

**IDENTIFIKASI BEBERAPA SIFAT FISIKA, KIMIA DAN KINETIKA
PELEPASAN K, Na, Fe DENGAN EKSTRAKSI AQUADES, ASAM SITRAT,
ASAM OXSALAT PADA TEPHRA GUNUNG ANAK KRAKATAU
PASCAERUPSI DESEMBER 2018
MELALUI *LEACHING EXPERIMENT***

(Skripsi)

Oleh

**MANARUL HIDAYAT
NPM 1714181022**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BEBERAPA SIFAT FISIKA, KIMIA DAN KINETIKA PELEPASAN (K, Na, Fe) DENGAN EKSTRAKSI AQUADES, ASAM SITRAT, ASAM OXSALAT PADA TEPHRA GUNUNG ANAK KRAKATAU PASCAERUPSI DESEMBER 2018 MELALUI *LEACHING EXPERIMENT*

Oleh

MANARUL HIDAYAT

Erupsi Gunung Anak Krakatau (GAK) pada Desember 2018 menyebabkan perubahan morfologi dan juga adanya penumpukan material baru pada badan gunung tersebut. Material baru yang dikeluarkan oleh erupsi gunung berapi disebut dengan tephra. Tephra akan menjadi bahan induk tanah yang selanjutnya mengalami pelapukan membentuk tanah vulkanik. Erupsi Desember 2018 mengakibatkan Gunung Anak Krakatau berada pada kondisi awal mula proses pembentukan tanah (Pedogenesis). Penelitian eksplorasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi beberapa sifat kimia dan menentukan pelepasan K, Na, Fe pada tephra GAK pasca erupsi Desember 2018.

Pengambilan sampel tephra GAK dilakukan secara *toposquence* pada 4 profil berbeda dan diperoleh 19 sampel. Analisis yang dilakukan berupa : tekstur, pH, KTK, KB. Selanjutnya, dilakukan *Leaching Experiment* selama 90 hari untuk mengetahui pelepasan K, Na, Fe dengan pengestrak aquades, asam sitrat, asam oksalat dan uji t-student pada pengestrak yang lebih cepat melepaskan K, Na, Fe.

Hasil penelitian menunjukkan tekstur tephra GAK dominan pasir. pH tephra memiliki memiliki pH(KCl) berkisar 3,51- 4,02 dan pH (H₂O) 4 – 4,5 tergolong sangat masam, KTK 0 – 0,70 cmol kg⁻¹, C-Organik 0-0,31% tergolong sangat rendah. Basa dapat ditukar kation Ca,Mg yang lebih banyak, KB >100%. Sesudah *Leaching Experiment* pH tephra memiliki memiliki pH(KCl) berkisar 4,97- 5,63 dan pH (H₂O) 7,62-7,98 tergolong masam-basa, KTK 2,21 – 5,36 cmol kg⁻¹ rendah, C-Organik 0-0,95% tergolong sangat rendah. Asam oksalat dan sitrat memiliki konstanta kecepatan pelepasan kation K, Na tertinggi. Sedangkan, aquades dan asam oksalat tertinggi pada pelepasan kation Fe.

Kata kunci: Tephra, GAK(Gunung Anak Krakatau), pH, KTK, KB, *Leaching Experiment*

**IDENTIFIKASI BEBERAPA SIFAT FISIKA, KIMIA DAN KINETIKA
PELEPASAN K, Na, Fe DENGAN EKSTRAKSI AQUADES, ASAM SITRAT,
ASAM OXSALAT PADA TEPHRA GUNUNG ANAK KRAKATAU
PASCAERUPSI DESEMBER 2018
MELALUI *LEACHING EXPERIMENT***

Oleh

MANARUL HIDAYAT

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI BEBERAPA SIFAT FISIKA, KIMIA DAN KINETIKAPELEPASAN K, Na, Fe DENGAN EKSTRAKSI AQUADES, ASAM SITRAT, ASAM OXSALAT PADA TEPHRA GUNUNG ANAK KRAKATAU PASCAERUPSI DESEMBER 2018 MELALUI LEACHING EXPERIMENT**

Nama Mahasiswa : **Manarul Hidayat**

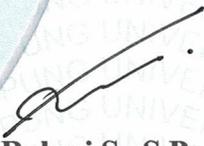
NPM : **1714181022**

Program Studi : **Ilmu Tanah**

Fakultas : **Pertanian**




Prof. Ir. Jamalamb Lumbanraja, Ph.D
NIP. 195303181981031002


Astriana Rahmi S., S.P., M.Si
NIP. 199001242019032016

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah


Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.
NIP. 196305091987032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, Ph.D

Sekretaris : Astriana Rahmi Setiawati, S.P., M.Si

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si**

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.
196710201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 07 Februari 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Identifikasi Beberapa Sifat Fisika, Kimia Dan Kinetika Pelepasan K, Na, Fe Dengan Ekstraksi Aquades, Asam Sitrat, Asam Oksalat Pada Tephra Gunung Anak Krakatau Pascaerupsi Desember 2018 Melalui *Leaching Experiment*”** merupakan hasil karya saya sendiri dn bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari hibah penelitian Hibah Skema Dosen Pemula DIPA BLU Universitas Lampung Tahun 2020 a.n. Astriana Rahmi Setiawati, S.P., M.Si (ketua), Septi Nurul Ainin, S.P., M.Si (anggota) dan Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, Ph.D (anggota). Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Apabila dikemudian hari ditemukan bahwa skripsi ini merupakan Salinan atau karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 07 Februari 2022

Yang membuat pernyataan,



Manarul Hidayat

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Oku Timur, pada tanggal 7 Februari 2000, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak H. Zainudin, S.Ag dan Ibu Hj. Jumiati, S.Pd.

Penulis menyelesaikan Pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Pertiwi Gaya Baru, Lampung Tengah pada tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) Negeri Gaya Baru 8 pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Seputih Surabaya pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Kotagajah pada tahun 2017.

Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, Penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Kimia Dasar (2018/2019), Praktik Pengenalan Pertanian (2019/2020), Geologi dan Mineralogi Tanah (2019/2020) Dasar-dasar Ilmu Tanah (2019/2020), Klimatologi (2019/2020), Hubungan Tanah dan Air Tanaman (2020/2021), Genesis dan Klasifikasi Tanah (2020/2021) serta Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (2021/2022).

Penulis pernah mengikuti Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM U KBM UNILA) sebagai staff ahli kementerian pendidikan dan kepemudaan, Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM U KBM UNILA), Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (Gamatala) sebagai anggota Bidang 2 (Penelitian dan Pengembangan) pada himpunan tersebut (2019/2020).

Pada tahun 2021, Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Cabang, Kecamatan Bandar Surabaya, Kabupaten Lampung Tengah selama 60 hari. Penulis pernah melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) pada tahun 2020 di Kantor Kecamatan Kemiling selama 30 hari.

“GROWTH MINDSET FOR FUTURE”

Innamā amruhū izā arāda syai`an ay yaqūla lahu kun fa yakun

Artinya : Sesungguhnya keadaan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu hanyalah berkata kepadanya: "Jadilah!" maka terjadilah ia.

(QS Yasin: 82)

“Sholawat adalah Kunci urusan

Dunia dan Akhirat”

(GUS MIFTAH)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dengan penuh rasa syukur dan atas ridho dari Allah SWT
saya persembahkan skripsi ini kepada :*

*Kedua orang tuaku tercinta Ibu Jumiati dan Bapak Zainudin
Adikku tersayang M. Fajrul Falah
Serta seluruh keluarga*

*Terimakasih atas semua doa dan dukungan yang terucap untuk kesuksesanku, serta
motivasi yang telah diberikan kepadaku selama ini*

Serta

*Almamater Tercinta
Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung*

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Beberapa Sifat Fisika, Kimia Dan Kinetika Pelepasan K, Na, Fe dengan Ekstraksi Aquades, Asam Sitrat, Asam Oksalat pada Tephra Gunung Anak Krakatau Pascaerupsi Desember 2018 Melalui *Leaching Experiment*”.

Pada kesempatan ini, dengan segenap rasa hormat, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah dan pembimbing utama atas bimbingan, nasehat, ilmu, dan motivasi selama penulis menjalankan proses penelitian sampai penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, Ph.D selaku pembimbing kesatu, atas ide, bimbingan, ilmu, bantuan dan nasehat selama penulis menjalankan proses penelitian dari awal hingga akhir, sampai penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Astriana Rahmi Setiawati, S.P., M.Si., selaku pembimbing kedua, atas ide, bimbingan, ilmu, bantuan dan nasehat selama penulis menjalankan proses penelitian dari awal hingga akhir, sampai penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.

5. Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si., selaku pembahas, atas segala masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
6. Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, Ph.D., Astriana Rahmi Setiawati, S.P., M.Sc., dan Septi Nurul Aini, S.P., M.Si selaku tim dosen penelitian Krakatau, atas segala ide, masukan, bantuan, dan motivasi selama penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
7. Prof. Ir. Dermiyati, M.Agr, Sc., selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan dan nasihat kepada penulis selama melaksanakan kegiatan perkuliahan.
8. Kedua orang tuaku tercinta Ibu Jumiati dan Bapak Zainudin. Adik ku Muhamad Fajrul Falah, serta keluarga besar tercinta yang telah mencurahkan segala cinta, kasih sayang, dukungan, serta do'a dan semangat yang tulus di sepanjang hidup Penulis.
9. Teman-teman satu tim penelitian Krakatau Meri Fitriani Saipul, Indah Selviana, Ananda Ika Kurnia, dan Nurul Auliana atas kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian.
10. Mutiara Koshashi Haq terima kasih atas bantuan, saran dan dukungannya selama penyelesaian skripsi ini.
11. Penghuni Kons Villa Mutiara D12b Rijal (ketua), Asha, Bayu, Novrian, Redhika, Ramu, Faiz, Abiza, Acan, Ridho, Vhico dkk terima kasih atas dukungannya selama penyelesaian skripsi ini
12. Pondok Abas Al-Kindi Elmo, Rama, Rafly, Irlan, Lewi, Diki, Edji, Ketut terima kasih atas dukungannya selama skripsi ini.
13. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dan Penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat Amin.

Bandar Lampung, 27 Maret 2022

Manarul Hidayat

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR TABEL	iii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Kerangka Pemikiran.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gunung Anak Krakatau.....	7
2.2 Sifat Kimia Tanah Gunung Anak Krakatau.....	8
2.3 <i>Leaching Experiment</i>	9
2.4 Kinetika Pseudo (Berorde Satu) Pelepasan Kation.....	9
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat.....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	12
3.4.1 Pengambilan Sampel Tephra Gunung Anak Krakatau.....	12
3.4.2 Rancangan <i>Leaching Experiment</i>	15
3.4.3 Penetapan pH Tephra.....	16
3.4.4 Penetapan Sebaran Partikel Halus (< 2 mm).....	17
3.4.5 Penetapan KTK (Kapasitas Tukar Kation).....	18
3.4.6 Penetapan KB (Kejenuhan Basa).....	18
3.4.7 Analisis Larutan Hasil <i>Leaching Experiment</i>	19
3.4.8 Pengolahan Data.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Morfologi dan Fisografi Tephra Gunung Anak Krakatau.....	22

4.2 Sebaran Partikel Halus (< 2 mm) dan Sifat Kimia Tephra Gunung Anak Krakatau.....	27
4.2.1 Sebaran Partikel Halus (< 2 mm) Gunung Anak Krakatau.....	27
4.2.2 Sifat Kimia Tephra Gunung Anak Krakatau.....	30
4.2.2.1 pH Tephra Gunung Anak Krakatau.....	30
4.2.2.2 Kejenuhan Basa (KB) dan Kapasitas Tukar Kation (KTK).....	32
4.2.2.3 C-Organik.....	34
4.3 Perubahan pH, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan C-Organik Tephra sesudah <i>Leaching Experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitart.....	36
4.3.1 pH Tephra Gunung Anak Krakatau sesudah <i>Leaching Experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitart.....	36
4.3.1.1 pH (H ₂ O) Tephra.....	36
4.3.1.2 pH (KCl) Tephra.....	39
4.3.2 Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tehpra Gunung Anak Krakatau sebelum dan sesudah <i>Leaching Experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	41
4.3.3 C-Organik Tephra Gunung Anak Krakatau sebelum dan sesudah <i>Leaching Experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitrat.....	43
4.4 Pelepasan K, Na, Fe dengan menggunakan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat pada <i>Leaching Experiment</i>	46
4.5 Perbandingan K1 dan K2 untuk ion K, Na dan Fe yang diekstraksi Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat pada <i>Leaching Experiment</i>	51

V. KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA	55
-----------------------------	----

LAMPIRAN	58
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran.....	6
2. Peta Pengambilan Sampel Tephra Gunung Anak Krakatau.....	14
3. Rancangan percobaan <i>Leaching Experiment</i>	16
4. Ekstraksi kumulatif pelepasan kation K, Na, Fe.....	20
5. Hubungan antara konsentrasi kation i yang tertinggal dengan waktu (t), Cit = Kation i lepas pada waktu (t), Cio= Kation i awal, XCit = Fraksi Ci pada koloid pada t=t.....	20
6. <i>In</i> $\bar{X}Cit$ fungsi waktu(t).....	21
7. Gunung Anak Krakatau Sebelum Erupsi.....	22
8. Gunung Anak Krakatau Sesudah Erupsi.....	22
9. Profil 1 Tephra.....	24
10. Profil 2 Tephra.....	25
11. Profil 3 Tephra.....	26
12. Profil 4 Tephra.....	26
13. Sebaran partikel halus < 2mm Gunung Anak Krakatau.....	29
14. pH Tephra Gunung Anak Krakatau	31
15. Kejenuhan Basa Tephra Gunung Anak Krakatau.....	32
16. Kapasitas Tukar Kation Tephra Gunung Anak Krakatau.....	34

17.	C – Organik (%) Tephra Gunung Anak Krakatau.....	35
18.	pH (H ₂ O) Tephra Gunung Anak Krakatau sebelum <i>leaching experiment</i>	38
19.	pH (H ₂ O) Tephra Gunung Anak Krakatau sesudah <i>leaching experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitrat.....	38
20.	pH (KCl) Tephra Gunung Anak Krakatau sebelum <i>leaching experiment</i>	39
21.	pH (KCl) Tephra Gunung Anak Krakatau sesudah <i>leaching experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitrat.....	39
22.	KTK Tephra Gunung Anak Krakatau sebelum <i>leaching experiment</i>	42
23.	KTK Tephra Gunung Anak Krakatau sesudah <i>leaching experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitrat	42
24.	C-Organik (%) Tephra Gunung Anak Krakatau sebelum <i>leaching experiment</i>	44
25.	C-Organik (%) Gunung Anak Krakatau sesudah <i>leaching experiment</i> dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitrat.....	44
26.	In \bar{X} Cit fungsi waktu (t).....	46
27.	K1 (Reaksi Cepat) pada pelepasan kation K dengan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	48
28.	K2 (Reaksi Lambat) pada pelepasan kation K dengan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	48
29.	K1 (Reaksi Cepat) pada pelepasan kation Na dengan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	49
30.	K2 (Reaksi Lambat) pada pelepasan kation Na dengan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	49
31.	K1 (Reaksi Cepat) pada pelepasan kation Fe dengan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	50
32.	K1 (Reaksi Lambat) pada pelepasan kation Fe dengan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Kondisi Morfologi Gunung Anak Krakatau	23
2.	Sebaran partikel halus (< 2mm) dan sifat kimia tephra Gunung Anak Krakatau..	28
3.	Perubahan pH, Kapasitas tukar kation (KTK) dan C- Organik tephra Sebelum dan sesudah leaching experiment dengan Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitrat.....	37
4.	Persamaan linier kinetika pelepasan kation K, Na, Fe dengan pencuci Aquades, Asam Oksalat dan Asam Sitrat.....	47
5.	Uji t-student pada Perbandingan konstanta kecepatan K1 pada pelepasan kation K, Na, Fe yang diekstraksi Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat pada Leaching Experiment	52
6.	Uji t-student pada Perbandingan konstanta kecepatan K1 pada pelepasan kation K, Na, Fe yang diekstraksi Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat pada Leaching Experiment	53
7.	Ekstraksi Kumulatif pelepasan kation K dari tephra sebagai fungsi waktu (t) menggunakan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	65
8.	Fraksi pelepasan kation K dari tephra sebagai fungsi waktu (t) menggunakan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	66
9.	$\ln \bar{X}C_{kt}$ sebagai fungsi waktu pada reaksi orde pertama desorpsi kation K dari tephra.....	67
10.	Ekstraksi Kumulatif pelepasan kation Na dari tephra sebagai fungsi waktu (t) menggunakan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	58

11.	Fraksi pelepasan kation Na dari tephra sebagai fungsi waktu (t) menggunakan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	69
12.	In $\bar{X}CNat$ sebagai fungsi waktu pada rekasi orde pertama desorpsi kation K dari tephra.....	70
13.	Ekstraksi Kumulatif pelepasan kation Fe dari tephra sebagai fungsi waktu (t) menggunakan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	71
14.	Fraksi pelepasan kation Na dari tephra sebagai fungsi waktu (t) menggunakan Aquades, Asam Oksalat, Asam Sitrat.....	72
15.	In $\bar{X}CFet$ sebagai fungsi waktu pada rekasi orde pertama desorpsi kation K dari tephra.....	73

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gunung Anak Krakatau merupakan salah satu gunung berapi vulkanik yang aktif di Indonesia yang terletak di Selat Sunda. Gunung Anak Krakatau muncul pertama kali pada tahun 1928 pada kaldera Gunung Krakatau yang meletus pada tahun 1883 dan kembali mengalami erupsi besar pada Desember 2018. Gunung ini tumbuh sangat agresif dan mencapai ketinggian 315 mdpl pada tahun 2000. Erupsi Desember 2018 mengakibatkan runtuhnya lereng Barat Daya sehingga gunung ini kehilangan 70-80% volumenya (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2019).

Erupsi yang terjadi pada Desember 2018 menyebabkan perubahan morfologi Gunung Anak Krakatau dan juga adanya penumpukan material baru pada badan gunung tersebut. Salah satu material baru yang dikeluarkan ke udara oleh erupsi gunung berapi disebut tephra (Nugrahini, 2019). Tephra merupakan bahan piroklastik yang dihasilkan oleh letusan gunung berapi. Tephra akan menjadi bahan induk tanah yang selanjutnya mengalami pelapukan membentuk tanah vulkanik, sebelum erupsi Desember 2018 Gunung Anak Krakatau sudah ditumbuhi beberapa jenis tumbuhan seperti gelagah (*Saccharum sp.*) dan cemara laut (*Casuarina sp.*) sebagai tumbuhan pionir (Sutawidjaja, 2006). Namun, setelah erupsi Desember 2018 vegetasi yang ada pada Gunung Anak Krakatau musnah akibat hujan abu dan pasir vulkan serta lelehan lava. Selain itu, Gunung Anak Krakatau mengalami perubahan morfologi dan penyusutan karena adanya proses rayapan tubuh gunung tersebut (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2019).

Erupsi Desember 2018 mengakibatkan Gunung Anak Krakatau berada pada kondisi awal mula proses pembentukan tanah (Pedogenesis) (Fiantis, 2020). Pada kondisi ini proses pembentukan tanah belum berlangsung sehingga karakteristik atau sifat-sifat yang berkaitan dengan proses pembentukan tanah sangat menarik untuk dipelajari. Analisis sifat kimia tanah dan kinetika pelepasan unsur merupakan pengamatan penting untuk mengetahui sifat tephra Gunung Anak Krakatau dan bagaimana tanah yang akan terbentuk. Setiawati dkk. (2020) melaporkan sebelum erupsi Desember 2018 Gunung Anak Krakatau memiliki pH tanah berkisar 4.75 – 5.89, tekstur Anak Krakatau berupa tekstur pasir dengan proporsi pasir 98,82 - 99,59%, analisis kimia tanah berupa KTK tanah dengan nilai sangat rendah yaitu berkisar nilai 0,41 - 2,03 (cmol kg^{-1}). Selanjutnya, penelitian Fiantis dkk. (2020) melaporkan sampel Gunung Anak Krakatau yang diambil pada tahun 2015 memiliki pH tanah berkisar 4,62 – 5,66, tekstur Gunung Anak Krakatau berupa tekstur pasir dengan proporsi pasir 75 - 80 %, analisis kimia tanah berupa KTK tanah dengan nilai sangat rendah yaitu berkisar nilai 1,20 (cmol kg^{-1}).

Leaching experiment pada beberapa tephra gunung berapi telah banyak dilakukan. Fiantis dkk. (2010) melaporkan *leaching experiment* pada endapan tephra Gunung Berapi Talang, Sumatera Barat menunjukkan bahwa asam organik dan anorganik yang larut dalam air (pelindian) dapat mempercepat pelarutan mineral primer dalam tephra. Proses pelindian tersebut menggunakan air deionisasi, asam organik (sitrat dan oksalat) dan anorganik (nitrat dan sulfat) selama 60 hari di laboratorium pada suhu 10, 27 dan 40 °C. Pelindian dikumpulkan setelah 24 jam, dengan jangka waktu 10, 30, dan 60 hari. Hingga 30 hari, pelindian sampel tephra dengan air menurunkan pH tephra dari 6,75 menjadi 4,51. pH juga terlihat menurun dari 3,85 menjadi 3,11, 3,25 menjadi 2,71, 3,20 menjadi 2,71 dan 3,03 menjadi 2,39 karena pelindian masing-masing dengan asam sitrat, asam oksalat, asam nitrat dan asam sulfat. Setelah 60 hari, pelindian dengan air menurunkan pH sebesar 0,9–2,9 unit, sedangkan dengan pencucian dengan asam sitrat dan asam sulfat sebesar 0,06–0,24 unit. Selain itu, Pelepasan kation dari tephra Gunung Talang Ca, Mg, K, Na menurun. Tingkat

kalsium terlarut awalnya sangat tinggi. Sebaliknya, jumlah K dan Na terlarut rendah pada awalnya, tetapi meningkat tajam setelah 10 hari. Selama 2 bulan berikutnya, terjadi penurunan yang nyata pada konsentrasi Ca dan Mg.

Berdasarkan penelitian tersebut sampai saat ini belum ada penelitian tentang *leaching experiment* pada endapan tephra Gunung Anak Krakatau pascaerupsi Desember 2018. *Leaching Experiment* atau percobaan pencucian tanah merupakan suatu percobaan untuk melihat pengaruh dari air hujan dan asam-asam organik dalam proses pelapukan tanah dengan pendekatan pada proses alam pada tephra Gunung Anak Krakatau pascaerupsi Desember 2018. Pada penelitian ini dilihat kinetika pelepasan K, Na, Fe dengan ekstraksi aquades, asam sitrat dan asam oksalat melalui *leaching experiment*. Tujuan dari *leaching experiment* pada penelitian ini adalah untuk mengasumsikan proses alam yang terjadi pada *leaching experiment* dengan melihat pengaruh dari air hujan dan asam-asam organik hasil dari metabolisme mikroorganisme tanah dan eksudat akar dalam proses *soil weathering* atau pelapukan tanah.

Kinetika kimia adalah ilmu yang mempelajari laju dan mekanisme reaksi, atau seberapa cepat proses reaksi berlangsung dalam waktu tertentu. Kinetika kimia menjelaskan hubungan antara perubahan konsentrasi reaktan (atau produk) sebagai fungsi waktu. Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi kinetika antara lain konsentrasi, suhu, katalis, dan sifat molekul yang berbentuk ionik kovalen. Orde reaksi merupakan jumlah atom atau molekul dari reaktan yang konsentrasinya memiliki peranan penting dalam menentukan kecepatan reaksi. Reaksi berorde satu adalah suatu reaksi dimana kecepatannya tergantung pada pangkat satu dari salah satu reaktan. Sedangkan orde dua adalah suatu reaksi dimana kecepatannya bergantung pada pangkat dua dari salah satu reaktan atau masing-masing berpangkat satu terhadap reaktan (Sparks, 1989). Oleh karena itu, dengan menerapkan konsep kinetika reaksi ini, pelepasan kation pada tephra Gunung Anak Krakatau akibat dari *weathering process* dapat diestimasi atau diketahui. Pendekatan konsep kinetika

kimia ini pada pengamatan proses pelapukan bertujuan untuk mengetahui pengeksrak yang cepat dalam pelepasan kation K, Na, Fe dari proses *leaching experiment* dengan menggunakan aquades, asam sitrat dan asam oksalat pada jumlah kation yang dapat di lepaskan persatuan waktu.

Kawasan iklim tropis di indonesia, air hujan dan suhu adalah faktor yang sangat berpengaruh terhadap proses pelapukan. Proses pelapukan tidak lepas dari peranan air hujan yang menjadi salah satu faktor pembentuknya. Dengan dilakukannya *leaching experiment* kita dapat mengetahui bagaimana proses pelapukan yang terjadi pada tephra Gunung Anak Krakatau untuk menjadi tanah vulkanik. Selain itu kita juga dapat mengetahui tentang perubahan yang terjadi pada beberapa sifat kimia dari tephra tersebut (Fiantis dkk, 2010). Proses ini akan sangat menarik untuk dikaji dalam sifat kimia tanah dengan melakukan beberapa analisis berupa pH tanah, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa dan *Leaching Experiment* dengan tujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada tephra tersebut akibat erupsi pada Desember 2018 tersebut.

pH tanah sangat penting dalam menentukan indikator pelapukan tanah, keberadaan mineral primer, lama waktu dan intensitas pelapukan, terutama pelindihan kation-kation basa dari tanah. Kapasitas tukar kation sangat penting untuk menentukan laju pelapukan tanah dalam proses pedogenesis. Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kation basa yang ditukarkan dengan kapasitas tukar kation (KTK) yang berhubungan juga dengan laju pelapukan (Bohnet, 2009). Pada penelitian ini dilakukan *leaching experiment* selama tiga bulan dengan menggunakan larutan *leaching* yaitu aquades, asam sitrat dan asam oksalat. Kecepatan tetesan larutan diatur sama dan dilakukan setiap hari. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Belum ada informasi mengenai sifat kimia yang berkaitan dengan genesis tanah pada tephra Gunung Anak Krakatau sebelum dan sesudah *leaching experiment*.

2. Belum ada informasi mengenai laju kinetika pelepasan K,Na, Fe dengan aquades, asam sitrat, asam oksalat pada tephra Gunung Anak Krakatau Pasca Erupsi Desember 2018.

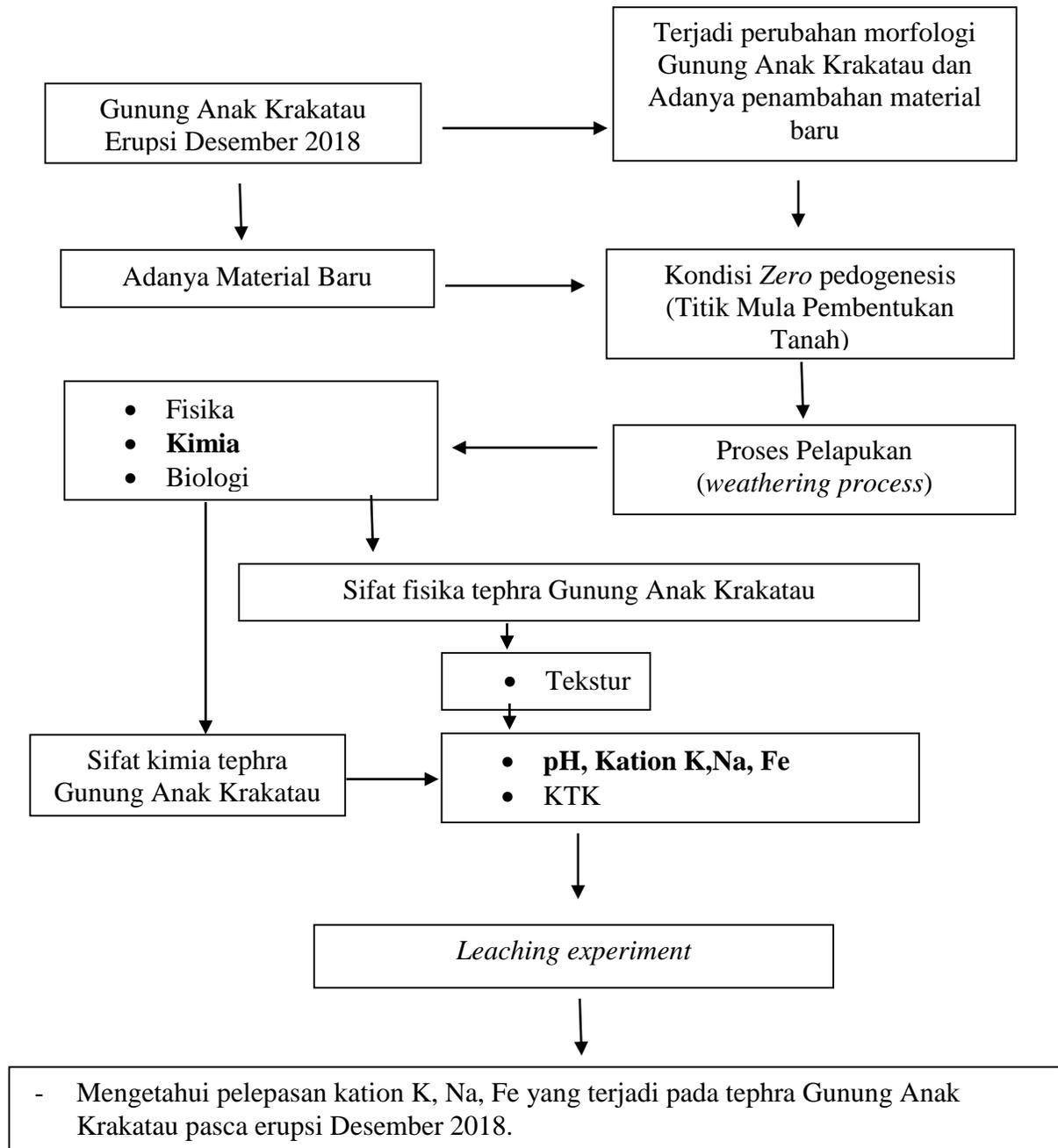
1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi beberapa sifat kimia tephra Gunung Anak Krakatau sebelum dan sesudah *Leaching Experiment* dengan menggunakan aquades, asam sitrat, dan asam oksalat.
2. Menentukan kecepatan pelepasan K, Na, Fe aquades, asam sitrat, dan asam oksalat.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian (*leaching experiment*) dilakukan untuk mengasumsikan perubahan sifat kimia, termasuk kinetika pelapukan unsur K, Na, Fe. Selama proses pencucian berlangsung terjadi akibat pelapukan pada tephra Gunung Anak Krakatau pascaerupsi Desember 2018. Pencucian dan pelapukan terjadi akibat adanya air hujan dan asam-asam organik hasil dari metabolisme mikroorganisme tanah dan eksudat akar (Fiantis dkk., 2010). Permukaan tanah pada lahan area erupsi vulkanik pada umumnya tertutupi oleh lava, aliran piroklastik dan juga tephra. Menurut Fiantis (2006) permukaan tanah yang ditutupi abu vulkanis akan mengalami *recovery* dan akan mengalami proses pedogenesis atau pembentukan tanah yang baru. Proses pedogenesis tersebut dipengaruhi oleh air dan asam-asam organik yang terdapat di dalam tanah, sehingga abu vulkanis di permukaan tanah akan mengalami pelapukan secara fisika dan kimia. Air hujan dan suhu adalah faktor penting yang sangat berpengaruh terhadap proses pelapukan. *Leaching experiment* atau percobaan pencucian ini mengasumsikan perubahan sifat kimia dan proses pelapukan yang terjadi akibat proses pencucian tephra yang dilakukan selama tiga bulan dengan menggunakan larutan *leaching* yaitu aquades, asam sitrat, dan asam oksalat. Kecepatan tetesan larutan akan diatur sama dan dilakukan setiap hari. Diagram alir kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gunung Anak Krakatau

Gunung Anak Krakatau merupakan salah satu dari 129 gunung api Indonesia yang berderet sepanjang 7000 km mulai ujung utara Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku sampai ke Sulawesi Utara. Gunung Anak Krakatau terletak di Selat Sunda (Indonesia) antara pulau Jawa dan Sumatra dan termasuk dalam busur vulkanik yang terkait dengan subduksi lempeng Indo-Australia di bawah lempeng Asia Tenggara (Sutawidjaja, 2006).

Gunung Anak Krakatau pertama muncul dari kaldera pada tahun 1930-an atau 47 tahun setelah letusan Krakatau (Stratovolcano) pada tahun 1883. Kompleks Krakatau terdiri dari empat pulau: Sertung, Panjang, Rakata, dan Anak Krakatau. Kemunculan Gunung ini ditandai oleh seri erupsi tipe *Surtsey* yang terjadi dari tanggal 29 Desember 1927 sampai tanggal 5 Februari 1928. Aktivitas gunung api ini berlanjut yang dicirikan oleh erupsi tipe Stromboli disertai aliran lava yang bersusunan basal (Stehn, 1929). Gunung ini tumbuh sebagai sebuah pulau gunung api yang hingga mencapai ketinggian lebih dari 315 m di atas permukaan laut. Letusan tipe Stromboli dicirikan dengan menyemburkan material pijar berupa lapili dan bom lava beberapa meter hingga ratusan meter ke udara (Stehn, 1929). Sejak kemunculannya tersebut, Gunung Anak Krakatau telah semakin berkembang dan dianggap sebagai salah satu gunung berapi dengan pertumbuhan tercepat di Indonesia (Fiantis, 2019)

Gunung Anak Krakatau mengalami erupsi besar pada 22 Desember 2018 mengeluarkan abu yang besar dan menyebabkan runtuhnya lereng Barat Daya pulau sehingga menimbulkan longsoran tubuh Gunung Anak Krakatau yang masuk ke dalam laut dan mengakibatkan tsunami setinggi 13 m di bibir pantai, akibat longsoran tersebut Gunung Anak Krakatau kehilangan bentuk tubuh 70% - 80% dari volume tahun 2018 (Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi 2019). Material vulkanik hasil erupsi ini disebut dengan istilah tephra (Fiantis, 2019). Tephra yang dimuntahkan oleh Gunung Anak Krakatau kaya akan mineral primer, yang mengandung kation basa yang relatif tinggi. Selain itu, Gunung Anak Krakatau juga memiliki indeks pelapukan yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel tanah dari Panjang, Rakata, dan Kepulauan Sebesi. Indeks pelapukan yang rendah menunjukkan bahwa pelapukan mineral primer masih pada tahap awal dan ada banyak nutrisi makro yang terkandung dalam tanah atau tingkat pelapukan bahan vulkanik masih berjalan sangat lambat (Fiantis, 2019).

2.2 Sifat Kimia Tanah Gunung Anak Krakatau

Letusan Gunung Anak Krakatau sangat berpengaruh terhadap perubahan sifat fisik dan kimia pada tanah. Perubahan yang terjadi pada sifat kimianya yaitu mempunyai kesuburan alami yang cukup tinggi. Salah satu penilaian status kesuburan yaitu didasarkan pada kombinasi status pH tanah, Kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa. Pada tanah - tanah hasil letusan gunung berapi atau erupsi biasanya memiliki sifat kimia tanah berupa pH tanah masam dengan kapasitas tukar kation yang rendah serta memiliki kejenuhan basa rendah dan sebaliknya (Hardjowigeno, 2003). Hal ini didukung oleh Penelitian yang dilakukan Setiawati dkk. (2020) sebelum erupsi Gunung Anak Krakatau didapatkan pH tanah berkisar 4.75 – 5.89, hasil analisis kimia tanah berupa KTK tanah dengan nilai sangat rendah yaitu berkisar nilai 0,41 - 2,03 cmol kg⁻¹) serta kejenuhan basa 117.24 - 514.63%. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Fiantis dkk. (2019) didapatkan nilai C-Organik berkisar 1,3 hingga 1,7%.

2.3 Leaching Experiment

Leaching Experiment atau percobaan pencucian adalah suatu percobaan untuk melihat pengaruh dari air dan asam-asam organik dalam proses pelapukan. Proses pelapukan bahan induk terjadi secara terus menerus dipengaruhi oleh faktor bahan induk, iklim, relief, aktivitas mikroorganisme tanah dan waktu yang menyebabkan bahan induk tersebut lambat laun akan membentuk tanah yang subur. Proses pembentukan tanah juga dipengaruhi oleh pelapukan bahan organik yang berasal dari suksepsi tanaman sebelum erupsi seperti dari akar, batang, dedaunan serta mikroorganisme yang tertimbun (Fiantis, 2020).

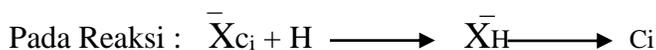
Percobaan pencucian yang sudah pernah dilakukan salah satunya oleh (Fiantis, 2020). Dalam percobaan pencucian tersebut didapatkan asam organik dan anorganik yang larut dalam air dalam larutan pencucian dapat mempercepat pelarutan mineral primer dalam tephra. Konsentrasi Ca terlarut lebih tinggi percobaan dari Mg, K dan Na. Kelarutan Ca dan Mg menunjukkan pelepasan yang cepat dengan waktu yang konstan, sedangkan K dan Na mencapai nilai maksimum setelah 10 hari. Hal ini membuktikan bahwa percobaan pencucian dapat mempercepat pelarutan mineral dalam tephra.

2.4 Kinetika Pseudo (Berorde Satu) Pelepasan Kation

Kinetika kimia adalah ilmu yang mempelajari laju dan mekanisme reaksi, atau seberapa cepat proses reaksi berlangsung dalam waktu tertentu. Kinetika kimia menjelaskan hubungan antara perubahan konsentrasi reaktan (atau produk) sebagai fungsi waktu. Laju atau kecepatan reaksi adalah perubahan konsentrasi pereaksi ataupun produk dalam suatu satuan waktu, yang mana laju suatu reaksi dapat dinyatakan sebagai laju berkurangnya konsentrasi suatu pereaksi, atau laju bertambahnya konsentrasi suatu produk.

Kinetika kimia menggambarkan tentang perubahan kadar suatu zat terhadap waktu oleh reaksi kimia. Kecepatan reaksi di tentukan oleh kecepatan terbentuknya zat hasil, dan kecepatan pengurangan reaktan. Kecepatan tetapan (K) adalah faktor pembanding yang menunjukkan hubungan antara kecepatan reaksi dengan konsentrasi reaktan.

Orde reaksi merupakan jumlah atom atau molekul dari reaktan yang konsentrasinya memiliki peranan penting dalam menentukan kecepatan reaksi. Reaksi berorde satu adalah suatu reaksi dimana kecepatannya tergantung pada pangkat satu dari salah satu reaktan. Sedangkan orde dua adalah suatu reaksi dimana kecepatannya bergantung pada pangkat dua dari salah satu reaktan atau masing-masing berpangkat satu terhadap reaktan. reaksi tersebut dapat dikatakan berorde a terhadap A dan berorde b terhadap B dan seterusnya. Sedangkan reaksi yang kecepatannya tidak ditentukan konsentrasi reaktannya adalah orde nol (Sparks, 1989).



Kecepatan Pelepasan (V) :

$$V = -\frac{d\bar{X}_{Ci}}{dt} = \frac{d\bar{X}_H}{dt} = \frac{dC_i}{dt} = k(\bar{X}_{Ci})$$

$$-\frac{d\bar{X}_{Ci}}{dt} = k(\bar{X}_{Ci})$$

$$\int_{\bar{X}_{Cio}}^{\bar{X}_{Cit}} \frac{d\bar{X}_{Ci}}{\bar{X}_{Ci}} = -k \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{\bar{X}_{Cit}}{\bar{X}_{Cio}} = -kt \longrightarrow \ln \bar{X}_{Cit} - \ln \bar{X}_{Cio} = -kt$$

$$\ln \bar{X}_{Cit} = \ln \bar{X}_{Cio} - kt$$

Keterangan :

X = Komplek koloid tephra,

C_i = Konsentrasi kation i (K, Na, Fe),

C_{it} = Fraksi C_i pada koloid pada t=t atau $(1 - \frac{Cit}{Cio})$

C_{io} = Fraksi C_i pada t=0

V = Kecepatan Reaksi,

H = Ion H dari aquades, asam sitrat, asam oksalat ekspresi kinetika berorde satu

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2020 – Mei 2021 yang terdiri dari dua tahap yaitu survei tephra di lapangan, analisis tephra di laboratorium. Pengamatan morfologi dilakukan pada 8 Juli 2018 sebelum erupsi dan pengambilan sampel tephra 13 Agustus 2019 sesudah erupsi. Pengambilan sampel dilakukan secara *toposequens* kurang lebih 20 meter dari bibir pantai Gunung Anak Krakatau pada selang empat ketinggian pada setiap lapisan profil tephra. Analisis sifat kimia sampel dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. *Leaching Experiment* dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dibagi menjadi 2 yaitu : Lapangan dan Laboratorium. Alat yang digunakan di lapang dalam penelitian ini adalah bor tanah, cangkul, meteran, pisau, penusuk (pin), Buku *Munsell Soil Color Chart*, pisau, botol semprot, handboard, cangkul, GPS, Peta Lapangan, termometer, alat tulis, ember, tissue, kantong plastik. Sedangkan alat yang digunakan di laboratorium adalah gelas piala 1000 dan 500 ml gelas ukur 100, 25, dan 5 ml, labu ukur 1000, 500, 100, dan 50 ml, pipet volume 25, 10, dan 1 ml, Erlenmeyer 500 dan 100 ml, tabung reaksi, labu kjeldahl, botol film 50 ml, spektrofotometer Halo Vis-10 (Visible Spectrophotometer), AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Flamephotometer (Jenway PFP7 Flamephotometer), sentrifusi (Hermle Labortechnik GmbH), pH-meter (Hanna Instrumen PH/OR EC/DIS/NaCl meter), hot plates, neraca analitik 4 desimal (Sartorius CP224S), buret, ayakan 2 mm, ayakan pasir ukuran 1 mm, ayakan debu dan liat ukuran 50 μm , oven, shaker, cawan aluminium, dan stopwatch. Alat yang digunakan pada rancangan *leaching experiment* diantaranya yaitu pipa PVC bening 3 *inch*, dop, selang infus, botol, corong, bambu, bor listrik, lem tembak, kayu dan paku. Bahan yang digunakan di lapang adalah aquades. bahan yang digunakan di laboratorium adalah alkohol 90%, KCl 1M, H_2O_2 30% dan 10% , HCl Pekat 37%, HCl 0,05 N, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, NaCl 1N, $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ 1N dan 0,01N pH 7, NaOH, H_3BO_3 1%, Indikator Conway, Aquades (H_2O) Sedangkan bahan yang digunakan pada rancangan *leaching experiment* diantaranya yaitu kain hitam, aquades (H_2O), asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,02M, dan asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) 0,02M. Untuk alat dan bahan selengkapnya disajikan pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan tahapan survai, analisis tephra di laboratorium, *Leaching Experiment*. Pengambilan sampel tephra dilakukan berdasarkan sifat-sifat tephra yang saling berdekatan namun berbeda satu sama lain karena dipengaruhi oleh ketinggian tempat dari permukaan laut (*toposequence*). Sedangkan model analisa data dan pembuatan peta yang digunakan untuk pengolahan data dengan menggunakan *Microsoft excel* dan Arc GIS 10.7.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel Tephra Gunung Anak Krakatau

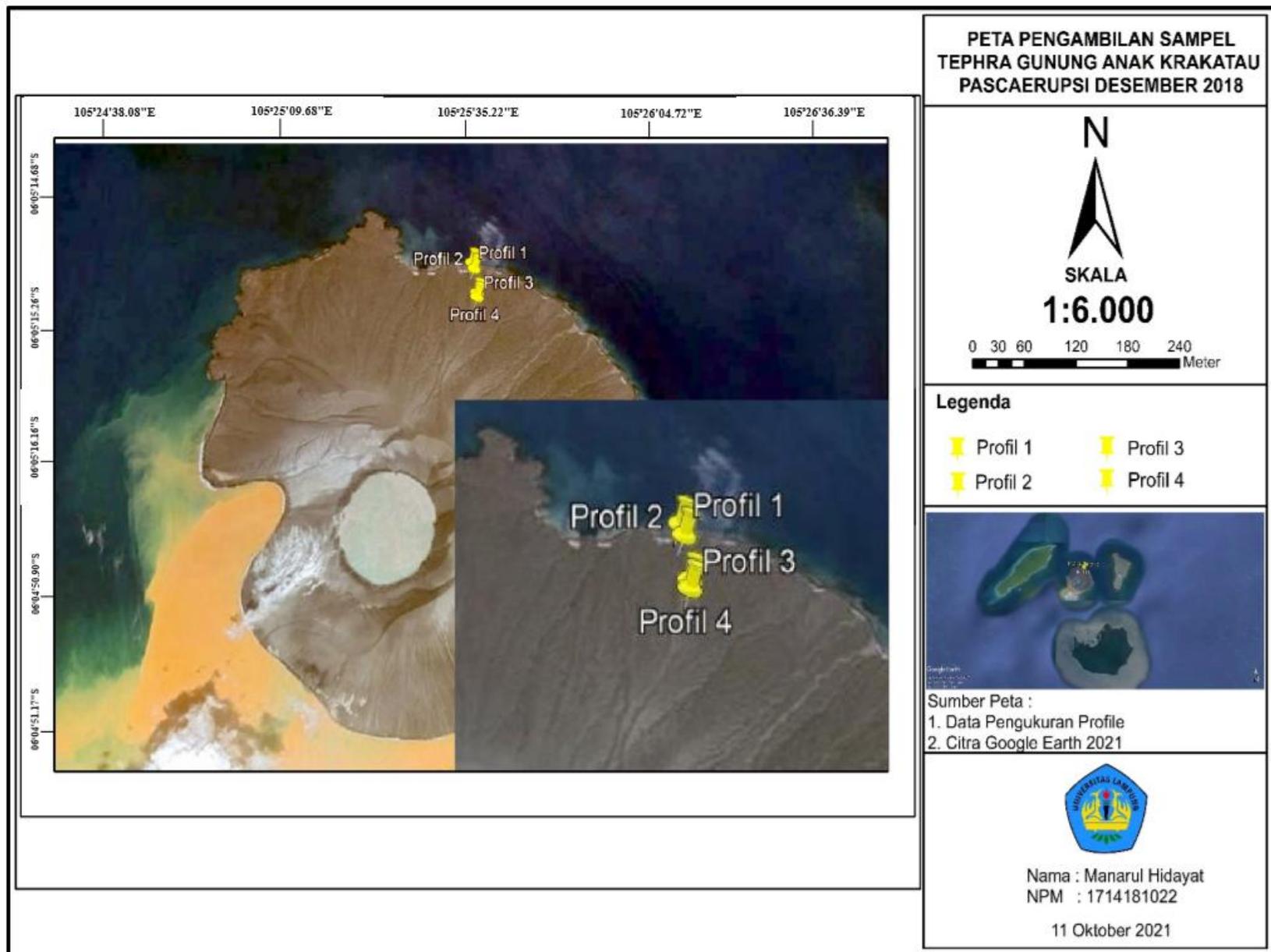
Pengambilan sampel dilakukan di Gunung Anak Krakatau pasca erupsi Desember 2018 secara *toposequens* di lereng utara Gunung Anak Krakatau. Sampel tephra terganggu diambil pada setiap lapisan profil tephra sebanyak 5kg dimulai dari

lapisan yang paling bawah. Pada pengambilan sampel ini berjumlah 4 profil dengan total 19 lapisan. Profil 1 terletak pada ketinggian ± 5 mdpl dengan titik koordinat $06^{\circ} 25' 33''$ LS dan $105^{\circ} 25' 35,9''$ BT yang memiliki 4 lapisan dengan kedalaman lapisan pertama yaitu 0-35 cm, lapisan kedua 35-60 cm, lapisan ketiga 60-88 cm dan lapisan keempat yaitu 88-100 cm.

Profil 2 terletak pada ketinggian ± 12 mdpl dengan titik koordinat $06^{\circ} 05' 32,1''$ LS dan $105^{\circ} 25' 36,2''$ BT memiliki 5 lapisan dengan kedalaman lapisan pertama yaitu 0-56 cm, lapisan kedua 56-85 cm, lapisan ketiga 85-106 cm, lapisan keempat 106-143 cm dan lapisan kelima 143-170 cm.

Profil 3 terletak pada ketinggian ± 17 mdpl dengan titik koordinat $06^{\circ} 05' 36,6''$ LS dan $105^{\circ} 25' 36,6''$ BT memiliki 6 lapisan dengan lapisan pertama yaitu 0-50 cm, lapisan kedua 50-67 cm, lapisan ketiga 67-103 cm, lapisan keempat 103-125 cm, lapisan kelima 125 – 139 cm dan lapisan keenam 139-200 cm.

Profil 4 terletak pada ketinggian ± 22 mdpl dengan koordinat $06^{\circ} 53' 37,3''$ LS dan $105^{\circ} 25' 36,6''$ BT memiliki 4 lapisan dengan lapisan pertama yaitu 0-23 cm, lapisan kedua 23-47 cm, lapisan ketiga 47-87 cm dan lapisan keempat yaitu 87-100 cm. Pengambilan sampel tephra dilakukan dengan pengamatan lingkungan fisik daerah penelitian secara bersamaan. Lokasi pengambilan sampel disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Pengambilan Sampel Tephra Gunung Anak Krakatau Pascaerupsi Desember 2018

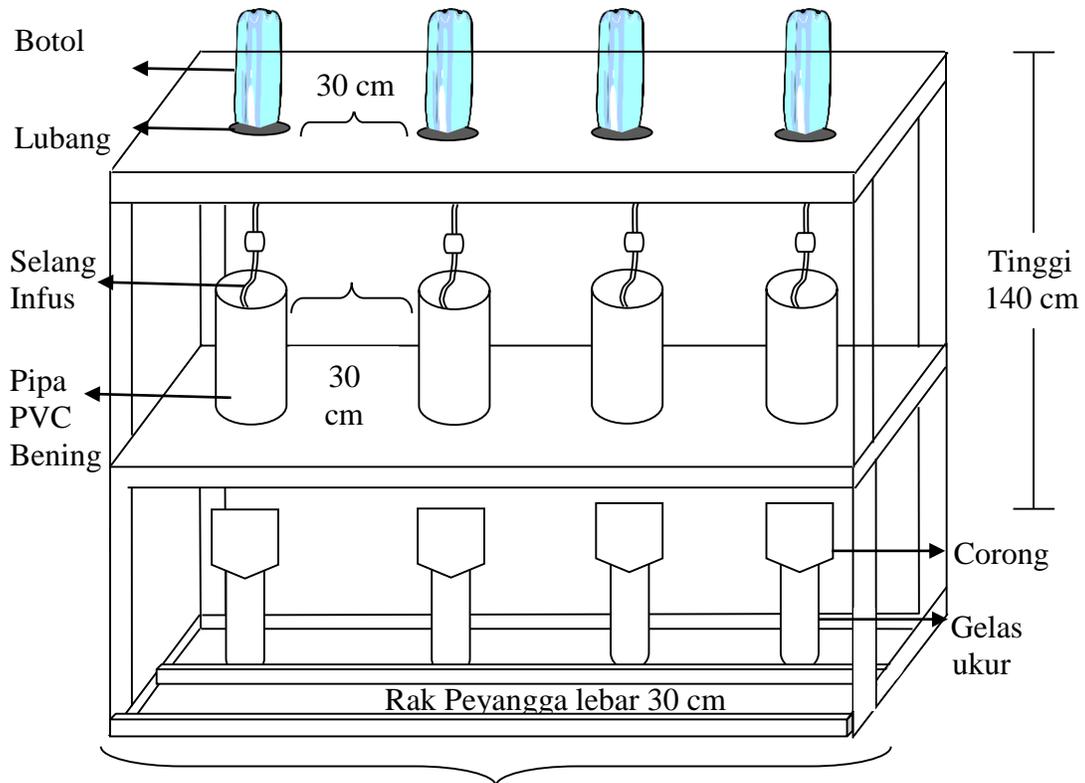
3.4.2 Rancangan *Leaching Experiment*

Rancangan *Leaching experiment* terdapat tiga perlakuan yang diujikan. Perlakuan pertama yaitu dengan menggunakan larutan aquades (H_2O), perlakuan kedua yaitu dengan menggunakan larutan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) 0,02M, sedangkan perlakuan yang ketiga yaitu dengan menggunakan asam sitrat ($C_6H_8O_7$) 0,02M. Dalam melakukan *leaching experiment* ini dibuat suatu rancangan alat yang dapat dilihat pada Gambar 3. Pada *leaching experiment* ini dibutuhkan pipa PVC bening berukuran 3 inch yang digunakan sebagai wadah tephra Gunung Anak Krakatau. Pipa tersebut dipotong sesuai dengan jumlah lapisan pada setiap profil.

Pada setiap lapisan dibutuhkan pipa sepanjang 5 cm, sehingga untuk masing-masing profil dapat dihitung kebutuhan pipa dengan cara mengalikan banyaknya lapisan dengan 5 cm, kemudian dilebihkan 2 cm untuk bagian atasnya. Pada profil 1 dan 4 terdapat 4 lapisan sehingga panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 22 cm. Profil 2 terdapat 5 lapisan sehingga panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 27 cm. Kemudian pada profil 3 terdapat 6 lapisan sehingga panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 37 cm. pada profil 4 terdapat 4 lapisan sehingga panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 22 cm.

Sampel yang digunakan pada *leaching experiment* ini yaitu tephra Gunung Anak Krakatau pasca erupsi Desember 2018 yang telah dikering anginkan dan lolos ayakan 2 mm. Tephra tersebut dimasukkan ke dalam pipa PVC bening sebanyak 250 gram untuk setiap lapisannya dan pada setiap lapisan akan diberikan saringan. *Leaching experiment* tersebut dibuat dengan 3 larutan *leaching* yaitu dengan menggunakan larutan aquades (H_2O), asam oksalat ($H_2C_2O_4$) 0,02 M, dan asam oksalat ($C_6H_8O_7$) 0,02 M. Ketiga larutan tersebut dimasukkan kedalam botol yang telah disambungkan dengan selang untuk mengalirkan larutan tersebut. Larutan diatur melalui pengatur yang terdapat pada selang. *Leaching experiment* dilakukan setiap hari dan larutan

hasil *leaching* dan larutan akan ditampung di botol dan volum tampungan setiap hari diukur.



Gambar 3. Rancangan *Leaching experiment*

3.4.3 Penetapan pH Tephra

Penetapan pH Tephra dengan H_2O dan KCl (1:1) dengan metode elektroda pH meter (BPT, 2005). Ditimbang 5 g contoh tephra sebanyak dua kali, masing-masing dimasukkan ke dalam botol kocok (satu untuk H_2O dan satu untuk KCl).

Selanjutnya, ditambah 5 ml air bebas ion ke botol yang satu (pH H_2O) dan 5 ml KCl 1 ke dalam botol lainnya (pH KCl). Kocok dengan mesin pengocok selama 30 menit.

Kemudian Suspensi tephra diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan sangga pH 7,0 dan pH 4,0.

3.4.4 Penetapan Sebaran Partikel Halus (< 2 mm)

Penetapan sebaran partikel halus dengan metode pipet dan ayak (BPT, 2005). Tephra ditimbang 10 g ke dalam gelas piala 1 liter dan ditambahkan H₂O₂ 10% sebanyak 100 ml, dan 6 tetes CH₃COOH pekat ditambahkan lalu didiamkan semalam. Selanjutnya, H₂O₂ 30% sebanyak 15 ml ditambahkan dan dipanaskan didalam ruang asam. Kemudian, HCl 0,2 N ditambahkan lalu didiamkan semalam. Keesokan harinya HCl dicuci dengan menggunakan Aquades sebanyak 4 kali dan ditambahkan Na₄P₂O₇ (kalgon) 25 ml lalu di kocok dengan mixer selama 20 menit. Selanjutnya, disaring dan dipisahkan pasir, debu, liat dalam tabung sedimen pasir dalam cawan perselin dengan saringan 50 μ m. Pasir dikeringkan dalam oven 105⁰ C, debu dan liat dipipet 25 ml di kedalaman 0 cm dan ditampung dalam cawan. Lalu, liat tunggu 3^{1/2} jam dan dipipet dikedalaman 5,2 cm. Terakhir dimasukkan hasil pemipetan tadi ke dalam cawan lalu di oven selama 24 jam. Kemudian, hasil oven ditimbang.

Perhitungan :

$$\text{Bobot Total} = \text{pasir} + (\text{Debu} + \text{liat}) + \text{liat}$$

$$\% \text{ Pasir} = \frac{\text{Bobot total pasir}}{\text{Bobot total}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Debu} = \frac{\text{Bobot total pasir}}{\text{Bobot total}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Liat} = \frac{\text{Bobot total liat}}{\text{Bobot total}} \times 100\%$$

3.4.5. Penetapan KTK (Kapasitas Tukar Kation)

Ditimbang 10 g contoh tephra ke dalam tabung sentrifusi, lalu ditambahkan 50 ml $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{CO}_2$ $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$ (Amonium Asetat pH 7) dan dikocok selama 30 menit (BPT, 2005). Kemudian, didiamkan semalam dan besoknya dikocok selama 30 menit lalu disentrifuse. Setelah disentrifuse disaring filtrate dengan kertas saring dan ditampung (untuk analisis Kejenuhan Basa) (K,Na,Ca, Mg).

Selanjutnya, ditambahkan $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$ 0,01N 50 ml lalu dikocok selama 30 menit dan disentrifus selama 15 menit lalu dibuang. Kemudian, padatan dalam botol kocok dilakukan pencucian dengan: 50 ml aquades, 25 ml aquades + 25 ml alkohol, 35 ml aquades + 15 ml alkohol, 50 ml + alkohol 90 %, 50 ml alkohol 90 %. Setelah itu, larutan bening dibuang dan ditambahkan 20 ml NaCl dan dikocok selama 30 menit, dilanjutkan dengan destilasi dan titrasi. Pada saat destilasi: dimasukkan hasil tampungan filtrat, 10 ml NaOH, 100 ml aquades kedalam labu keldahl, kemudian disiapkan penampung berupa 10 ml asam borat + 3 tetes indikator konway (berwarna pink kemudian), ujung selang harus menyentuh dalam larutan. Pada destilasi berlangsung diamati prosesnya dan dilihat volume telah mencapai sampai 50 – 70 ml hasil ditampungannya dan sampai berubah dari pink ke hijau. Setelah didestilasi kemudian titrasi dilakukan dengan menggunakan HCl 0,001 N sampai berubah warna semula (berwarna pink kemudian).

Perhitungan :

$$\text{KTK} = \text{sampel (ml)} - \text{blanko(ml)} \times 0,05\text{N} \times \frac{0,10\text{L}}{10\text{g}} \times \frac{1000\text{ Kg}}{\text{g}} \text{ cmol kg}^{-1}$$

3.4.6 Penetapan KB (Kejenuhan Basa)

Sepuluh gram contoh tephra ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung sentrifusi, lalu kedalam tabung ditambahkan 50 ml $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{CO}_2$ $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$ (Amonium Asetat PH 7) dan dikocok selama 30 menit (BPT, 2005). Kemudian, semalam didiamkan dan besoknya dikocok selama 30 menit lalu disentrifuse. Setelah disentrifus filtrate

disaring dengan kertas saring dan ditampung dalam botol (untuk analisis Kejenuhan Basa) (K,Na,Ca, Mg). Hasil penampungan kemudian diukur menggunakan Flamephotometer (*Jenway PFP7 Flamephotometer*) dan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) untuk menentukan K, Na, Ca, Mg dan Basa dapat ditukar.

$$KB = \frac{K,Na,Ca,Mg}{KTK} \times 100\%$$

3.4.7 Analisis Larutan Hasil *Leaching Experiment*

Analisis yang dilakukan pada hasil *leaching experiment* yaitu berupa pengukuran kation basa K, Na, dan Fe dari ketiga jenis pelarut yang digunakan. Analisis ini dilakukan dengan menyaring hasil ekstraksi atau hasil larutan *leaching* dan menampungnya pada botol penampung. Kemudian dilakukan pengukuran langsung dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan Flamephotometer (*Jenway PFP7 Flamephotometer*).

3.4.8 Pengolahan Data

Data – data hasil penelitian diinterpretasikan kedalam bentuk table, peta dan kurva kinetika reaksi. Berikut persamaan kinetik yang menggambarkan laju pelepasan C_i ($C_i = K, Na$ atau Fe) dari tephra sesuai dengan persamaan orde satu (Sparks, 1989)

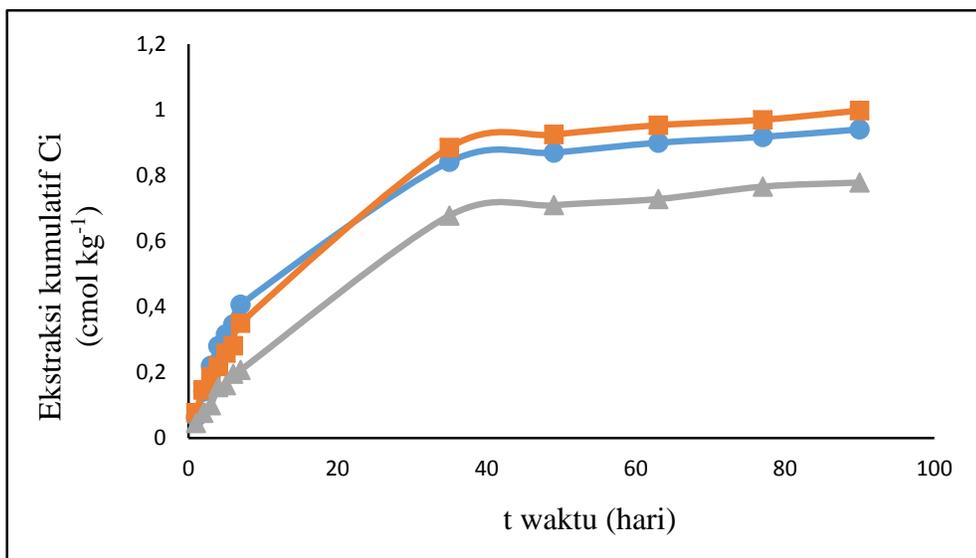
$$\begin{aligned} \bar{X}_{Ci} + H &\longrightarrow \bar{X}_H \longrightarrow C_i \\ V &= -\frac{d\bar{X}_{Ci}}{dt} = \frac{d\bar{X}_H}{dt} = \frac{dC_i}{dt} = k(\bar{X}_{Ci}) \\ &-\frac{d\bar{X}_{Ci}}{dt} = k(\bar{X}_{Ci}) \\ &\int_{\bar{X}_{Cio}}^{\bar{X}_{Cit}} \frac{d\bar{X}_{Ci}}{\bar{X}_{Ci}} = -k \int_0^t dt \\ \ln \frac{\bar{X}_{Cit}}{\bar{X}_{Cio}} &= -kt \longrightarrow \ln \bar{X}_{Cit} - \ln \bar{X}_{Cio} = -kt \\ \ln \bar{X}_{Cit} &= \ln \bar{X}_{Cio} - kt \end{aligned}$$

Keterangan :

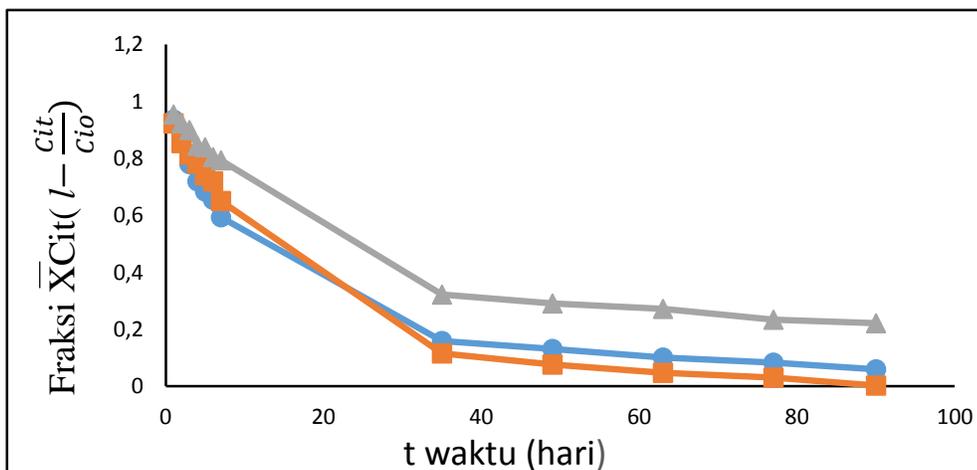
\bar{X} = Komplek koloid tephra, C_i = Konsentrasi kation i (K, Na, Fe), C_{it} = Fraksi C_i pada koloid pada $t=t$ atau $(1 - \frac{C_{it}}{C_{io}})$, C_{io} = Fraksi C_i pada $t=0$, V = Kecepatan Reaksi, H = Ion H dari aquades, asam sitrat, asam oksalat ekspresi kinetika berorde satu

Perhitungan dalam mencari nilai pelepasan Ci dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

1. Data dari seluruh hasil *Leaching Experiment* di jadikan hari yaitu 90 hari
2. Data dari 90 hari tersebut kemudian ditabulasikan dan dibagi dengan nilai hasil *Leaching Experiment* tertinggi dari setiap profil dan pengekstrak.
3. Kemudian dibuat grafik untuk melihat percepatan/pelepasan Ci tersebut dari hari yang sudah diplot. Contoh gambar sebagai berikut :

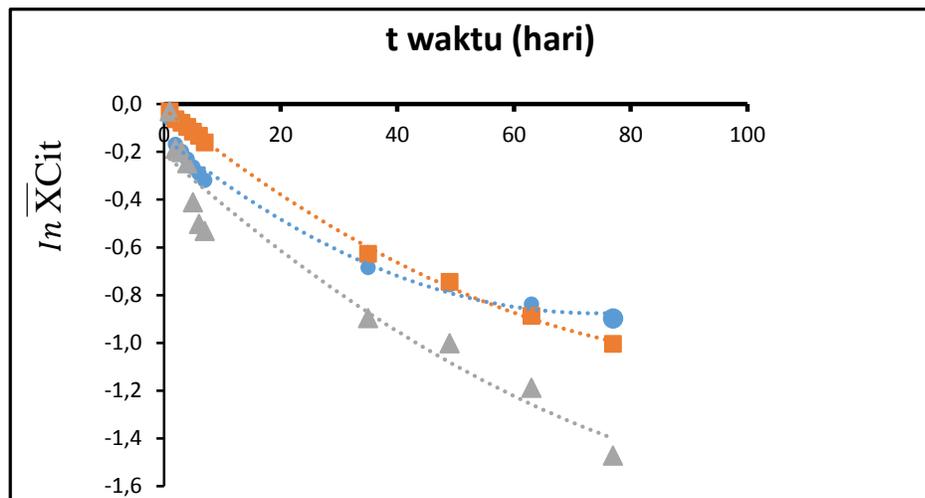


Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi kation i yang terdesorpsi dengan waktu



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi kation i yang tertinggal dengan waktu (t), C_{it} = Kation i lepas pada waktu (t), C_{io} = Kation i awal, \bar{X}_{Cit} = Fraksi Ci pada koloid pada t=t

4. Data dari pelepasan tersebut kemudian di bagi dengan jumlah tertinggi untuk mengetahui sisa pelepasan Ci.
5. Selanjutnya, Data dari hasil \ln (natural Log) tersebut ditabulasikan lagi dengan hasilnya yaitu rata-rata. Hasil rata-rata tersebut diploting dengan hari *Leaching Experiment* yaitu 90 hari. Data ini menunjukkan nilai K1 dan K2 konstanta Pelepasan Ci Pengekstrak Aquades, Oksalat dan Sitrat terhadap waktu.



Gambar 6. $\ln \bar{X}_{Cit}$ fungsi waktu(t)

6. Nilai K1 dan K2 pada regresi konstanta Pelepasan Ci yang sudah dikorelasikan dengan Pengekstrak Aquades, Oksalat dan Sitrat terhadap waktu kemudian di uji dengan uji student T.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

1. Beberapa Sifat kimia tephra Gunung Anak Krakatau sesudah *leaching experiment* dengan menggunakan aquades, asam sitrat, dan asam oksalat mengalami perubahan signifikan yaitu pada pH, Kapasitas Tukar Kation dan C-Organik. Hal ini karena seiring dengan meningkatnya pH berbanding lurus dengan Kapasitas Tukar Kation dan C-Organik. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menyatakan bahwa pH sebelum *Leaching Experiment* atau Pasca Erupsi Desember 2018 memiliki pH(KCl) berkisar 3,51- 4,02 dan pH (H₂O) 4 – 4,5 yang dikategorikan tergolong sangat masam-masam, KTK sebelum *Leaching Experiment* berkisar 0 – 0,70 cmol kg⁻¹ dan C-Organik 0 – 0,31%. Namun, setelah *Leaching Experiment* terjadi perubahan pada pengukuran KCl memiliki pH aquades = 4,97, asam oksalat = 5,27, asam sitrat = 5,63. Sedangkan pH (H₂O) tephra pH aquades = 7,62, asam oksalat = 7,71 dan asam sitrat = 7,98. KTK aquades = 2,21 cmol kg⁻¹, asam oksalat = 2,21 cmol kg⁻¹, asam sitrat = 5,36 cmol kg⁻¹ dan c-organik aquades = 0,88%, asam oksalat = 0,95% dan asam sitrat = 0,89%.
2. Asam oksalat dan sitrat memiliki konstanta kecepatan pelepasan kation K paling tinggi dibandingkan aquades. Pada unsur Na asam oksalat dan sitrat memiliki konstanta kecepatan pelepasan kation Na paling tinggi dibanding aquades. Unsur Fe dari pengestrak aquades, asam oksalat memiliki konstanta kecepatan pelepasan kation Fe paling tinggi dibandingkan asam sitrat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreita, R. R. 2011. Dampak Debu Vulkanik Gunung Sinabung terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol. *Skripsi*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. 2-9 hlm.
- Anda, M. and Sarwani, M. 2012. Mineralogy, chemical composition, and dissolution of fresh ash eruption: new potential source of nutrients. *Soil Science Society of America Journal*. 76 (2) :733-747.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisa Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 136 hlm.
- Bohnet, B. 2009. Efficient Parsing Of Syntactic And Sematic Dependency Structures. *In Proceeding of CoNLL-09 Shared Task*. California, 1 Juni 2009. 67-72 hlm.
- Reddy, D.D., Rao, A.S., and Takkar, P.N. 1999. Effects of repeated manure and fertilizer phosphorus additions on soil phosphorus dynamics under a soybean-wheat rotation. *Biology and Fertility of Soils*. 28 (2) :150-155.
- Dixon, J.B. and Weed, S.B. 1977. *Minerals in Soil Environment*. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA. 948 hlm.
- Fiantis, D. 2006. Laju Pelapukan Kimia Debu Vulkanis Gunung Talang dan Pengaruhnya terhadap Pembentukan Mineral Liat Non Kristalin. *Artikel Penelitian*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 75 hlm.
- Fiantis, D., Nelson, M., Shamshuddin, J., Gohdan, T.B, and Ranst, E.V. 2010. Leaching experiments in recent tephra deposits from Talang Volcano (West Sumatra), Indonesia. *Geoderma*. 156: 161 – 172.
- Fiantis, D., Ginting, F.I., Nelson, M., and Minasny. 2019. Volcanic ash, insecurity for the people but securing fertile soil for the future. *Sustainability*. 11: 1-19.

- Fiantis, D., Ginting, F.I., Nelson, M., Ranst, E.V., and Minasny. 2020. Chemical and Geochemical characterization of the evolution of soils of Krakatau Islands. *Authorea*. 17: 11-12.
- Hanafiah, A. S., Sabrina, T., dan Guchi, H. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian. Medan. 184 hlm.
- Hanudin, E., Matsue, N., and Henmi, T. 2002. Reactions of some short-range ordered Aluminosilicates with selected organics ligands. *Development in Soil Science*. 28A : 1-2.
- Indranada, H. K. 1994. *Soil Fertility Management*. Bumi Aksara. Jakarta
- Iturri, L.A. and Buschiazzo, D.E. 2014. Cation exchange capacity and mineralogy of loess soils with different amounts of volcanic ashes. *Catena*. 121 : 81–87.
- Jara, A., Violante, Pigna, A., and de la Luz Mora, M. 2006. Mutual interactions of sulfate, oxalate, citrate, and phosphate on synthetic and natural allophanes. *Soil Science Society of America Journal*. 70 (2) : 337-346.
- Kasno, A., Sulaeman, dan Mulyadi. 1999. Pengaruh pemupukan dan pengairan terhadap Eh, pH, ketersediaan P dan Fe, serta hasil padi pada tanah sawah bukaan baru. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 17: 72-81.
- Kim, J., Dong, H., Seabaugh, J., Newell, S.W., and Ebert, D.D. 2004. Role of microbes in smectite-to-illite reaction. *Science*. 303 (5659) :830-832.
- McAleese, D.M. and Mconaghy, S. 1957. Studies on the basaltic soils of Northern Ireland: II. Contributions from the sand, silt and clay separates to cation exchange properties. *Jurnal of Soil Science*. 8 (1) : 135–140.
- Megawati. 2010. *Kajian Kesuburan Tanah Lahan Sawah di Kecamatan Seluma Selatan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Bengkulu. 35 hlm.
- Nugrahini, A., Isnaniawardhani, V., Sudradjat, A., dan Sulaksana, N. 2019. Characteristics of semilir formation in relationship with the period of volcanic activity. *Journal Geomate*. 16(53): 154-162.
- Oksana. 2012. Pengaruh alih fungsi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit terhadap sifat - sifat kimia tanah. *Jurnal Agroteknologi*. 3(1):29-34.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.2019. Laporan Kebencanaan Geologi 30 Desember 2019. <http://www.vsi.esdm.go.id/>. Diakses pada tanggal 22 Oktober 2020. Pukul 21.30 WIB.

- Setiawati, A.R., Lumbanraja, J., Aini, S.N., Dermiyati, Buchari, H. dan Naspendra, Z. 2020. Texture and chemical properties of two depth soils in a toposequence of anak Krakatau before december 2018 eruption. *Journal of Tropical Soils*. 25(2) : 79-89.
- Simanungkalit. 2006. *Dasar- Dasar Ilmu Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta. 360 hlm.
- Soelaeman, Y. dan Abdullah, A.I. 2014. *Rehabilitasi Sifat Fisika Tanah Pertanian Pasca Erupsi Merapi*. Balai Penelitian Tanah. Jawa Tengah. 17 hlm.
- Song, S.K. dan Huang, P.M. 1988. Dynamic of potassium release from potassium-bearing minerals as influenced by oxalic and citric acid. *Soil Science Society of America Journal*. 52 (2) : 383-390.
- Sparks, D. L. 1989. *Kinetics of Soil Chemical Processes*. Academic Press. San Diego. 190 hlm.
- Sutawidjaja, I.S. 2006. Pertumbuhan Gunung Api Anak Krakatau setelah letusan katastrofis 1883. *Jurnal Geologi Indonesia*. 1 (3) : 143-153.
- Syahputra, M. D. 2007. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah di Hutan Mangrove. *Skripsi*. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Medan. Medan. 26 hlm.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Perpustakaan Pusat Univeristas Suntuwo Maroso. Sulawesi Tengah. 280 hlm.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar –Dasar Kimia Tanah*. Diterjemahkan oleh D.H. Goenadi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 295 hlm.
- Yusanto, N. 2009. Analisis sifat fisik kimia dan kesuburan tanah pada lokasi rencana hutan tanaman industri PT. Prima Multibuwana. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*. 10 (27) : 10-18.
- Zhu, Y. G. dan Luo, J.X. 1993. Release of soil nonexchangeable K by organic acids. *Pedosphere*. 3(3): 269-276.