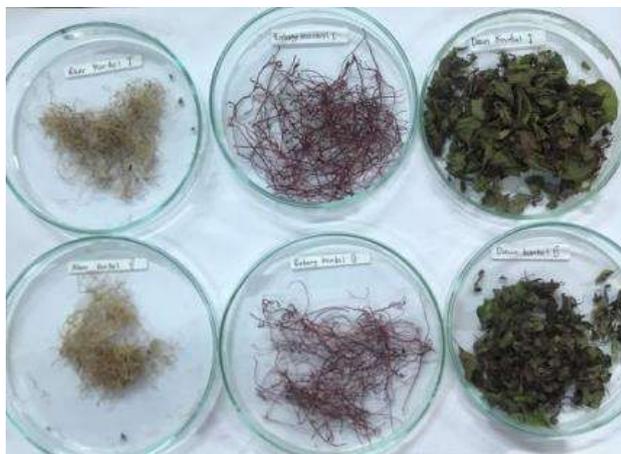
f. Bayam merah pada tanah tercemar logam Ni



g. Bayam merah pada tanah tercemar logam Zn



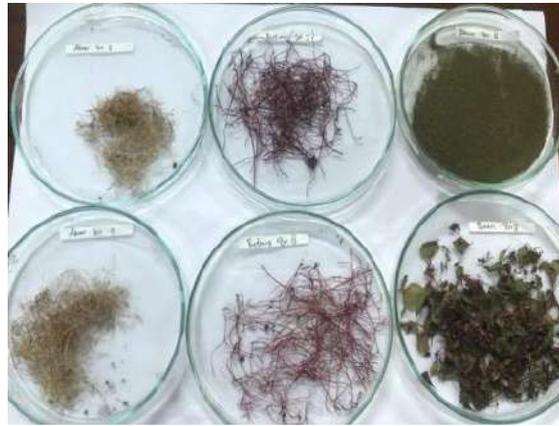
h. Bayam merah pada tanah tercemar logam campuran



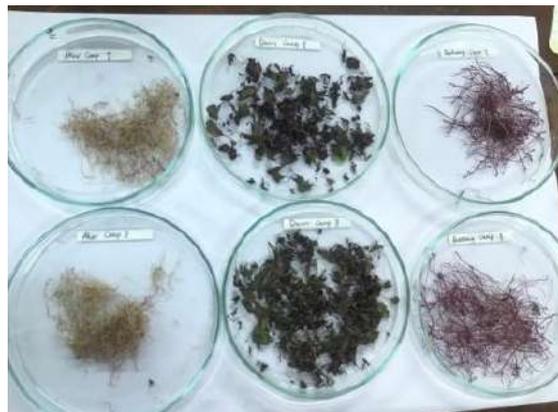
i. Bayam merah setelah dipisah akar, batang dan daunnya sebagai kontrol



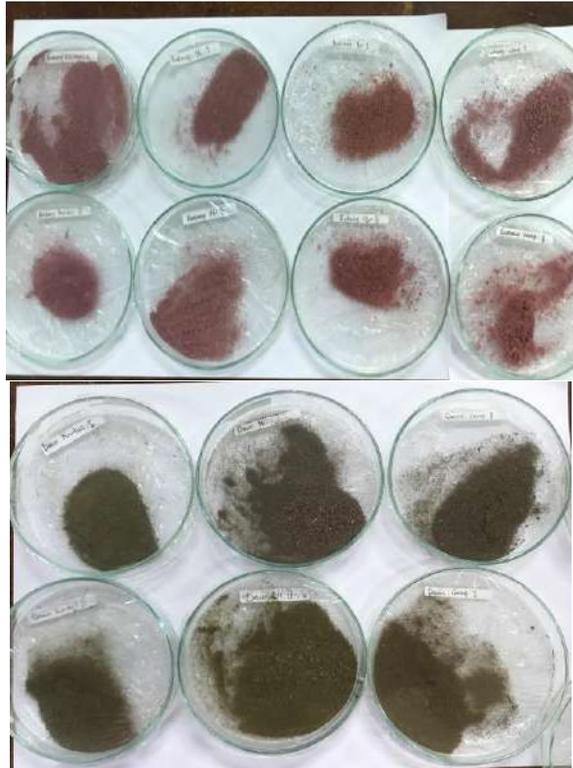
j. Bayam merah setelah dipisah akar,batang dan daunnya untuk logam Ni



k. Bayam merah setelah dipisah akar,batang dan daunnya untuk logam Zn



l. Bayam merah setelah dipisah akar,batang dan daunnya untuk logam campuran



m. Bayam merah setelah dihaluskan



n. Proses destruksi bayam merah



o. Penyaringan hasil destruksi



p. Sampel bayam merah siap dianalisis

Lampiran 5. Hasil Analisis Kimia Tanah



LABORATORIUM KIMIA DAN KESUBURAN TANAH  
 DEPARTEMEN ILMU TANAH FAKULTAS PERTANIAN  
 UNIVERSITAS HASANUDDIN  
 Kampus Tamalanrea Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10, Makassar  
 Telp. (0411) 587 076. Fax (0411) 587 076

**HASIL ANALISIS CONTOH TANAH**

Nomor : 006.T.LKKT/2020  
 Permintaan : Alpian  
 Asal Contoh/Lokasi : -  
 O b j e k : Penelitian  
 Tgl.Penerimaan : 17 Januari 2020  
 Tgl.Pengujian : 23 Januari 2020  
 J u m l a h : 1 Contoh Tanah

Nomor Contoh			Tekstur (pipet)				Ekstrak 1:2,5		Terhadap contoh kering 105 °C										
Urut	Laboratorium	Pengirim	Pasir	Debu	Liat	Klas Tekstur	pH		Bahan organik			Olsen P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	Nilai Tukar Kation (NH <sub>4</sub> -Acetat 1N, pH7)						
							H <sub>2</sub> O	Salinitas dS m-1	Walkley & Black C	Kjeldahl N	C/N		Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB
			----- % -----					----- % -----			----- ppm -----		----- (cmol (+)kg-1) -----						
1	A 1	-	-	-	-	-	6,8	-	1,25	0,12	10	10,9	7,63	1,25	0,25	0,52	9,65	20,85	46

Catatan :

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk diperbanyak



Makassar, 10 Februari 2020  
 Kepala Laboratorium

Muh. Jayadi, MP  
 NID. 19690926 198601 1 001