

ANALISIS LOGAM BERAT Pb, Cu dan Mn AKIBAT AB VULKANIK TERHADAP PENCEMARAN TANAH DAN AIR DI KABUPATEN KARO

Chaula Lutfia Saragih¹⁾, Ruth Dameria Haloho²⁾

¹⁾²⁾ Universitas Quality Berastagi, Sempajaya, Kec. Berastagi, Kabupaten Karo
Email : chaulalutfia@yahoo.com

Abstrak

Letusan Gunung Sinabung yang telah terjadi beberapa kali dengan intensitas dan kekuatan yang tinggi terakhir pada bulan Juni tahun 2019 memuntahkan abu atau material yang mengandung oksida beberapa unsur logam seperti Tembaga (Cu), timbal (Pb), dan Mangan (Mn). Penelitian ini dilakukan di tiga kecamatan yang terdampak akibat letusan Gunung Sinabung yaitu Namanteren, Payung dan Tiga Binanga Kabupaten Karo. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar kandungan logam berat timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Mangan (Mn) pada tanah dan air akibat dampak erupsi Gunung Sinabung terhadap pencemaran tanah dan air serta upaya reklamasi lahan akibat logam-logam berat, sehingga lahan dapat kembali produktif di Kecamatan Namanteren, Payung dan Tiga Binanga. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2020, dengan menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel tanah menggunakan purposive sampling dan metode Storet untuk penentuan status mutu air berdasarkan PerMenLH tahun 2009. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data analisis logam berat Pb, Cu dan Mn pada tanah Kadar logam berat cukup rendah sampai sangat rendah. Status mutu kualitas air mempunyai mutu kelas B yaitu baik (cemar ringan) sampai kelas C yaitu mutu sedang (cemar sedang). Adapun upaya pemulihan dampak erupsi akibat pendangkalan sungai (kali) yaitu menggunakan teknik konservasi tanah dan air seperti penghutanan kembali dengan penanaman pohon, penebaran benih tanaman alami di insitu.

Kata Kunci : abu vulkanik, pencemaran tanah, pencemaran air, logam berat.

Abstract

The eruption of Mount Sinabung which has occurred several times with high intensity and strength recently in June 2019 spewed ash or materials containing oxides of several metal elements such as Copper (Cu), lead (Pb), and Manganese (Mn). This research was conducted in three districts that were affected by the eruption of Mount Sinabung, namely Namanteren, Payung and Tiga Binanga, Karo Regency. This study aims to analyze the levels of lead (Pb), copper (Cu), and Manganese (Mn) heavy metals in soil and air due to the impact of the eruption of Mount Sinabung on soil and air pollution and land reclamation efforts due to heavy metals, so that land land Can be productive again in the Districts of Namanteren, Payung and Tiga Binanga. This research was conducted in 2020, using a survey method with sampling using purposive sampling and the Storet method to determine the water quality status based on the 2009 PerMenLH. The results showed that the heavy metal analysis data of Pb, Cu and Mn in soil Heavy metal content was quite low. got really low. The status of air quality has class B quality which is good (light polluted) to class C which is medium quality (medium polluted). As for the efforts to restore the impact of the eruption due to silting the river (river), namely

using soil and air conservation techniques such as reforestation by planting trees, spreading natural plant seeds there.

Keywords: *volcanic ash, soil pollution, water pollution, heavy metals*

PENDAHULUAN

Gunung Sinabung adalah gunung api di dataran tinggi Kabupaten Karo, Sumatera Utara. Dengan ketinggian gunung 2.451 m, gunung ini tidak pernah tercatat meletus sejak tahun 1600,[1] tetapi mendadak aktif kembali meletus pada tahun 2010. Letusan terakhir terjadi pada 09 Juni 2019 dengan lontaran abu setinggi 7.000 m dan berada pada status siaga yang dikategorikan status aktivitas masih sangat tinggi.[2]

Abu vulkanik adalah bahan material vulkanik jatuhnya yang disemburkan ke udara saat terjadi letusan. Ketebalan abu vulkanik dan lahar yang menutupi areal pertanian sangat menentukan tingkat pengelolaan lahan. Menurut Suriadikarta berdasarkan pengalaman di wilayah Gunung Merapi Jawa Tengah dan DI Yogyakarta bahwa tingkat ketebalan abu vulkanik dan tutupan lahar sangat menentukan cara pengolahan tanah dan cara rehabilitasi lahan di wilayah bencana.[3]

Abu vulkanik akan melapuk menjadi bahan induk tanah, selanjutnya akan mempengaruhi sifat dan ciri tanah yang akan terbentuk. Sifat-sifat tanah yang dipengaruhi yaitu sifat fisik, kimia serta biologi tanah. Tanah yang terkena abu vulkanik akan mempengaruhi respirasi mikroorganisme tanah, karena semakin tebalnya abu membuat tanah menjadi padat dan dapat mengganggu aerasi tanah.[4]

Pasca-erupsi Gunung Sinabung yang menutupi ribuan hektar tanaman di sekitar gunung mengakibatkan tanaman hortikultura yang berada di lereng gunung banyak yang mati dan rusak sehingga terancam gagal panen. Tiga kecamatan yang terdampak abu vulkanik Erupsi

Gunung Sinabung yaitu Kecamatan Namanteran, Payung dan Tiga Binanga.[5]

Dampak yang ditimbulkan menyebabkan pemanfaatan lahan untuk produksi pertanian menjadi tidak optimal. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada kombinasi media tanam yang mengandung persentase abu vulkanik Merapi dalam jumlah besar ternyata memberikan nilai bobot kering pupus tanaman yang sangat rendah. Hal ini membuktikan bahwa material vulkanik yang masih merupakan bahan baru (recent material) dalam suatu media tanam belum dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal, terutama dalam mendukung ketersediaan air dan unsur hara bagi tanaman.[6]

Abu vulkanik juga mengandung berbagai logam berbahaya seperti Timbal (Plumbum), Cadmium, dan Cromium. Persistensi lingkungan dari logam dapat menyebabkan akumulasi kontaminan pada tanaman. Timbal termasuk logam beracun pada manusia dan hewan yang menerima porsi asupan timbal melalui makanan. Efek toksik utama timbal dalam tubuh mengganggu sistem hematopeitik dan susunan saraf.[7]

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk meneliti kadar logam berat Pb, Cu dan Mn pada tanah dan air yang bersumber dari abu vulkanik gunung Sinabung. Pemilihan ini didasarkan karena Gunung Sinabung merupakan gunung api yang berstatus aktif sangat tinggi dan disekitar lereng gunung terdapat penduduk yang merasakan dampak dari letusan gunung Sinabung.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Tanah Karo dengan objek penelitian adalah lahan masyarakat yakni di tiga lokasi pengambilan contoh tanah dan air, yaitu Desa Sukadebi Kecamatan Namanteren, dengan ketinggian 1260 m dpl, titik koordinat 03°09'37.8" LU dan 98°26'51.4" BT, Desa Cimbang Kecamatan Payung, dengan ketinggian 966 m dpl, titik koordinat 03°06'21.1" LU dan 98°23'01.9" BT, Desa Tiga Pancur Kecamatan Tiga Binanga, dengan ketinggian 1167 m dpl, titik koordinat 03°07'50.3" LU dan 98°26'12.4" dan analisis sampel tanah dan air dilakukan di laboratorium UPT Laboratorium Lingkungan Sumatera Utara Medan. Penelitian dilaksanakan bulan April 2020 hingga akhir Desember 2020.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian, dan bahan-bahan kimia untuk analisa di laboratorium. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta lokasi penelitian dengan skala 1:50.000, bor tanah, cangkul, GPS, pisau, kertas label, kantong plastik, deregen, lakban, karet gelang, karung goni, spidol, dan alat tulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Peta Kawasan Rawan bencana dan Rupabumi Gunung Sinabung

1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

a. Keadaan Geografis

Gunung Sinabung adalah gunung api di dataran tinggi Kabupaten Karo, Sumatera Utara. Dengan ketinggian gunung 2.451 m, gunung ini tidak pernah tercatat meletus sejak tahun 1600,[1] tetapi mendadak aktif kembali meletus pada tahun 2010. Letusan terakhir terjadi pada 09 Juni 2019 dengan lontaran abu setinggi 7.000 m dan berada pada status siaga yang dikategorikan status aktivitas masih sangat tinggi.[2]

Pasca-erupsi Gunung Sinabung yang menutupi ribuan hektar tanaman di sekitar gunung mengakibatkan tanaman hortikultura yang berada di lereng gunung banyak yang mati dan rusak sehingga terancam gagal panen. Tiga kecamatan yang terdampak abu vulkanik Erupsi Gunung Sinabung dalam penelitian ini yaitu Kecamatan Namanteren, Payung dan Tiga Binanga.[5]

Peta sebaran Tutupan Material Vulkanik Gunung Sinabung Kabupaten Karo dan fokus wilayah penelitian ditampilkan pada Gambar 2.

Sumber : BNPB Provinsi Sumatera Utara, 2020

B. Sumber daya lahan

Pasca erupsi gunung sinabung 9 tahun terakhir, dampak yang ditimbulkan dapat menyebabkan pemanfaatan lahan untuk produksi pertanian menjadi tidak optimal. Abu vulkanik yang dilepaskan oleh Gunung Sinabung selama erupsi mengandung unsur logam berat, yang mempunyai manfaat yang luas dengan kadar yang dapat dipertimbangkan. Penyebaran abu ke lingkungan menyebabkan kenaikan kadar logam berat pada air sungai, sumur, maupun dalam bak penampung yang terbuka, namun tidak menyebabkan penurunan pH, sehingga air tersebut masih memenuhi syarat sesuai peruntukannya.^[9]

Kerusakan sumberdaya lahan yang terjadi akibat letusan Gunung Sinabung adalah erupsi abu dan pasir yang menutupi lahan pertanian dengan ketebalan abu dan pasir yang bervariasi. Material abu merupakan material yang penyebarannya paling luas, dan banyak merusak tanaman hortikultura (sayuran dan tanaman buah-buahan), tanaman pangan (antara lain padi sawah, padi gogo, jagung), tanaman tahunan (kakao, kopi, alpukat, jeruk), lahan pertanian, lingkungan pertanian dan perikanan. Kerusakan terhadap tanaman dan lahan pertanian bervariasi dari ringan sampai sangat berat, tergantung dari jarak terhadap pusat erupsi dan arah angin pada saat terjadinya erupsi.

Kerusakan lahan mencakup di Kecamatan Payung, Namanteren dan Tiga Binanga. Dampak yang langsung terhadap lahan adalah penutupan lapisan olah bagian atas tanah oleh abu dan rusaknya tanaman yang tumbuh di atasnya. Kerusakan tanaman tergantung dari jenis,

dan umur tanaman. seperti untuk tanaman sayuran lebih peka dibandingkan dengan tanaman tahunan. Mengenai sifat kandungan logam berat pada abu yang jatuh di daerah ini telah dilakukan analisis di laboratorium.

C. Karakteristik Abu Vulkanik Gunung Sinabung

Kimia Tanah

Abu vulkanik yang menutupi lahan pertanian umumnya sudah mulai mengeras. Menurut Noor (2012) bahan piroklastik atau tephra yang dilemparkan ke udara dan kemudian jatuh ke permukaan bumi sebagai suatu endapan campuran. Kebanyakan dari fragmen batuan cenderung merupakan batuan gunung berapi yang terkonsolidasi dari hasil erupsi gunung berapi. Kadangkala material erupsi yang masih panas mencapai permukaan bumi dan kemudian membeku dan mengeras menjadi *welded tuff*.^[10]

Dari hasil analisis tanah dilaboratorium untuk kandungan logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Mangan (Mn) diperoleh hasil adalah sebagai berikut:

Timbal (Pb)

Hasil analisis kandungan timbal (Pb) tanah disajikan pada lampiran 1 menunjukkan bahwa kadar logam timbal dalam tanah pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm di semua lokasi menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Rataan parameter logam timbal (Pb) beserta kriterianya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis parameter logam timbal (Pb) tanah pada lokasi penelitian (ppm)

Lokasi Kecamatan	Lokasi Desa	Kedalaman Tanah			
		0-30 cm	Keterangan	30-60 cm	Keterangan
Namanteran	Desa Sukadebi	64.03	Tidak melampaui ambang batas	39.11	Tidak melampaui ambang batas
Payung	Desa Cimbang	76.56	Tidak melampaui ambang batas	68.66	Tidak melampaui ambang batas
Tiga Binanga	Desa Pancur	Tiga 46.12	Tidak melampaui ambang batas	20.57	Tidak melampaui ambang batas

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa logam timbal (Pb) pada kedalaman tanah 0-30 cm yang tertinggi berada di Desa Cimbang Kecamatan Payung yaitu sebesar 76.56 ppm. Pada kedalaman tanah 30-60 cm nilai logam timbal yang tertinggi terdapat pada desa Cimbang kecamatan Payung yaitu sebesar 68.66 ppm. Nilai logam timbal yang terendah pada kedalaman tanah 0-30 cm yaitu terdapat pada desa Tiga Pancur Kecamatan Tiga Binanga dengan nilai 46.12 ppm, dan pada kedalaman tanah 30-60 cm nilai logam timbal yang terendah terdapat pada desa Tiga Pancur Kecamatan Tiga Binanga yaitu 20.57 ppm. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa nilai logam timbal semakin menurun dengan semakin Tabel 2. Hasil analisis parameter logam tembaga (Cu) tanah pada lokasi penelitian (ppm).

dalamnya tanah yang diambil pada beberapa desa. Kadar logam berat Pb cukup rendah. Hal ini dapat disampaikan bahwa abu vulkanik Gunung Sinabung aman dan tidak akan beracun untuk manusia, hewan maupun untuk pengembangan pertanian.

Tembaga (Cu)

Hasil analisis kandungan tembaga tanah disajikan pada lampiran 2 menunjukkan bahwa kadar logam tembaga dalam tanah pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm disemua lokasi menunjukkan hasil yang tergolong sangat rendah. Rataan parameter logam tembaga beserta kriterianya disajikan pada Tabel 2.

Lokasi Kecamatan	Lokasi Desa	Kedalaman Tanah			
		0-30 cm	Keterangan	30-60 cm	Keterangan
Namanteran	Desa Sukadebi	13.44	Sangat Rendah	8.75	Sangat Rendah
Payung	Desa Cimbang	18.50	Sangat Rendah	10.35	Sangat Rendah

Tiga Binanga	Desa Tiga Pancur	9.68	Sangat Rendah	2.15	Sangat Rendah
--------------	------------------	------	---------------	------	---------------

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa logam tembaga (Cu) pada kedalaman tanah 0-30 cm yang tertinggi berada di Desa Cimbabg Kecamatan Payung yaitu sebesar 18.50 ppm, begitu juga pada kedalaman tanah 30-60 cm nilai logam Cu yang tertinggi terdapat pada Desa Cimbang Kecamatan Payung yaitu sebesar 10.35 ppm. Nilai logam tembaga (Cu) yang terendah pada kedalaman tanah 0-30 cm yaitu terdapat pada Desa Tiga Pancur Kecamatan Tiga Binanga dengan nilai 9.68 ppm, dan pada kedalaman tanah 30-60 cm nilai logam tembaga (Cu) yang terendah terdapat pada desa Tiga Pancur dengan nilai 2.15 ppm. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa nilai logam tembaga (Cu) semakin menurun dengan

semakin dalamnya tanah yang diambil. Kadar logam berat Cu sangat rendah. Hal ini dapat disampaikan bahwa abu vulkanik Gunung Sinabung aman dan tidak akan beracun untuk manusia, hewan maupun untuk pengembangan pertanian.

Mangan (Mn)

Hasil analisis kandungan Mangan (Mn) tanah sebagaimana disajikan pada lampiran 3 menunjukkan bahwa kadar logam mangan dalam tanah pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60cm di semua lokasi menunjukkan hasil yang berbeda. Rataan parameter logam Mangan beserta kriterianya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis parameter logam Mn tanah pada lokasi penelitian (ppm)

Lokasi Kecamatan	Lokasi Desa	Kedalaman Tanah			
		0-30 cm	Keterangan	30-60 cm	Keterangan
Namanteran	Desa Sukadebi	5.7	Sangat Rendah	2.8	Sangat Rendah
Payung	Desa Cimbang	6.8	Sangat Rendah	3.5	Sangat Rendah
Tiga Binanga	Desa Tiga Pancur	2.6	Sangat Rendah	0.3	Sangat Rendah

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa logam mangan (Mn) pada kedalaman tanah 0-30 cm yang tertinggi berada di Desa Cimbang Kecamatan Payung yaitu sebesar 6.8 ppm, begitu juga pada kedalaman tanah 30-60 cm nilai logam Mn yang tertinggi terdapat pada Desa Cimbang Kecamatan Payung yaitu sebesar 3.5 ppm. Nilai logam Mangan (Mn) yang terendah pada kedalaman tanah 0-30

cm yaitu terdapat pada Desa Tiga Pancur KecamatanTiga Binanga dengan nilai 2.6 ppm, dan pada kedalaman tanah 30-60 cm nilai logam mangan (Mn) yang terendah terdapat pada desa Tiga Pancur dengan nilai 0.3 ppm. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa nilai logam mangan (Mn) semakin menurun dengan semakin dalamnya tanah yang diambil. Kadar logam berat Mn sangat rendah. Hal ini

dapat disampaikan bahwa abu vulkanik Gunung Sinabung aman dan tidak akan beracun untuk manusia, hewan maupun untuk pengembangan pertanian. Berdasarkan penelitian Barasa *et al.* (2013) dampak abu vulkanik letusan Gunung Sinabung terhadap kadar Cu, Pb, dan B tanah di Kabupaten Karo menunjukkan bahwa lahan yang terkena dampak abu vulkanik Gunung Sinabung tidak membahayakan karena kadar Cu, Pb, dan B masih berada dalam ambang batas yang dapat ditoleransi.

D. Karakteristik Air

Analisis Air

Abu vulkanik telah menyebar luas sehingga sangat mungkin memasuki perairan, baik air sungai, air sumur,

maupun ke dalam bak penampung air. Parameter sifat kimia air yang diukur dalam penelitian ini yaitu kadar Pb, Cu, Mn dan pada sifat fisik air yaitu kekeruhan, Suhu dan TDS. Meskipun logam Pb, Cu dan Mn tidak dipersyaratkan oleh Pemerintah, namun sesuai dengan tujuan kajian ini, yaitu mempelajari pengaruh penyebaran abu vulkanik terhadap mutu kualitas air. Sampel air diambil dari sungai bagian hulu, tengah dan hilir di lokasi sampling.

Hasil analisis kandungan air sebagaimana disajikan pada tabel.4 menunjukkan bahwa kadar logam Pb, Cu dan Mn dalam air di tiga lokasi menunjukkan hasil yang berbeda. Rataan parameter logam Pb, Cu dan Mn beserta kriterianya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai STORET di bagian Hulu Kecamatan Namanteren Kabupaten Karo (PP 20/1990)

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengukuran			Skor
				maksimum	minimum	rata-rata	
Fisika							
1.	TDS	mg/l		289	179.4	137.87	0
2.	Suhu air	C	normal	24.15	20.5	21.1	
3.	Kecerahan	M		0.46	035.	0.41	
Kimia							
1.	Pb	mg/l	0.03	0.2456	Tt	0.1023	-8
2.	Cu	mg/l	0.02	0.008	Tt	0.005	0
3.	Mn	mg/l		0.033	Tt	0.022	
Jumlah Skor							-8

Jumlah skor total menunjukkan status mutu air adalah -8, ini berarti sungai dikawasan hulu kecamatan Namanteren mempunyai mutu kelas B yaitu baik (cemar ringan).

Tabel 5. Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai STORET di bagian Tengah Kecamatan Tiga Binanga Kabupaten Karo (PP 20/1990)

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengukuran			Skor
				maksimum	minimum	rata-rata	
Fisika							
1.	TDS	mg/l		289	179.4	180.5	0
2.	Suhu air	C	normal	24.15	20.5	22.1	
3.	Kecerahan	M		0.46	0.35	0.42	
Kimia							
1.	Pb	mg/l	0.03	0.2456	Tt	0.2321	-8
2.	Cu	mg/l	0.02	0.008	Tt	0.002	-2
3.	Mn	mg/l		0.033	Tt	0.014	
Jumlah Skor							-10

Jumlah skor total menunjukkan status mutu air adalah -10, ini berarti sungai dikawasan tengah kecamatan Tiga Binanga mempunyai mutu kelas B yaitu baik (cemar ringan).

Tabel 6. Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai STORET di Hilir Kecamatan Payung Kabupaten Karo (PP 20/1990)

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengukuran			Skor
				maksimum	minimum	rata-rata	
Fisika							
1.	TDS	mg/l		289	179.4	234.1	0
2.	Suhu air	C	normal	24.15	20.5	23.2	
3.	Kecerahan	M		0.46	0.35	0.40	
Kimia							
1.	Pb	mg/l	0.03	0.2456	Tt	0.2111	-8
2.	Cu	mg/l	0.02	0.008	Tt	0.006	-6
3.	Mn	mg/l		0.033	Tt	0.028	
Jumlah Skor							-14

Jumlah skor total menunjukkan status mutu air adalah -14, ini berarti sungai dikawasan hilir kecamatan Tiga Binanga mempunyai mutu kelas C yaitu Sedang (cemar sedang).

Upaya pemulihan lahan dapat dilakukan dengan tata guna lahan dengan penghutanan kembali pada lahan milik pemerintah untuk pengembalian fungsi tangkapan air, agroforestry berbasis rumput pakan, ladang penggembalaan pada lahan milik desa dan warga, dengan penggunaan amelioran bahan organik pada tanah pasiran.

KESIMPULAN

Ketebalan debu letusan Gunung Sinabung sebesar 0,5-15 mm, kandungan logam tembaga sangat rendah, pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm di beberapa kecamatan Kabupaten Karo. Pada ketebalan debu letusan Gunung Sinabung sebesar 0,5-15 mm, kandungan logam timbal berada pada kisaran tidak melampaui ambang batas pada kedalaman tanah 0-30 cm dan 30-60 cm di beberapa kecamatan Kabupaten Karo. Pada ketebalan debu letusan Gunung Sinabung sebesar 0,5-15 mm, kandungan logam Mangan pada kisaran sangat rendah pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm di beberapa kecamatan Kabupaten Karo. Lahan yang terkena dampak debu vulkanik karena kadar Pb, Cu dan Mn masih berada dalam ambang batas yang tidak membahayakan. Status mutu kualitas air sungai di bagian Hulu, Tengah mempunyai mutu kelas B yaitu baik (cemar ringan) dan bagian Hilir mempunyai mutu kelas C yaitu Sedang (Cemar sedang). Adapun upaya pemulihan lahan dapat dilakukan dengan tata guna lahan yaitu dengan penghutanan kembali pada lahan milik pemerintah untuk pengembalian fungsi tangkapan air, agroforestry berbasis rumput pakan, dan penggunaan amelioran bahan organik pada tanah pasiran.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih atas pendanaan penelitian dosen pemula (PDP) kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset dan Teknologi/badan Riset dan Inovasi nasional dengan kontrak nomor 256/LL1/PG/2020

DAFTAR PUSTAKA

- Adityah, B.R. Montazeri., H.M. Dewi dan I. Saidiql. 2010. Cemar Logam Berat Kadmium (Cd) Dalam Tanah dan Akibatnya Bagi Kesehatan Manusia. Universitas Lampung Mangkurat Banjar Baru, Banjar Baru.
- Agustina T. 2014. Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. TJP. Fakultas Teknik. UNNES.
- Barasa, R.F., A. Rauf, dan M. Sembiring. 2013. Dampak debu vulkanik letusan Gunung Sinabung terhadap kadar Cu, Pb, dan B tanah di Kabupaten Karo. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(4):1288-1297
- Eka, W., Evi, N., dan Nurmaini. 2015. Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Sayuran Selada dan Kol yang di jual di Pasar Kampung Lalang Medan Berdasarkan Jarak Lokasi Berdagang dengan Jalan Raya Tahun 2015. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. USU. Medan.
- Firta, Hernike. 2018. Studi Pencemaran Abu Vulkanik Sinabung Terhadap Lahan Pertanian Masyarakat Pasca Bencana Letusan Gunung Sinabung di Kabupaten Karo Sumatera Utara.). *Jurnal Kapita Selekt Geografi*. Vol.1(3): 75-82.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang *Pedoman Penentuan Status Mutu Air*, Jakarta

- Noor, D. 2012. Pengantar Geologi. Program Studi Teknik Geologi. Fakultas Teknik, Universitas Pakuan Bogor. 324 hlm.
- Nurlaeny, N., Saribun, D.S. & Hudaya, R. 2012. Pengaruh Kombinasi Abu Vulkanik Merapi, Pupuk Kandang Sapi dan Tanah Mineral terhadap Sifat Fisika-Kimia Media Tanam serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *J. Bionatura* 14 (3):186-194.
- Panjaitan, B. S. R., 2019. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada sayuran yang terpapar abu vulkanik gunung Sinabung. Universitas Gadjah Mada. *Jurnal UGM* Vol.3 N0.4 (2019) <https://jurnal.ugm.ac.id/bkm/article/view/45141/0>. Fakultas Pertanian, USU. Jurnal Online Agroekoteknologi . ISSN No. 2337-6597. Vol.3, No.3 : 1159 - 1163, Juni 2015
- Rauf, A., 2014. Debu Vulkanik Sinabung Dapat Menyuburkan Tanah. <http://usu.ac.id/id/article/776/timfakultas-pertanian-usu-debuvulkanik-sinabung> dapatmenyuburkan-tanah. Diakses pada Tanggal 14 Juli 2020.
- Sanra, Y., Abu, H., dan Subardi, B. 2015. Analisis Kandungan Logam Timbal pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) yang ditanam di Pinggir Jalan raya Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh Bukittinggi. *Skripsi. JOM (Jurnal Online Mahasiswa) FMIPA* 1(2): 1-9
- Sembel, DT. 2015. Toksikologi Lingkungan Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari – hari. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sinaga, B. I.L.J., M.Sembiring dan A. Lubis. 2015. Dampak Ketebalan Abu Vulkanik Erupsi Gunung Sinabung Terhadap Sifat Biologi Tanah Di Kecamatan Naman Teran Kabupaten KaNurlaeny, N., Saribun, D.S. & Hudaya, R. 2012. Pengaruh Kombinasi Abu Vulkanik Merapi, Pupuk Kandang Sapi dan Tanah Mineral terhadap Sifat Fisika-Kimia Media Tanam serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *J. Bionatura* 14 (3):186-194.
- Sukarman., dan Suparto, 2015. Sebaran dan Karakteristik Material Vulkanik Hasil Erupsi Gunung Sinabung di Sumatera Utara. Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. *Jurnal Tanah dan Iklim* Vol. 39 No. 1, Juli 2015: 9-18
- Suriadikarta, D.A. 2012. Identifikasi sifat kimia abu volkan, tanah, dan air yang terkena dampak letusan Gunung Merapi. Hlm 65-73. *Dalam Kajian Cepat Dampak Erupsi Gunung Merapi 2010 Terhadap Sumberdaya Lahan dan Inovasi Rehabilitasinya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Volcano quiet for 400 years erupts in Indonesia. Associated press. 2019. Diakses dari http://wikipedia.org/wiki/Gunung_Sinabung (16-06-2019)
- Wahyuni, E.T., Sugeng, T., dan Suherman. 2012. Penentuan Komposisi Kimia Abu Vulkanik dari Erupsi Gunung Merapi. *FMIPA, UGM. J. Manusia dan Lingkungan*, Vol. 19, No. 2, Juli.2012, 150-159
- 3 Hal tentang Gunung Sinabung di Tanah karo yang kembali Erupsi. Diakses dari <https://www.liputan6.com/news/read/3986564/3-hal-tentang-gunung-sinabung-di-tanah-karo-yang-kembali-erupsi> (16-06-2019)