

ANALISIS KADAR MERKURI (Hg) PADA TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) DI AREA PERSAWAHAN DESA GRANDENG KECAMATAN LOLONG GUBA PULAU BURU

W. P. Suci^{1*}, A. Mariwi¹, J. B. Manuhutu¹

¹Departement of Chemistry-FKIP, Pattimura University Ambon

*purnamasuciwiwin@gmail.com

ABSTRACT

The research to analysis the content of mercury (Hg) on soil and root of rice in rice fields of Grandeng Village Lolong Guba Sub-district, Buru Island. The dry sample was prepared by putting it in an oven at 40°C for two days and then destruction it. To analysis the mercury on this research used Cold Vapor AAS analysis methods. The results showed that the average content of Hg on soil was 77.897 ppm and the average content of Hg on rice root was 10,813 ppm. Based on the results of the analysis showed that on rice plants in the rice fields of Grandeng Village it has exceeded the threshold that determined by Center of Geological Resources which is in paddy soils of 0,005 ppm and the threshold allowed by Indonesia National Agency of Drug and Food Control (NADFC) to consume rice is 0,3 ppm.

Keywords: Mercury (Hg), Buru Island, Cold Vapor-AAS, Rice Plant.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menganalisis kandungan merkuri (Hg) pada Tanah dan Akar Padi di area Persawahan Desa Grandeng Pulau Buru. Sampel kering dipreparasi dengan cara dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 40°C selama dua hari dan kemudian dilakukan destruksi. Analisis merkuri pada penelitian ini dilakukan dengan metode analisis menggunakan SSA – Uap Dingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan rata-rata Hg pada Tanah yaitu sebesar 77,897 ppm dan kandungan rata-rata Hg pada Akar Padi yaitu sebesar 10,813 ppm. Dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil analisis yang diperoleh pada tanaman padi yang berada di area persawahan Desa Grandeng telah melebihi ambang batas yang ditetapkan menurut Pusat Sumber Daya Geologi yakni pada Tanah sawah sebesar 0,005 ppm dan ambang batas yang diperbolehkan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) untuk mengkonsumsi beras sebesar 0,3 ppm.

Kata kunci: Merkuri (Hg), Pulau Buru, SSA-Uap Dingin, Tanaman Padi.

PENDAHULUAN

Usaha pertambangan emas oleh sebagian masyarakat sering dianggap sebagai penyebab kerusakan dan pencemaran lingkungan (Raharjo, dkk., 2012). Salah satu penyebab pencemaran lingkungan oleh merkuri adalah pembuangan limbah pengolahan emas yang diolah secara amalgamasi. Proses amalgamasi adalah pengikatan emas dengan menggunakan merkuri (Widodo, 2008). Dalam kegiatan tersebut dibutuhkan aliran air untuk memisahkan batuan halus dengan amalgam (campuran merkuri dan emas) yang dialirkan ke kolam penampungan limbah (Irsyad, 2014).

Gunung Nona Pulau Buru, merupakan salah satu daerah penghasil sumber daya alam berupa emas yang cukup melimpah. Eksploitasi emas secara ilegal di daerah tersebut dimulai Tahun 2014. Gunung Nona berada di Desa Wapsalit Kecamatan Lolongguba Kabupaten Buru serta

terletak pada hulu sungai Wai Pamali. Sungai Wai Pamali mengalir ke waduk Pamali yang kemudian di dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Grandeng untuk irigasi persawahan. Akar semua tanaman yang tumbuh di sawah telah menyerap limbah tambang ini (Kompas, 2016).

Merkuri yang terbuang ke aliran sungai sebagai sisa dari proses *amalgamsi* akibat aktivitas pertambangan emas akan mengalami proses metilasi dengan bantuan bakteri. Persenyawaan merkuri yang terdapat dalam air dan endapan dasar perairan oleh aktivitas kehidupan bakteri akan diubah menjadi Hg^{2+} dan HgO . Logam yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri ini karena faktor fisik dapat menguap ke udara, namun pada akhirnya merkuri yang menguap akan kembali ke perairan oleh hujan (Palar, 1994). Efek toksisitas merkuri tergantung pada bentuk merkuri, jalan masuk ke dalam tubuh, dan lamanya berkembang. Masyarakat yang tinggal di sekitar aliran sungai yang merupakan tempat pembuangan limbah pengolahan emas biasanya mengalami keracunan merkuri jenis metil merkuri dan masuk ke tubuh melalui jalur pencernaan (Alfian, 2006). Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "*Analisis Kadar Merkuri (Hg) Pada Tanaman Padi (Oriza Sativa L.) di Area Persawahan Desa Grandeng Kecamatan Lolong Guba Pulau Buru*".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini di laksanakan pada laboratorium kimia Anorganik FMIPA Unpatti Ambon meliputi penyiapan sampel, destruksi sampel dan identifikasi merkuri pada sampel, untuk pengukuran kadar Hg di laksanakan di Laboratorium Baristand Manado.

1. Penentuan Lokasi Dan Pengambilan Sampel

Penentuan titik lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan GPS pada tiga titik lokasi berbeda. Setelah itu dilakukan pengukuran parameter fisika dan kimia. Pengambilan sampel tanah diambil pada kedalaman 10-20 cm kemudian dimasukkan dalam plastik sampel dan disimpan dalam *cool box* yang telah berisi es batu. Pengambilan sampel akar padi diambil dengan cara mencabut tanaman padi yang siap dipanen. Sampel yang diperoleh ini kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel dan diletakkan dalam *cool box*.

2. Penyiapan Sampel

Sampel tanah (S1, S2 dan S3) masing-masing dipisahkan dari pengotor (pasir, batu, kayu dll), ditimbang berat awal, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 40° selama dua hari digerus dan ditimbang berat masing-masing sampel. Sampel akar padi (S1, S2 dan S3) masing-masing dipisahkan dari pengotor, dibilas dengan akuades, ditimbang berat awal masing-masing sampel, dikeringkan didalam oven pada suhu 40° selama dua hari. Kemudian masing-masing sampel digerus sampai halus dan ditimbang berat masing-masing sampel.

3. Dekstruksi Sampel Tanah dan Akar Padi

Dalam proses destruksi sampel tumbuhan, yang pertama dilakukan yaitu akar yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukan dalam labu alas bulat 250 ml. Setelah itu ditambahkan berturut – turut 30 ml larutan HNO_3 pekat 65 % dan 10 ml larutan H_2SO_4 pekat 95 % sedikit demi sedikit. Larutan yang sudah tercampur kemudian dipanaskan pada suhu 100° C selama satu jam dan ditambahkan 5 ml H_2O_2 30% sedikit demi sedikit sampai larutannya bening. Fungsi H_2O_2 adalah sebagai agen pengoksidasi. Kemudian didinginkan dan di saring dengan kertas saring whatman. Setelah itu dilakukan pengukuran kadar logam Hg pada panjang gelombang 253.7 nm dengan menggunakan AAS.

Pada proses destruksi sampel tanah, yang pertama dilakukan yaitu menimbang tanah yang telah digerus sebanyak 2 gram dan ditambahkan HNO_3 : HCl pekat (3:1) sebanyak 10 ml sambil diaduk. Setelah itu larutan dipanaskan pada suhu 100° C selama satu jam dan ditambahkan 5 ml H_2O_2 30% sedikit demi sedikit sampai larutannya bening. Setelah itu, didinginkan dan disaring

dengan menggunakan kertas saring *whatman*. setelah itu dilakukan pengukuran kadar logam Hg pada panjang gelombang 253.7 nm dengan menggunakan AAS.

4. Pembuatan Larutan Standar Hg

Larutan induk merkuri 1000 mg/L, dibuat dengan cara menimbang 1,3539 g HgCl_2 anhidrat, dilarutkan dalam HCl 1 M dan diencerkan hingga tanda batas. Selanjutnya diencerkan hingga 100 ppm. Larutan standar dibuat dari larutan induk merkuri 100 mg/L dengan cara larutan induk Hg 100 ppm dipipet sebanyak 1 mL. Kemudian dimasukkan kedalam labu takar 100 mL, dan ditambahkan aquadest hingga tanda batas. Larutan ini mengandung larutan merkuri 1000 ppb. Kemudian dari larutan induk ini, dipipet sebanyak 1 mL dan dimasukkan kedalam labu takar 10 mL. Larutan ditepatkan dengan akuades hingga tanda batas. Larutan ini mengandung larutan merkuri 100 ppb.

Pengenceran secara seri menjadi larutan standar merkuri dengan konsentrasi (ppb): 0 : 10,00 ; 20,00 dan 30,00 dengan cara memipet masing-masing (mL) 0,00 ; 0,10 ; 0,20 dan 0,30 dari larutan merkuri 100 ppb. Kemudian dimasukkan masing-masing ke dalam labu takar 10 mL dan ditepatkan hingga tanda batas dengan dengan akuades. Laruan ini selanjutnya dituang dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,1 mL KMnO_4 5%, dikocok, ditambahkan lagi 0,1 mL hidrosilamin hidroklorida 10%, dikocok, dan ditambahkan 0,5 mL SnCl_2 10%. Masing-masing larutan ini kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang 253,7 nm dengan SSA – Uap dingin.

HASIL PENELITIAN

A. Penentuan Titik Lokasi Pengambilan Sampel

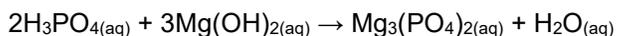
Sampel Tanah dan Akar Padi pada penelitian ini diambil pada area persawahan desa Grandeng, Kecamatan Lolongguba Kabupaten Buru pada bulan Januari tanggal 21, pengambilan sampel pada pukul 17.15 WIT dengan keadaan cuaca cerah berawan. Pemilihan tanah dan akar padi sebagai sampel pada penelitian ini dikarenakan tanah pada lahan sawah di Desa Grandeng menggukkan air pada Waduk Pamali yang terhubung langsung dengan sumber pembuangan limbah merkuri sebagai sistem irigasi. Sedangkan alasan pemilihan akar dikarenakan akar merupakan bagian dari tumbuhan padi yang menyerap unsur hara dan logam yang terkandung didalam tanah persawahan, sebelum menyebarkan merkuri ke bagian tanaman padi lainnya.

Penentuan lokasi pengambilan sampel merupakan perlakuan awal dari penelitian ini. Titik lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan GPS pada tiga titik berbeda dalam satu sawah. Penentuan tiga titik lokasi pengambilan sampel ini untuk melihat pencemaran merkuri pada keseluruhan sawah tersebut. Tabel 1 Menunjukkan penentuan titik lokasi pengambilan sampel dan pengujian parameter fisika kimia sebelum pengambilan sampel dilakukan.

Tabel 1. Pengujian Parameter Fisika Kimia

Kode Sampel	Koordinat Gps	pH	Suhu
Sampel (S1)	S03°27'542" E126°54'678"	7,3	27
Sampel (S2)	S03°27'501" E126°54'670"	7,3	28
Sampel (S3)	S03°27'490" E126°54'670"	7,5	27

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 20 Tahun 2000 baku mutu pH tanah berkisar 4-7. pH sampel tanah yang diukur sebesar 7,3. pH ini telah melebihi ambang batas, pH diatas 7 mengakibatkan ion fosfat bereaksi $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ yang sukar larut dalam air dan unsur hara fosfor (P) menjadi tidak tersedia dalam tanaman (Sudaryono, 2009). Ketidaksediaan unsur hara dalam tanah akan mengakibatkan pertumbuhan padi terhambat. Mimin (2013), pH 5-7 mengakibatkan konsentrasi Hg didalam tanah akan meningkat karena mobilitas raksa dari dalam tanah. Persamaan reaksi pembentukan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ dapat dilihat sebagai berikut:



Suhu tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman juga berdampak pada pelapukan batuan secara fisik dalam tanah (Buckman and Brady, 1982). Menurut Aak (1990), suhu tanah yang baik untuk tanaman padi adalah 20-25°C. Pengukuran suhu pada tiga titik lokasi pengambilan sampel secara berturut-turut adalah 27, 28 dan 27°C. Berdasarkan data tersebut maka suhu tanah pada lokasi pengambilan sampel melebihi ambang batas yang telah ditetapkan.

Pengambilan sampel tanah diambil pada kedalaman 10-20 cm. Hal ini sejalan dengan pernyataan Bobihoe (2007) bahwa pengolahan tanah terhadap padi yang dipanen biasanya pada kedalaman 10-20 cm dan lebihnya. Menurut Chen *et al.*, (2012), tingkat tertinggi pencemaran merkuri terjadi di kedalaman 0-20 cm lapisan tanah dan mengalami penurunan dari permukaan kebawah lapisan tanah. Sedangkan, pengambilan sampel akar padi diambil dengan cara mencabut tanaman padi yang siap dipanen. Menurut Nurshidika, dkk., (2014) bahwa pengambilan sampel padi dilakukan pada padi siap panen, karena pada saat itu padi akan diproses menjadi beras sehingga dapat dikonsumsi.

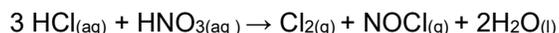
B. Penyiapan Sampel

Sampel tanah (S1, S2 dan S3) dibersihkan dengan cara memisahkan zat pengotor dari sampel. Zat pengotor tersebut dapat berupa batu, batang kayu. Sedangkan sampel akar padi (S1, S2 dan S3) yang diperoleh dicuci dengan akuades yang bertujuan untuk membersihkan akar padi dari zat pengotor (Fahmi dan Ronaldi, 2013). Kemudian sampel yang telah dibersihkan dipotong dan ditimbang sebagai berat awal, dengan berat sampel S1, S2 dan S3 pada sampel tanah dan akar padi secara berturut-turut yaitu 72,4256; 65,8769; 86,9743 gram dan 7,4536; 9,0508; 7,5234 gram.

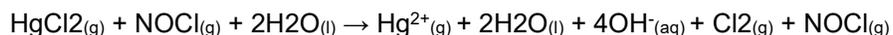
Sampel yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 40°C selama dua hari. Proses ini bertujuan untuk mengeringkan sampel, dan menghilangkan kadar air dalam sampel sebelum dilakukan destruksi. Suhu di atas 25°C akan mengakibatkan merkuri akan menguap sehingga mempengaruhi hasil penelitian, tetapi jika merkuri terikat pada senyawa lain maka memerlukan titik didih yang tinggi (Malle, 2013). Selanjutnya sampel digerus dan ditimbang, dengan berat masing-masing sampel tanah dan akar padi (S1, S2, dan S3) berturut-turut yaitu : 61,8012; 53,1343; 73,4677 gram dan 6,0893; 7,9301; 6,2976 gram.

C. Destruksi Sampel Tanah dan Akar Padi

Proses destruksi diawali dengan menimbang sampel tanaman padi dan dilarutkan dalam larutan HNO₃:HCl. Penggunaan larutan asam klorida dan asam nitrat bertujuan untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi logam berat merkuri dalam sampel tanah dan akar padi (Susila, 2012). Reaksi antara asam nitrat dengan asam klorida adalah sebagai berikut:



Setelah itu, larutan dipanaskan pada suhu 100 °C selama satu jam dengan tujuan mempercepat reaksi yang terjadi antara sampel *tailing* dengan larutan asam. Kemudian ditambahkan 5 mL H₂O₂ 30% hingga warna pada larutan menghilang. Penggunaan H₂O₂ dapat meningkatkan kemampuan oksidasi serta meningkatkan kinerja disolusi dari asam nitrat (Anderson, 1991). Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:



Larutan kemudian didinginkan dan disaring untuk memisahkan filtrat dengan residu dan dilakukan pengujian kadar logam Hg pada panjang gelombang 253,7 nm dengan menggunakan SSA-Uap dingin (Michelle, 2013).

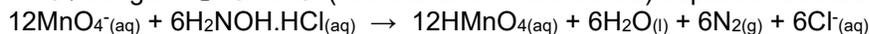
D. Pembuatan Kurva Baku dan Pembacaan Sampel

Kurva kalibrasi didapat dari hasil serapan larutan standar terhadap konsentrasi yang sudah ditentukan sehingga dari kurva ini akan diperoleh suatu persamaan regresi. Pembuatan kurva baku (standar) pada penelitian ini diawali dengan membuat larutan standar merkuri (Hg) untuk mengukur tingkat ketelitian data. Larutan standar, diencerkan dari larutan induk merkuri dengan teliti dan hati-hati, agar kesalahan dalam pengenceran relatif kecil. dengan mengencerkan larutan induk 1000 ppm menjadi 0 : 10,00 : 20,00 dan 30,00 ppb. Pengenceran dilakukan dengan menggunakan larutan induk Hg 1000 ppm dengan hati-hati agar mengurangi tingkat kesalahan pengenceran.

Larutan standar yang diperoleh kemudian ditambahkan larutan KMnO_4 . Pengujian larutan standar Hg menggunakan larutan kalium permanganat berfungsi sebagai oksidator yang akan mengoksidasi senyawa merkuri klorida menjadi ion merkuri (II) (Nasir, 2013). Reaksi larutan standar Hg dengan KMnO_4 dapat dilihat sebagai berikut :



Berdasarkan reaksi di atas, dapat dilihat bahwa reaksi antara larutan standar Hg dengan KMnO_4 menghasilkan permanganat yang berlebih untuk menghilangkan (menghancurkan) permanganat berlebih tersebut digunakan hidrosilamin hidroklorida. Selain bertujuan untuk menghilangkan KMnO_4 , hidrosilamin hidroklorida juga bertujuan untuk menghilangkan warna pada larutan. Reaksi MnO_4^- dengan $\text{H}_2\text{NOH.HCl}$ (Hidrosilamin Hidroklorida) dapat dilihat sebagai berikut



Setelah itu larutan standar Hg ditambahkan dengan larutan SnCl_2 , dengan reaksi sebagai berikut :

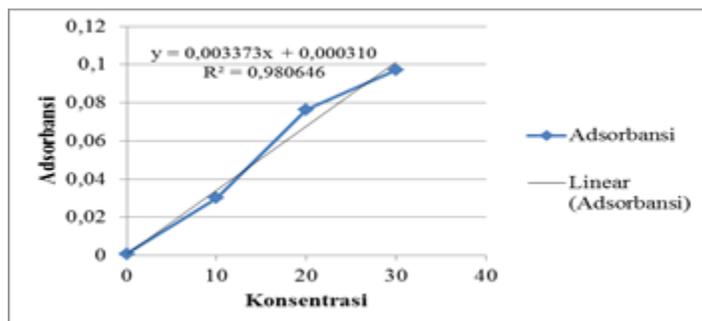


Penggunaan larutan SnCl_2 digunakan sebagai pereduksi untuk mengurangi ion merkuri pada raksa. Selanjutnya larutan standar Hg diukur serapannya dengan SSA-Uap dingin. setelah proses analisis maka akan ditampilkan hasil absorbansi standar yang terbaca, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Hg

Konsentrasi Larutan Hg (ppb)	Absorbansi
0,0	0,0008
10,0	0,0301
20,0	0,0765
30,0	0,0971

Berdasarkan data pada Tabel 2, maka dibuat kurva standar hubungan absorbansi terhadap konsentrasi larutan Hg yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Standar Larutan Hg

Berdasarkan kurva kalibrasi, diperoleh persamaan regresi $y = 0,003373x + 0,000310$, dengan nilai $R^2 = 0,980646$. Kurva ini menunjukkan bahwa koefisien korelasi dari variasi konsentrasi terhadap serapan mempunyai hubungan. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi pula adsorbansinya.

E. Akumulasi Merkuri (Hg) Pada Akar Padi dan Tanah

Sampel yang telah dipreparasi kemudian dianalisis untuk mengetahui seberapa besar kadar merkuri yang terakumulasi pada akar padi dan tanah. Analisis kandungan merkuri pada akar padi dan tanah dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom Uap Dingin. Pemilihan padi sebagai sampel penelitian dikarenakan selain padi merupakan tanaman pangan atau tanaman pokok yang dikonsumsi masyarakat Indonesia, padi juga adalah tanaman hipertoleransi tetapi bukan tanaman hiperakumulator. Karena padi mampu mentoleransi kandungan logam berat yang diserapnya. Data hasil analisis kandungan merkuri pada akar padi dan tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Tanaman Padi

Kode Sampel	Sampel	Absorbansi	Konsentrasi Baca ($\mu\text{g/L}$)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Hg Rata-rata (ppm)	Hg Rata-rata (ppb)
Tanah	S1	0.0867	25,574	192,78	77,897	77897
	S2	0.0175	5,089	25,89		
	S3	0.0067	1,892	15,02		
Akar Padi	S1	0.0053	1,477	14,58	10,813	10813
	S2	0.0051	1,418	13,64		
	S3	0.0019	0,471	4,22		

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa konsentrasi merkuri di tanah sawah pada sampel berbeda-beda, dengan konsentrasi yang melebihi nilai ambang batas (NAB) merkuri pada tanah menurut pusat sumber daya geologi (dalam Sugianti, 2014) menetapkan konsentrasi kandungan merkuri yang diijinkan pada tanah yaitu 0,005 ppm.

Perbedaan konsentrasi merkuri pada tiap lokasi dikarenakan jarak pengambilan sampel yang berbeda-beda dengan lokasi pertambangan. Jarak terdekat hingga terjauh pada tiap sampel terhadap lokasi pertambangan secara berturut-turut yaitu S1, S2 dan S3. Konsentrasi merkuri tertinggi yaitu pada sampel tanah sebesar 192,78 dan sampel akar padi sebesar 14,58 ppm. Hal ini dikarenakan dekatnya jarak S1 dengan lokasi pertambangan sehingga memungkinkan konsentrasi Hg lebih banyak dibandingkan sampel S2 dan S3.

Tingginya konsentrasi Hg total dalam tanah dapat terserap ke dalam tanaman padi. Tanaman padi yang diambil sebagai sampel merupakan tanaman padi yang telah memasuki masa panen. Usia tanaman pada saat pengambilan sampel adalah 6 bulan. Jika dilihat dari rata-rata konsentrasi total Hg di ketiga sampel akar padi (Tabel 3), dapat diketahui bahwa semakin jauh jarak sawah dengan sistem irigasi, konsentrasi total Hg semakin menurun. Hal ini menunjukkan kemungkinan adanya pengaruh kegiatan amalgamasi terhadap pencemaran Hg pada tanah dan tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan tujuan penelitian ini maka, dapat ditarik kesimpulan bahwa rata-rata kandungan merkuri terakumulasi dalam tanah sawah sebesar 77,897 ppm, hal ini menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada tanah sawah desa grandeng kecamatan lolongguba pulau buru telah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Pusat Sumber Daya Geologi yaitu sebesar 0,005 ppm sedangkan rata-rata kandungan merkuri terakumulasi dalam akar padi sebesar 10,813 ppm, hal ini menunjukkan bahwa tanaman padi telah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) untuk tanaman pangan layak dikonsumsi yakni sebesar 0,3 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak. (1990). *Budidaya Tanaman Padi*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Alfian, Z. (2006). *Merkuri: Antara Manfaat Dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. USU E-Repository. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Anderson, R. (1991). *Sample Pretreatment and Separation*. New York: John Willey & Sons.
- Bobihoe Julistia. (2007). *Inovasi Teknologi Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Padi*. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian* : Jambi.
- Buckman, H. O. and Brady, N. C. (1982). *Ilmu tanah (terjemahan Soegiman)*. Bharatara Karya Aksara: Jakarta.
- Chen, El. et al., (2012). Spatial Trend and Pollution Assessment of total mercury and methyl mercury pollution in the pearl river delta soil. South China. *Chemosphere*: 1-8.
- Irsyad Muhammad. (2014). Translokasi Merkuri (Hg) Pada Daun Tanaman Bayam Duri (*Amaranthus Spinosisus L*) Dari Tanah Tercemar. *Jurnal Of Natural Science*. Vol.3 (1): 8-17.
- Kompas. (04 Desember 2016). Merkuri Cemari Sawah. disitasi pada tanggal 05 Desember 2014 dari kompasprint.com
- Male, Y. T. Reichelt-Brushett A. J. Pocock M & Nanlohy A. (2013). *Recent Mercury Contamination From Artisanal Gold Mining On Buru Island, Indonesia – Potential Future Risks To Environmental Health And Food Safety*. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 77(1-2) 428-433.
- Margaret Sidarta Michelle. (2013). Validasi metode analisis unsur logam pb, cu, dan zn Produk saus tomat z dari pasar tradisional a Di kota solo dengan icps. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* .Vol.2 No.2.
- Mimin. (2013). Dampak Pencemaran Merkuri (Hg) Terhadap Lingkungan. *Jurnal Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Manado*. Vol 2, No 4 : 221.
- Nasir, Moh. (2013). *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Nursidika Perdina. (2014). Kandungan Timbal Pada Air dan Padi di Daerah Industri Leuwigajah Cimahi. *Jurnal Kesehatan Kartika*.Vol. 9 No. 1. Hal : 19.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.

- Sudaryono. (2009). Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambang Baturbara Sangatta. Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10(3). 337-346 hal.
- Sugianti, Titin dkk., (2014). Penyebaran cemaran merkuri pada tanah sawah dampak pengolahan emas tradisional di pulau lombok NTB. prosiding nasional lahan suboptimal. Palembang 26-27 September. ISBN: 979-587-259-9, 227.
- Widodo. (2008). Pengaruh perlakuan amalgamasi terhadap tingkat perolehan emas dan kehilangan merkuri, *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. Vol. 18(1) Hal: 47 – 54.