

**PERILAKU JERAPAN FOSFOR PADA ELEVASI DAN KEDALAMAN
TEPHRA GUNUNG ANAK KRAKATAU SETELAH ERUPSI TAHUN
2018 DENGAN MODEL ISOTERMIK LANGMUIR**

(Skripsi)

Oleh

**ANISA ARI FITRIANI
NPM 1914181006**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PERILAKU JERAPAN FOSFOR PADA ELEVASI DAN KEDALAMAN TEPHRA GUNUNG ANAK KRAKATAU SETELAH ERUPSI TAHUN 2018 DENGAN MODEL ISOTERMIC LANGMUIR

Oleh

ANISA ARI FITRIANI

Tanah yang berbahan vulkanik seperti tanah Gunung Anak Krakatau adalah tanah yang relatif subur, namun mempunyai tingkat jerapan P yang tinggi karena banyak mengandung mineral amorf. Tanah yang berasal dari erupsi mengalami tingkat pelapukan rendah yang dapat dipengaruhi oleh adanya perbedaan elevasi dan ke dalam tanah sehingga menunjukkan perbedaan perilaku jerapan P pada tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan dan mempelajari jerapan fosfor (P) pada tanah Gunung Anak Krakatau setelah erupsi tahun 2018. Sampel tanah diambil pada tahun 2019 di sekitar Gunung Anak Krakatau yang terletak di Selat Sunda, Lampung Selatan. Sampel tanah diambil pada masing-masing profil dan kedalaman, yaitu profil 1 ± 10 m dpl (0-35 cm dan 35-65 cm), profil 2 ± 25 m dpl (0-56 cm dan 56-85), profil 3 ± 40 m dpl (0-50 cm dan 59-67 cm) dan profil 4 ± 47 (0-23 cm dan 23-27 cm). Penetapan jerapan fosfor dilakukan pada Juni 2022-Januari 2023 menggunakan persamaan Model Isotermik Langmuir dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Data diuji dengan menggunakan uji *Student-t* dan uji korelasi. Hasil penelitian menunjukkan pada sampel tanah Profil 4 lapisan 2 memiliki nilai jerapan maksimum (X_{max}) lebih tinggi dibandingkan dengan tanah Profil 3, Profil 2 dan Profil 1 baik lapisan 1 dan lapisan 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tempat dan bertambahnya kedalaman tephra Gunung Anak Krakatau maka nilai jerapan maksimum (X_{max}) semakin tinggi. Nilai K_L di lapisan 1 cenderung meningkat dengan meningkatnya elevasi tempat dan pada lapisan 2 cenderung menurun dengan meningkatnya elevasi tempat.

Kata Kunci : Langmuir, nilai K_L , nilai X_{max} , *Student-t*, Tanah Gunung Anak Krakatau

ABSTRACT

ADSORPTION BEHAVIOR OF PHOSPHOR IN ELEVATION AND TEPHRA HEIGHT OF ANAK KRAKATAU MOUNTAIN POST ERUPTION IN 2018 USING THE LANGMUIR ISOTHERM MODEL

By:

ANISA ARI FITRIANI

Soil composed of volcanic materials, such as the soil of Mount Anak Krakatau, is relatively fertile but has a high phosphorus (P) adsorption capacity due to the presence of amorphous minerals. Soils originating from volcanic eruptions undergo low weathering rates, which can be influenced by differences in elevation and depth, leading to variations in phosphorus adsorption behavior in the soil. This research aims to determine and study phosphorus adsorption in the soil of Mount Anak Krakatau after the 2018 eruption. Soil samples were collected in 2019 around Mount Anak Krakatau, located in the Sunda Strait, South Lampung. Soil samples were taken at various profiles and depths: Profile 1 at approximately 10 meters above sea level (0-35 cm and 35-65 cm), Profile 2 at approximately 25 meters above sea level (0-56 cm and 56-85 cm), Profile 3 at approximately 40 meters above sea level (0-50 cm and 59-67 cm), and Profile 4 at approximately 47 meters above sea level (0-23 cm and 23-27 cm). Phosphorus adsorption was determined from June 2022 to January 2023 using the Langmuir Isotherm Model equation, conducted at the Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Data were tested using the Student-t test and correlation analysis. The research results show that in the soil samples, Layer 2 of Profile 4 had a higher maximum adsorption value (X_{max}) compared to the soils in Profiles 3, 2, and 1, in both layer 1 and layer 2. This indicates that as the elevation and depth of Mount Anak Krakatau's tephra increase, the maximum adsorption value (X_{max}) also increases. The KL value in Layer 1 tends to increase with increasing elevation, while in Layer 2, it tends to decrease with increasing elevation.

Keywords: Langmuir, KL value, X_{max} value, Student-t, Mount Anak Krakatau soil.

**PERILAKU JERAPAN FOSFOR PADA ELEVASI DAN KEDALAMAN
TEPHRA GUNUNG ANAK KRAKATAU SETELAH ERUPSI TAHUN 2018
DENGAN MODEL ISOTERMIK LANGMUIR**

Oleh

Anisa Ari Fitriani

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
2023**

Judul : **PERILAKU JERAPAN FOSFOR PADA ELEVASI
DAN KEDALAMAN TEPHRA GUNUNG ANAK
KRAKATAU SETELAH ERUPSI 2018 DENGAN
MODEL ISOTERMIC LANGMUIR**

Nama Mahasiswa : *Anisa Ari Fitriani*

No. Pokok Mahasiswa : 1914181006

Program Studi : Ilmu Tanah

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Ir. J. Lumbanraja, M.Sc., Ph.D.
NIP 195303181981031002



Septi Nurul Aini, S.P., M. Si.
NIP 199202022019032021

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah



Ir. Hery Novpriansyah, M. Si.
NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

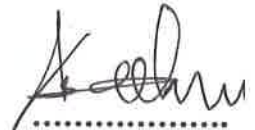
Pembimbing Utama : Prof. Ir. J. Lumbanraja, M.Sc., Ph.D.



Anggota Pembimbing : Septi Nurul Aini, S.P., M.Si.



**Pembahas
Bukan Pembimbing : Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph.D.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Lampung**



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 04 Oktober 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Perilaku Jerapan Fosfor pada Elevasi dan Kedalaman Tanah Gunung Anak Krakatau Setelah Erupsi 2018 dengan Model Isotermik Langmuir”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen pembimbing saya, yaitu Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D. dan Septi Nurul Aini, S.P., M.Si., dengan menggunakan dana DIPA. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah-kaidah penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Jika pernyataan ini dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 4 Oktober 2023

Penulis,



Anisa Ari Fitriani

NPM 1914181006

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Tulusrejo, Kecamatan Pekalongan, Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 16 Januari 2001, sebagai anak bungsu (empat bersaudara) dari pasangan Bapak Subandiyo dan Ibu Suniyati.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar Negeri 3 Siraman pada tahun 2013, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Pekalongan pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan ke Madrasah Aliyah Negeri 1 Lampung Timur dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2021/2023), Kimia Dasar (2022), dan Kesuburan Tanah (2022). Penulis mengikuti UKM F FOSI FP dan UKM U BIROHMAH sebagai Bendahara Umum, IKAM LAMTIM sebagai Sekretaris Departemen PSDM dan Wakil Ketua Umum, BEM U KBM Universitas Lampung sebagai Sekretaris Badan Pengendali Internal serta sebagai pengurus GAMATALA. Selain itu, penulis juga menjadi awardee dari beasiswa Bidikmisi, *Smart Scholarship*, dan *Bright Scholarship* YBM Brilian, serta pernah mendapat dana hibah PMW dengan produk “*Nughet Soya*” dan “*Dried Cassva Brownies*” pada tahun 2020 dan 2021.

Pada tahun 2022, penulis melakukan Praktik Umum (PU) Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Buah Pekalongan Lampung Timur selama 30 hari dan pada tahun yang sama penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Labuhan Ratu V Kecamatan Labuhan Ratu Kabupaten Lampung Timur.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrohiim

**Kupersembahkan hasil karya yang sederhana ini
untuk orang-orang yang luar biasa dalam hidupku:**

“Ayahanda dan Ibunda tercinta”

yang telah mempersembahkan cinta dan kasih sayang melalui jerih payah, peluh keringat, rintihan, nasehat dalam proses hidup yang cukup panjang. Serta selalu memberikan curahan kasih sayang, dukungan dan doa serta restu yang tiada hentinya hingga sekarang dan sampai nanti.

“Kakak-Kakak Ku”

Slamet Riyadi, Saiful Anwar, Fahri Galang, Arie Khoiriyah, Bella Juliza Arif dan Utri Sukmawati.

Terimakasih atas curahan kasih sayang dan bantuan yang telah kalian berikan.

Seluruh keluarga besar dan sahabat terbaik yang selalu memberi warna dan pelajaran padaku, dari yang mengajarkan arti hidup sampai membantu dalam proses penyusunan karya yang sederhana ini

Terimakasih untuk saudara-saudara seperjuangan di Jurusan Ilmu Tanah, Semoga amal kebaikan yang telah dilakukan mendapatkan balasan Dari Allah SWT.

“ALMAMATER TERCINTA UNIVERSITAS LAMPUNG”

“yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman”

MOTTO

“Kamu (umat islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah...” Q.S Al-Imran : 110

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan” Q.S Al-Insyirah : 5-6

**“Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia”
H.R Ahmad**

**“Terus menempa diri tanpa Tapi dan Nanti”
-Anisa Ari Fitriani-**

SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat, hidayah, serta segala nikmat yang tak terhingga. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, dengan segenap rasa hormat, saya mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ir. Hery Novpriansyah, M. Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah dan seluruh dosen Jurusan Ilmu Tanah yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
3. Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik sekaligus Sekretaris Jurusan Ilmu Tanah yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan konsultasi selama penulis menempuh pendidikan dari awal hingga akhir.
4. Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D., selaku pembimbing utama, atas ide, bimbingan, nasehat, ilmu, bantuan dana, dan motivasi selama penulisan perjalanan proses penelitian dari awal hingga akhir sampai penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Septi Nurul Aini, S.P., M.Si. selaku pembimbing kedua, atas bimbingan, ilmu, dan nasehat selama penulis menjalankan penelitian hingga selesai penulisan skripsi ini.
6. Prof., Dr., Ir., Abdul Kadir Salam, M. Sc.,Ph.D., selaku pembahas, atas segala bimbingan, ilmu, serta nasehat dalam penulisan skripsi ini.
7. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Subandiyo dan Ibu Suniati yang telah mencurahkan segala cinta, kasih sayang, dukungan, serta do'a dan semangat yang tulus di sepanjang hidup penulis.
8. Kakak-kakakku yang tercinta, Slamet Riyadi, Saiful Anwar, Arie Khoiriyah, Bella Juliza, Fahri Galang dan Utri Sukmawati beserta ponakan tersayang

Atifa, Aulia, Adzka, Anin, Zara dan Atiya yang telah memberikan motivasi, perhatian, kasih sayang, serta do'a yang tulus kepada penulis.

9. Keluarga Besar *Bright Scholarship* Regional Bandar Lampung yang telah menjadi tempat bertumbuh, memberikan fasilitas tidak hanya bantuan finansial tetapi juga pembinaan dan motivasi yang luar biasa..
10. Sahabatku, Dian, Diah, Reka, Mella, Dimas, Beni, dan Desva, atas kesabaran, dukungan, bantuan, semangat, keceriaan dan do'a yang tulus sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
11. Sahabat Perjuangan, Abid, Nabila, Ayu, Weni, Ade, Zahro, Oca, Umi, Qonita, Susi, Maul, Azhar, Aulia, Hanny, Ummu, Diana, Aripah, Ulwan, Thadyo, Mba Nabila, Lusi, Nidaul serta teman-teman Fosi FP, Birohmah, Ikam Lamtim, *Bright Scholarship* dan BEM U yang telah memberikan support dan doa terbaiknya selama ini.
12. Teman Perjuangan Ilmu Tanah 2019, Galuh, Sopyan, Abdi, Ade, Adel, Alfina, Desi, Andika, Tari, Maisyaroh, Andri, Atul, Danang, Dinda, Ersa, Erwin, Galih, Indra, Jessica, Kurnia, Mahadma, Mamad, Meidita, Nida, Rachel, Nuki, Reky, Rizki, Sindi, Sinta, Tazkia, Teva, Wulan, Yoga, dan Zakiya yang senantiasa memberikan motivasi dan bantuannya selama menempuh perkuliahan di Universitas Lampung.
13. Ibu Rahmatu Sa'diyah, Mba Wiwik, Mba Ana dan Mas Adi, atas bantuan dalam melakukan analisis di laboratorium.
14. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

Semoga Allah SWT membalas amal baik kita semua dan Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 4 Oktober 2023

Penulis

Anisa Ari Fitriani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Karakteristik Tanah Berbahan Dasar Vulkanik	8
2.2 Perilaku Jerapan P pada tanah Gunung Anak Krakatau	9
2.3 Pengaruh Elevasi dan Kedalaman Tanah Terhadap Jerapan P pada Tanah Vulkanik.....	10
2.4 Ketersediaan Fosfor Pada Tanah Berbahan Vulkanik	12
2.5 Peran Penting Fosfor Sebagai Hara Tanaman.	13
III. METODELOGI PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.2.1 Survey lapang dan Pengambilan sampel	15
3.2.2 Analisis Laboratorium.....	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	16

3.4.1 Pengambilan sampel tanah Anak Gunung Krakatau	16
3.4.2 Penetapan Jerapan Fosfor dengan Metode Isotermik Langmuir	17
3.5 Analisis Data.....	19
3.5.1 Uji Student-t	19
3.5.2 Uji Korelasi	20
3.6 Variabel Pendukung.....	20
3.6.1 Penetapan pH Tanah.....	20
3.6.2 Penetapan P-Tersedia	20
3.6.3 Penetapan P-Potensial	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Karakteristik Kimia Tanah Gunung Anak Krakatau	21
4.2 Jerapan Maksimum (X_{max}) dan Energi ikatan relatif (K_L) pada Tanah Gunung Anak Krakatau Setelah Erupsi 2018	24
4.3 Signifikansi X_{max} dan K_L pada tanah Gunung Anak Krakatau	30
4.4 Uji Korelasi Hasil Analisis Tanah dengan Jerapan Maksimum P (X_{max}) dan Energi ikatan relatif P (K_L)	32
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat kimia tanah Gunung Anak Krakatau setelah erupsi 2018.....	22
2. Persamaan linier Isotermik Langmuir Jerapan P pada masing-masing sampel tanah	26
3. Uji <i>Student-t</i> pada parameter adsorpsi maksimum P (X_{max}) dan energi ikatan relatif P (K_L).....	30
4. Uji <i>Student-t</i> pada parameter adsorpsi maksimum P (X_{max}) dan energi relatif ikatan P (K_L).....	31
5. Hasil uji korelasi antara X_{max} dan K_L dengan P-tersedia, pH H ₂ O, pH KCI, dan P-potensial pada lapisan 1.....	33
6. Hasil uji korelasi antara X_{max} dan K_L dengan P-tersedia, pH H ₂ O, pH KCI, dan P-potensial pada lapisan 2.....	33
7. Larutan Standar pada lapisan 1.....	42
8. Larutan seri pada lapisan 1	42
9. Nilai P larut C sampel P1 pada lapisan 1.....	42
10. Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P1 pada lapisan 1	43
11. Nilai a, b, K_L dan X_{max} pada sampel tanah P1 lapisan 1	43
12. Nilai P larut C sampel P2 pada lapisan 1.....	43
13. Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P2 pada lapisan 1	44
14. Nilai a, b, K_L dan X_{max} pada sampel tanah P2 lapisan 1	44
15. Nilai P larut C sampel P3 pada lapisan 1.....	44
16. Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P3 pada lapisan 1	45

17.	Nilai a , b , K_L dan X_{max} pada sampel tanah P3 lapisan 1	45
18.	Nilai P larut C sampel P4 pada lapisan 1.....	45
19.	Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P4 pada lapisan 1	46
20.	Nilai a , b , K_L dan X_{max} pada sampel tanah P4 lapisan 1	46
21.	Larutan Standar pada lapisan 2.....	46
22.	Larutan seri pada lapisan 2	47
23	Nilai P larut C sampel P1 pada lapisan 2.....	47
24.	Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P1 pada lapisan 2	47
25.	Nilai a , b , K_L dan X_{max} pada sampel tanah P1 lapisan 2	48
26.	Nilai P larut C sampel P2 pada lapisan 2.....	48
27.	Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P2 pada lapisan 2	48
28.	Nilai a , b , K_L dan X_{max} pada sampel tanah P2 lapisan 2	49
29.	Nilai P larut C sampel P3 pada lapisan 2.....	49
30.	Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P3 pada lapisan 2	49
31.	Nilai a , b , K_L dan X_{max} pada sampel tanah P3 lapisan 2	50
32.	Nilai P larut C sampel P4 pada lapisan 2.....	50
33.	Nilai P awal, P larut C, terjerap, Q, dan C/Q sampel P4 pada lapisan 2	50
34.	Nilai a , b , K_L dan X_{max} pada sampel tanah P4 lapisan 2	51
35	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 1 dan Profil 2 Lapisan 1.....	51
36	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 1 dan Profil 3 Lapisan 1.....	52
37	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 1 dan Profil 4 Lapisan 1.....	52
38	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 1 dan Profil 3 Lapisan 1.....	52

39	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 1 dan Profil 4 Lapisan 1	53
40	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 3 Lapisan 1 dan Profil 4 Lapisan 1	53
41	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 2 dan Profil 2 Lapisan 2.....	53
42	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 2 dan Profil 3 Lapisan 2.....	54
43	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 2 dan Profil 4 Lapisan 2.....	54
44	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 2 dan Profil 3 Lapisan 2.....	54
45	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 2 dan Profil 4 Lapisan 2.....	55
46	Uji <i>Student-t</i> Energi ikatan relatif (K_L) Tanah GAK Profil 3 Lapisan 2 dan Profil 4 Lapisan 2.....	55
47	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 1 dan Profil 2 Lapisan 1	55
48	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 1 dan Profil 3 Lapisan 1	56
49	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 1 dan Profil 4 Lapisan 1	56
50	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 1 dan Profil 3 Lapisan 1	56
51	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 1 dan Profil 4 Lapisan 1	57
52	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 3 Lapisan 1 dan Profil 4 Lapisan 1	57
53	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 2 dan Profil 2 Lapisan 2.....	57
54	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 2 dan Profil 3 Lapisan 2	58

55	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 1 Lapisan 2 dan Profil 4 Lapisan 2	58
56	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 2 dan Profil 3 Lapisan 2	58
57	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 2 Lapisan 2 dan Profil 4 Lapisan 2	59
58	Uji <i>Student-t</i> Jerapan Maksimum Fosfor (X_{max}) Tanah GAK Profil 3 Lapisan 2 dan Profil 4 Lapisan 2	59
59.	Standar P potensial pada tanah GAK.....	59
60.	P potensial tanah GAK pada Ulangan 1	60
61.	P potensial tanah GAK pada Ulangan 2	60
62.	Rataan P potensial tanah GAK	60
63.	Standar P tersedia pada tanah GAK.....	60
64.	P tersedia tanah GAK pada Ulangan 1	61
65.	Tabel P tersedia tanah GAK pada Ulangan 2	61
66.	Tabel Rataan P tersedia tanah GAK.....	62
67.	Uji korelasi X_{max} dan P tersedia tanah GAK.....	62
68.	Hasil analisis uji korelasi X_{max} dan P tersedia pada tanah GAK.....	62
69.	Uji korelasi X_{max} dan P-potensial tanah GAK	63
70.	Hasil analisis uji korelasi X_{max} dan P-potensial tanah GAK.....	63
71.	Uji korelasi X_{max} dan pH H ₂ O tanah GAK	63
72.	Hasil analisis Uji korelasi X_{max} dan pH pH H ₂ O tanah GAK.....	64
73.	Uji korelasi X_{max} dan pH KCl tanah GAK.....	64
74.	Analisis Uji korelasi X_{max} dan pH KCl tanah GAK.....	64
75.	Uji korelasi KL dan P tersedia tanah GAK.....	65
76.	Analisis Uji korelasi KL dan P tersedia tanah GAK.....	65

77.	Uji korelasi KL dan P-potensial pada tanah GAK	66
78.	Analaisis Uji korelasi KL dan P-potensial pada tanah GAK	66
79.	Uji korelasi KL dan pH H ₂ O pada tanah GAK.....	67
80.	Analaisis Uji korelasi KL dan pH H ₂ O pada tanah GAK.....	67
81.	Uji korelasi KL dan pH KCI pada tanah GAK	68
82.	Analaisis Uji korelasi KL dan pH KCI pada tanah GAK	68
83.	Uji korelasi X _{max} dan P-tersedia pada tanah GAK.....	69
84.	Hasil analisis uji korelasi X _{max} dan P tersedia pada tanah GAK.....	69
85.	Uji korelasi X _{max} dan P-potensial tanah GAK	70
86.	Hasil analisis uji korelasi X _{max} dan P-potensial tanah GAK.....	70
87.	Uji korelasi X _{max} dan pH H ₂ O tanah GAK	71
88.	Hasil analisis Uji korelasi X _{max} dan pH pH H ₂ O tanah GAK.....	71
89.	Uji korelasi X _{max} dan pH KCI tanah GAK.....	72
90.	Analisis Uji korelasi X _{max} dan pH KCI tanah GAK	72
91.	Uji korelasi KL dan P tersedia tanah GAK.....	73
92.	Analisis Uji korelasi KL dan P tersedia tanah GAK.....	73
93.	Uji korelasi KL dan P-potensial pada tanah GAK	74
94.	Analaisis Uji korelasi KL dan P-potensial pada tanah GAK	74
95.	Uji korelasi KL dan pH H ₂ O pada tanah GAK	75
96.	Analaisis Uji korelasi KL dan pH H ₂ O pada tanah GAK	75
97.	Uji korelasi KL dan pH KCI pada tanah GAK	76
98.	Analaisis Uji korelasi KL dan pH KCI pada tanah GAK	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran perilaku jerapan P pada tephra Gunung Anak Krakata.....	6
2. Peta Pengambilan Sampel Tephra Gunung Anak Krakatau Pascaerupsi Desember 2018	17
3. Kurva Persamaan Langmuir.....	19
4. Gunung Anak Krakatau Sesudah Erupsi.....	21
5. Grafik hubungan indeks adsorpsi P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) lapisan 1.....	25
6. Grafik hubungan indeks adsorpsi P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) lapisan 2.....	26
7. Grafik elevasi Gunung Anak Krakatau nilai X_{max}	27
8. Grafik elevasi Gunung Anak Krakatau terhadap nilai K_L	29
9. Grafik larutan Standar pada lapisan 1	42
10. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P1 pada lapisan 1	43
11. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P2 pada lapisan 1	44
12. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P3 pada lapisan 1	45

13. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P4 pada lapisan 1	46
14. Grafik larutan standar lapisan 2	47
15. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P1 pada lapisan 2	48
16. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P2 pada lapisan 2	49
17. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P3 pada lapisan 2.....	50
18. Grafik Nilai P awal, P larut C, terjerap, X, dan C/X sampel P4 pada lapisan 2	51
19. Grafik Standar P potensial pada tanah GAK	59
20. Grafik Standar P tersedia pada tanah GAK	61
21. Grafik uji korelasi X_{max} dan P-tersedia tanah GAK.....	62
22. Grafik uji korelasi X_{max} dan P-tersedia tanah GAK.....	63
23. Grafik uji korelasi X_{max} dan pH H ₂ O tanah GAK	64
24. Grafik uji korelasi X_{max} dan KCI tanah GAK	65
25. Grafik uji korelasi KL dan P-tersedia tanah GAK.....	66
26. Grafik uji korelasi KL dan P-tersedia tanah GAK	67
27. Grafik uji korelasi KL dan pH H ₂ O tanah GAK.....	68
28. Grafik uji korelasi KL dan pH KCI tanah GAK.....	69
29. Grafik uji korelasi X_{max} dan P-tersedia tanah GAK.....	70
30. Grafik uji korelasi X_{max} dan P-potensial tanah GAK.....	71
31. Grafik uji korelasi X_{max} dan pH H ₂ O tanah GAK	72
32. Grafik uji korelasi X_{max} dan KCI tanah GAK	73

33. Grafik uji korelasi KL dan P-tersedia tanah GAK	74
34. Grafik uji korelasi KL dan P-tersedia tanah GAK	75
35. Grafik uji korelasi KL dan pH H ₂ O tanah GAK	76
36. Grafik uji korelasi KL dan pH KCl tanah GAK.....	77

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terdiri dari pulau-pulau yang dikelilingi oleh deretan gunung-gunung berapi aktif yang berada pada jalur Cincin Api Pasifik (*ring of fire*). Tersebar 129 gunung api aktif sepanjang 7000 km dari ujung utara Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku hingga ke Sulawesi Utara. Salah satunya adalah Gunung Anak Krakatau. Gunung Anak Krakatau muncul dari kaldera Krakatau aktif pada tahun 1930-an atau sekitar 47 tahun setelah letusan Krakatau pada tahun 1883, berada di permukaan laut yang terletak di Provinsi Lampung tepatnya di Selat Sunda, Lampung Selatan, dengan posisi geografi pada koordinat $06^{\circ}03'01''$ – $06^{\circ}08'43''$ LS dan $105^{\circ}21'25''$ – $105^{\circ}28'08''$ BT (Fiantis, 2019).

Perkembangan Gunung Anak Krakatau dapat dikatakan berlangsung secara cepat mencapai ketinggian 315 mdpl. Pada tanggal 22 Desember 2018, Gunung Anak Krakatau mengalami erupsi yang mengeluarkan material letusan yang memberikan dampak terhadap kondisi disekitarnya berupa runtuhnya sebelah barat daya, kemiringan pulau, dan kehilangan 70-80% dari volumenya. Perbedaan elevasi dan erupsi Gunung Anak Krakatau yang terjadi secara berulang juga menyebabkan abu halus jatuh lebih jauh dari sumber erupsi akibat terpaan angin dan fraksi kasar jatuh lebih dekat dari sumber erupsi. Hal ini berpengaruh terhadap sifat fisik dan sifat kimia tanah tersebut. Tekstur tanah yang terbentuk dari aktivitas vulkanik, semakin halus jika bergerak menjauhi pusat letusan dan semakin kasar jika mendekati pusat letusan (Hardjowigeno, 2003).

Tanah Gunung Anak Krakatau berbau vulkanik yang mengandung liat Amorf seperti Andisol. Tanah ini memiliki kesuburan tanah yang tinggi namun juga mempunyai tingkat jerapan P yang tinggi karena banyak mengandung mineral amorf seperti imogilit, alofan, ferihidrit, Al dan Fe oksida. Selain itu, tanah ini memiliki bahan induk baru dari erupsi berupa endapan piroklastik (tephra) dan kaya akan mineral primer didalamnya serta memiliki indeks pelapukan yang lebih rendah dibandingkan sampel tanah dari Kepulauan Panjang, Rakata, dan Sebesi. Indeks pelapukan yang rendah menunjukkan bahwa pelapukan mineral primer masih dalam tahap awal dan masih banyak unsur hara makro yang terkandung di dalam tanah atau laju pelapukan bahan vulkanik masih berlangsung sangat lambat (Munir, 1996).

Tingginya jerapan P oleh mineral amorf disebabkan oleh tingginya kandungan Fe dan Al amorf dari alofan (Bohn, dkk., 1985). Tanah yang mempunyai pH rendah menyebabkan tanah tersebut bermuatan positif akibat masuknya ion H^+ pada lapis oktahedral $Al(OH)_3$ dan membentuk ikatan hidrogen, sehingga permukaan partikel alofan menjadi bermuatan positif dan mengikat ion fosfat yang bermuatan negatif. Keberadaan alofan di dalam tanah berbanding terbalik dengan ketersediaan hara, terutama fosfor, nitrogen, sulfur dan chlor. Unsur-unsur tersebut difiksasi dengan kuat oleh mineral liat alofan dan menjadi unsur penting yang sangat dibutuhkan tanaman (Gebhardt dan Coleman, 1984).

Fosfor menjadi elemen penting dalam ekosistem alam dan pertanian di seluruh dunia karena ketersediaannya yang terbatas seringkali menjadi kendala utama bagi pertumbuhan tanaman. Unsur fosfor pada tanaman berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan akar dan pertumbuhan tunas (Rover, 2009). Selain itu, dapat mempercepat pertumbuhan, pembungaan, pemasakan buah dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa serta dapat meningkatkan produksi biji-bijian (Sutedjo, 2002). Unsur Fosfor sangat berperan pada masa pertumbuhan tanaman. Pada awal pertumbuhan, unsur Fosfor berfungsi sebagai komponen dari beberapa enzim dan penyedia asam nukleat. Kemudian, pada akhir pertumbuhan

berperan dalam pembentukan biji dan buah (Hanafiah, 2005). Ketersediaan unsur Fosfor yang terbatas dapat menyebabkan gejala difisiensi berupa cabang, batang dan tepi daun pada tanaman bewarna merah ungu yang akan berubah menjadi kuning. Apabila tanaman tersebut berbuah maka buahnya akan kecil, kerdil, dan lebih cepat matang tidak normal, sehingga perlu adanya penambahan unsur Fosfor melalui pemupukan (Lingga dan Marsono, 2004).

Menurut Bubba dkk, (2003), penetapan jerapan P di dalam tanah dapat dilakukan menggunakan persamaan Langmuir. Metode penetapan dengan persamaan Langmuir berguna untuk mempermudah pemisahan tanah dan larutan, kemudian larutan yang akan dianalisis kapasitas jerapan P akan tersedia dalam jumlah yang cukup banyak (Yusran, 2010). Metode ini juga merupakan prosedur cepat untuk menduga reaktifivitas bahan kimia di lapangan dengan pengukuran-pengukuran jumlah yang terjerap dalam larutan tanah (Burchill dkk., 1981).

Tanah Gunung Anak Krakatau setelah mengalami erupsi pada tahun 2018 akan memiliki karakteristik yang berbeda dengan sebelum terjadinya erupsi yaitu terdapat material piroklastik (tephra), mineral primer tersebar disekitar gunung yang berdasarkan elevasi dan kedalaman tanah dapat menunjukkan perbedaan perilaku jerapan P pada tanah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku jerapan P pada tanah Gunung Anak Krakatau dengan menggunakan metode Isotermik Langmuir. Data hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi penting dalam penentuan rekomendasi pengelolaan hara Fosfor pada tanah Gunung Anak Krakatau mengingat informasi terkait hal tersebut masih sangat sedikit.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh elevasi tempat terhadap Jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan nilai energi ikatan relatif fosfor (K_L) pada tephra Gunung Anak Krakatau setelah erupsi?
2. Bagaimana pengaruh kedalaman tanah terhadap jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan nilai energi relatif ikatan fosfor (K_L) pada tephra Gunung Anak Krakatau setelah erupsi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh elevasi tempat terhadap jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan nilai energi relatif ikatan fosfor (K_L) pada tephra Gunung Anak Krakatau setelah erupsi
2. Mengetahui pengaruh kedalaman tanah terhadap jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan nilai energi relatif ikatan fosfor (K_L) pada tephra Gunung Anak Krakatau setelah erupsi.

1.4 Kerangka Pemikiran

Tanah vulkanik yang berkembang menjadi Andisol mengandung mineral alofan merupakan penjerap P tertinggi dengan besaran jerapan lebih dari 1000 ppm. Selanjutnya jerapan tertinggi setelah tanah Andisol yaitu lebih dari 500 ppm terjadi pada tanah dengan kandungan kaolinit kecuali teksturnya yang kasar (Bestari, 1988). Tanah Andisol didominasi oleh alofan, imogilit, Al dan Fe oksida/hidroksida. Tanah Andisol yang berasal dari Jawa Timur hingga Jawa Barat mempunyai kandungan alofan dengan Al dan Fe yang tinggi sehingga dapat menyebabkan fiksasi P tinggi. Al dan Fe ini berkolerasi positif dengan jerapan P. Mineral-mineral amorf berperan dalam menjerap P menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman (Vab Ranst dkk., 2004).

Pada tanah vulkanik menunjukkan bahwa jumlah fosfat yang dapat ditahan dipengaruhi oleh adanya kandungan Al dan Fe bebas serta pH. Adanya senyawa Al dan Fe aktif, banyak mengandung muatan positif di dalam tanah sehingga dapat menyebabkan P teradsorpsi kuat dalam struktur mineral alofan. Hal ini dapat menyebabkan alofan menjadi sangat kuat dalam mengikat P jika dibandingkan dengan kemampuan asam organik untuk melepaskan P dari kompleks adsorpsi (Shoji dkk., 1993). Mineral imogolit dan non kristal alofan hasil pelapukan dari abu vulkanik dapat mengikat fosfat sehingga sulit digantikan oleh ion-ion lain (Wada 1985).

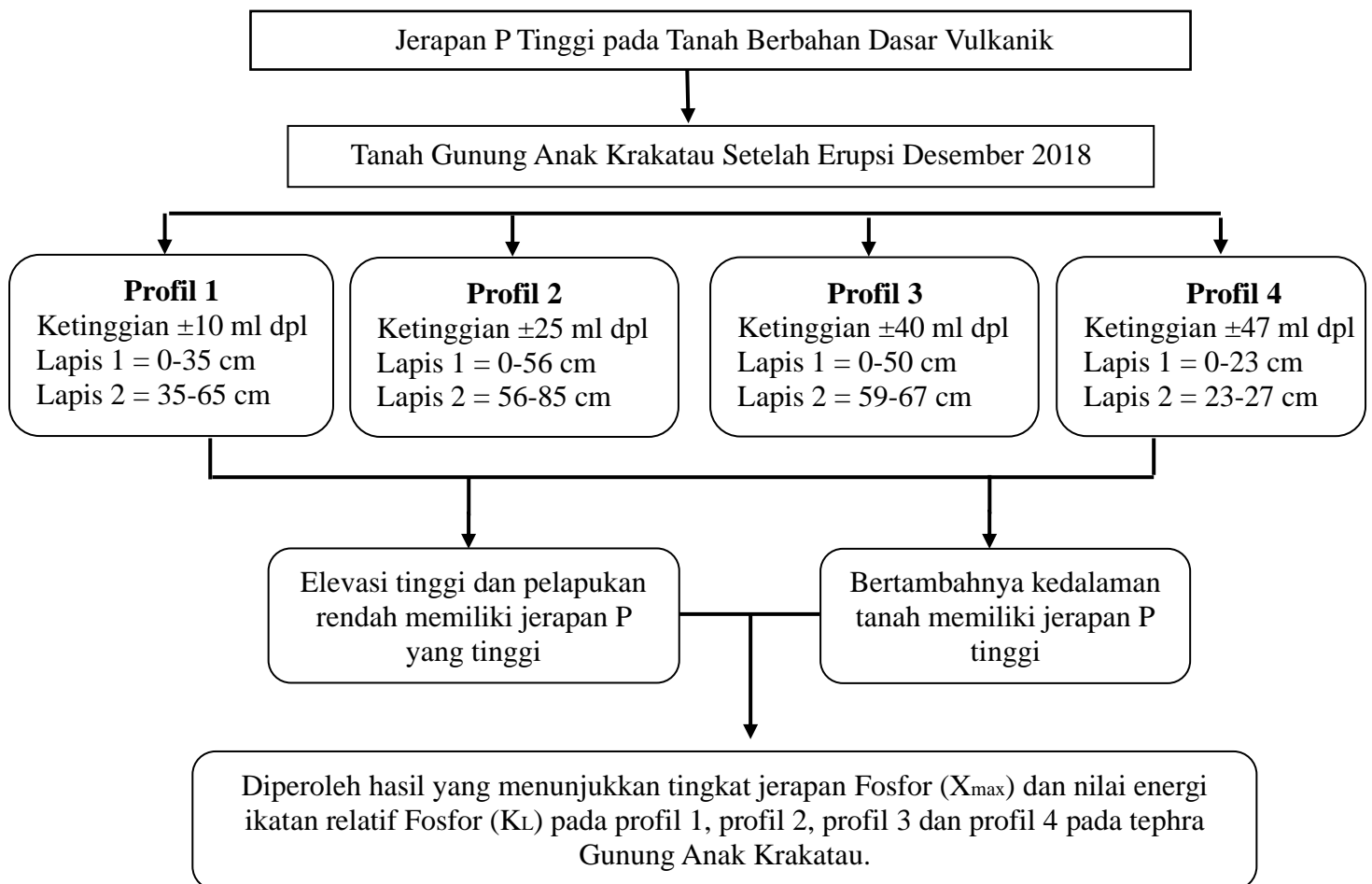
Berdasarkan penelitian Auxtero dkk., (2008), jerapan maksimum (b) dan konstanta energi ikatan (k) pada empat ordo tanah Alfisol, Vertisol, Andisol dan Ultisol, yang paling tinggi adalah jerapan P pada tanah Andisol yaitu sebesar $384,6 \text{ mg kg}^{-1}$ dengan konstanta energi ikatan 0,65 jika dibandingkan dengan tiga ordo tanah lainnya. Tanah Alfisol memiliki jerapan P sebesar $333,3 \text{ mg kg}^{-1}$ dengan energi ikatan sebesar 0,27, tanah Vertisol mempunyai jerapan P sebesar $312,5 \text{ mg kg}^{-1}$ dengan energi ikatan sebesar 0,13 dan pada tanah Ultisol jerapan P sebesar $344,8 \text{ mg kg}^{-1}$ dengan energi ikatan sebesar 0,34.

Berdasarkan penelitian Setiawati, dkk (2020), perbedaan elevasi dan kedalaman tanah Gunung Anak Krakatau dapat mempengaruhi sifat kimia tanah. pH tanah dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) Gunung Anak Krakatau dapat menurun dengan menurunnya ketinggian tempat dan meningkat dengan bertambahnya kedalaman tanah. Pada tanah P1 dengan ketinggian 105 m dpl pH tanahnya sebesar 6,08 (kedalaman 0-20) dan pada P7 dengan ketinggian 5 m pH tanah sebesar 5,41 (kedalaman 0-20). Begitu pula pada persentase kejenuhan basa, yang semakin menurun dengan menurunnya ketinggian tempat. Hal ini dapat disebabkan proses pelapukan bahan letusan yang terjadi semakin cepat dengan menurunnya ketinggian suatu tempat.

Unsur Fosfor yang tertahan dapat dipengaruhi oleh pH tanah dan kandungan Al-Fe bebas. Al-Fe aktif banyak bermuatan positif yang menyebabkan P teradsorpsi kuat dalam struktur mineral mineral alofan atau amorf terikat pada gugus fungsi

OH. Hal ini menyebabkan alofan menjadi sangat kuat mengikat P dibandingkan asam organik melepaskan P dari kompleks adsorpsi (Shoji dkk. 1993).

Fosfor pada tanah vulkanik sering menjadi nutrisi pembatas bagi pertumbuhan tanaman, mengingat kemampuan tanah kuat dalam mengikat fosfat. Oleh karena itu, evaluasi perilaku tanah yang berhubungan dengan ketersediaan P untuk tanaman dan desorpsi P sangat penting. Pada kandungan P tertentu, konstituen tanah berpengaruh terhadap P yang dapat diekstraksi, namun juga sangat bergantung pada metode ekstraksi (Kuo 1996, Monteiro 2005). Parameter Isotermik Langmuir dapat digunakan untuk menentukan kapasitas jerapan fosfor didalam tanah. Parameter ini berguna untuk mempermudah pemisahan tanah dengan larutan yang akan diuji jerapan fosfornya (Yusran, 2010).



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran perilaku jerapan P pada tepkra Gunung Anak Krakatau

1.5 Hipotesis

Berdasarkan pada tujuan dan kerangka pemikiran diatas maka hipotesis dari penelitian ini yaitu:

1. Semakin tinggi elevasi tempat maka laju pelapukan semakin rendah sehingga jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan nilai energi ikatan relatif fosfor (K_L) pada tephra Gunung Anak Krakatau setelah erupsi semakin tinggi seiring dengan meningkatnya ketinggian tempat.
2. Semakin bertambahnya kedalaman tanah maka jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan nilai energi ikatan relatif fosfor (K_L) pada tephra Gunung Anak Krakatau setelah erupsi semakin tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanah Berbahan Dasar Vulkanik

Abu Vulkanik merupakan material padat yang berukuran halus, rapuh dan bersifat ringan dihembuskan ke atmosfer dan terbawa angin menuju daerah sekitar letusan gunung. Berdasarkan klasifikasi tanah, tanah vulkanik digolongkan sebagai jenis tanah Andisol (Soil Survey Staff, 2014). Tanah vulkan memiliki karakteristik yaitu solum yang tebal dengan horizonasal endapan piroklastik, kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi, kejenuhan basa (KB) rendah dan memiliki warna yang gelap (Sartohadi dkk., 2012).

Menurut Sedov dkk. (2010), abu vulkanik memiliki sifat amorf dan mudah lapuk. Kandungan dari abu vulkanik yaitu mineral dan silika yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik tanah dan sebagai cadangan mineral tanah. Adapun unsur-unsur penyusunnya yaitu Ca, Na, K dan Mg dengan total unsur tertinggi. Unsur makro lain yang terkandung berupa P dan S, sedangkan unsur mikro terkandung berupa Fe, Mn, Zn, dan Cu (Fiantis, 2006). Unsur belerang (S) yang tinggi yang terkandung pada abu segar yang mengalami pencucucian oleh air hujan akan mengalami penurunan (Balitbangtan, 2014), yang menyebabkan kandungan belerang pada lapisan bawah lebih tinggi. Kandungan S yang tinggi pada abu vulkanik menyebabkan abu vulkanik memiliki pH rendah atau bersifat masam.

Terdapat gas yang dikeluarkan oleh erupsi dari gunung berapi yaitu nitrogen (N_2), karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) (Robock, 2000). Sedangkan jika dipilah bahan-bahan tersebut dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu

aliran lava, gas, uap, dan piroklastik (Shoji dkk., 1993). Menurut Fiantis dkk. (2020) bahan piroklastik merupakan bahan padatan hasil dari erupsi gunung berapi. Bahan piroklastik ini memiliki diameter dengan ukuran yang berbeda-beda, yang dapat dikelompokkan menjadi pasir (0.25 – 4 mm) yang lepas dan tumpul, abu vulkan (< 0.26 mm), lapilli atau *little stone* (4 – 32 cm) yang berbentuk bulat hingga persegi dan bom (> 32 mm) yang memiliki tekstur kasar. Batuan hasil erupsi dapat dikelompokkan menjadi vulkanis masam (kadar SiO₂> 65%), sedang (35 – 65%) dan basa (< 35%) berdasarkan penyusun kandungan silikanya.

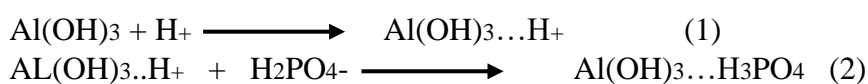
Perubahan sifat kimia dan sifat fisik tanah pada Gunung Anak Krakatau dipengaruhi oleh letusan gunung tersebut. Abu vulkanik atau tephra ini yang menentukan sifat kimia, fisik dan biologi tanah yang akan terbentuk. Namun, tephra dapat berdampak positif dimasa mendatang bagi kesuburan lingkungan, kesuburan tanah serta kekayaan habitat (Tantri, 2014). Tanah yang berasal dari letusan gunung berapi memiliki sifat kimia tanah berupa pH masam dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah, serta memiliki kejenuhan basa rendah (Hardjowigeno, 2010).

2.2 Perilaku Jerapan P pada tanah Gunung Anak Krakatau

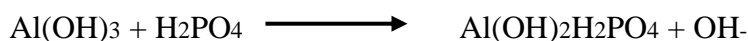
Pada tanah vulkanik menunjukkan bahwa jumlah fosfat yang dapat ditahan dipengaruhi oleh adanya kandungan Al dan Fe bebas serta pH. Adanya senyawa Al dan Fe aktif banyak mengandung muatan positif di dalam tanah sehingga dapat menyebabkan P teradsorpsi kuat dalam struktur mineral alofan. Hal ini dapat menyebabkan alofan menjadi sangat kuat dalam mengikat P jika dibandingkan dengan kemampuan asam organik untuk melepaskan P dari kompleks sorpsi (Shoji dkk.,1993) Mineral imogolit dan non kristal alofan hasil pelapukan dari abu vulkanik dapat mengikat fosfat sehingga sulit digantikan oleh ion-ion lain (Wada 1985).

Masduqi (2004) mengemukakan bahwa pH asam menyebabkan tanah bermuatan positif akibat masuknya ion H^+ pada lapis oktahedral $Al(OH)_3$ dan membentuk ikatan hidrogen sehingga permukaan partikel alofan menjadi bermuatan positif dan dapat mengikat ion fosfat yang bermuatan negatif. Ajidirman (2010) menyatakan bahwa rendahnya kandungan P-tersedia diduga disebabkan oleh adanya alofan yang mampu meretensi P hingga 97,8 %. Selain itu, faktor yang mempengaruhi ketersediaan P untuk tanaman yang terpenting adalah pH tanah yaitu pH tanah pada dua kondisi adalah masam dan sangat masam dimana pH tanah netral pada suatu lahan menyebabkan P tersedia tanah tinggi.

Fenomena ini dapat digambarkan dari persamaan reaksi yang terbentuk sebagai berikut:



Pada pH 6 kemungkinan dapat terjadi jerapan melalui pertukaran anion dengan persamaan reaksi berikut:



Tingginya jerapan P oleh Al dan Fe di tanah Andisol menyebabkan ion H^+ masuk pada lapisan oktahedral $Al(OH)_3$ dan membentuk ikatan hidrogen sehingga mengikat ion P yang bermuatan negatif (Sukmawati, 2011).

2.3 Pengaruh Elevasi dan Kedalaman Tanah Terhadap Jerapan P pada Tanah Vulkanik

Elevasi (ketinggian tempat) berhubungan dengan kandungan debu. Hubungan positif antara elevasi dengan debu menunjukkan bahwa kandungan debu lebih banyak di sekitar daerah dekat letusan atau puncak gunung. Sebaliknya, kandungan debu berkurang dengan semakin rendahnya suatu tempat. Hal ini diduga debu banyak yang terhempas menjauhi pusat erupsi dan letusan menuju bagian yang lebih rendah. Kemudian material kasar tetap berada di dekat pusat erupsi (Setiawan dkk., 2018).

Menurut Sudaryo dan Sucipto (2009), debu vulkanik yang berasal dari letusan gunung berapi memiliki kandungan P dalam abu vulkan berkisar rendah sampai tinggi (8-232 ppm P_2O_5). Kapasitas tukar kation (KTK) sebesar 1,77-7,10 me/100g, mengandung Mg sebesar 0,13-2,40 me/100g yang tergolong rendah, kandungan Ca yang tinggi yaitu 2,13-15,47 me/100g dan kandungan sulfur sebesar 2-160 ppm. Sedangkan logam berat yang terkandung yaitu Fe (13-57 ppm), Mn (1,5-6,8 ppm), Pb (0,1-0,5 ppm), dan Cd cukup rendah (0,01-0,03 ppm).

Ketinggian gunung vulkanik dapat mempengaruhi laju pelapukan batuan vulkanik yang mengandung fosfor. Pada ketinggian yang lebih tinggi, suhu dan kondisi cuaca dapat berbeda, yang dapat mempengaruhi laju pelapukan batuan vulkanik dan pelepasan fosfor ke dalam tanah. Proses pelapukan yang lebih intens pada ketinggian yang lebih tinggi dapat menghasilkan konsentrasi fosfor yang lebih tinggi dalam tanah (Chen dkk., 2018). Fenomena tersebut bisa diakibatkan oleh proses pelapukan yang semakin cepat dengan menurunnya ketinggian, maka proses pelapukan tanah juga sudah dimulai dan dipercepat oleh aktivitas akar tanaman (Setiawati, 2020).

Kedalaman tanah juga berhubungan dengan tingkat pelapukan batuan vulkanik di bawahnya. Semakin dalam tanah, semakin lama batuan vulkanik telah mengalami proses pelapukan. Pelapukan batuan vulkanik dapat menghasilkan pelepasan fosfor ke dalam tanah dan meningkatkan jerapan fosfor. Kedalaman tanah juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam siklus fosfor. Mikroorganisme seperti bakteri dan fungi berperan dalam memecah bahan organik dan mineral dalam tanah, yang dapat mempengaruhi ketersediaan dan jerapan fosfor. Kedalaman tanah yang lebih besar dapat menyediakan ruang yang lebih besar untuk keberadaan mikroorganisme ini, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi jerapan fosfor (Siregar dkk., 2018).

Dinamika P didalam tanah dapat dipengaruhi oleh elevasi, kedalaman tanah, pelapukan dan sifat kimia tanah lainnya. Balkovic dan Slivkova (2002)

mengamati bahwa serapan P di horizon andik juga dipengaruhi secara positif oleh pH tanah, dan serapan P maksimum. Berdasarkan penemuan tersebut, bahwa pH tanah mempengaruhi serapan P pada tanah vulkanik, pH tinggi biasanya dapat menurunkan serapan P yang disebabkan rendahnya kandungan Al-Fe pada pH tinggi. Sedangkan pH rendah biasanya terdapat kandungan Al-Fe sehingga akan lebih banyak menyerap P pada tanah. pH tanah Gunung Anak Krakarau meningkat dengan menurunnya ketinggian dan bertambahnya kedalaman tanah (Setiawati dkk., 2020).

2.4 Ketersediaan Fosfor Pada Tanah Berbahan Vulkanik

Ketersediaan P pada tanah-tanah mineral masam menjadi kendala dan permasalahan utama. Permasalahan tersebut dapat disebabkan oleh adanya ion-ion Al, Fe dan mineral liat siliikat yang dapat memfiksasi P pada tanah tersebut. Selain pada tanah mineral masam, permasalahan ini juga terjadi pada tanah yang berkembang dari bahan vulkanik yang didalamnya mengandung liat amorf (Djuniwati, dkk., 2003). Berdasarkan laporan Munir (1996), tanah yang berbahan vulkanik merupakan tanah yang subur tetapi memiliki tingkat jerapan P yang tinggi disebabkan banyaknya mineral amorf.

Persoalan yang umum terjadi pada P dalam tanah adalah tidak semua P tanah dapat segera tersedia untuk tanaman. Hal ini sangat bergantung kepada sifat dan ciri tanah serta pengelolaan tanah itu sendiri oleh manusia. Di samping itu, keberadaan P di dalam tanah hanya bersumber dari deposit atau batuan dan mineral yang mengandung P di dalam tanah. Oleh karena itu, kadar P tanah juga ditentukan oleh banyak atau sedikitnya cadangan mineral yang mengandung P dan tingkat pelapukannya. Pada tanah-tanah masam, P akan bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah-tanah alkali, P akan bersenyawa dengan kalsium (Ca) sebagai Ca-P membentuk senyawa kompleks yang sukar larut (Winarso, 2005).

Fosfor yang dilepas lebih sedikit dibandingkan dengan fosfor yang dijerap, terutama didasar laut. Sebagian besar fosfor di ekosistem pertanian kehilangan

lebih besar unsur fosfor. Hal ini berlaku pada tanah dataran tinggi dengan iklim tropis yang mana kekurangan fosfor merupakan masalah awal dan paling umum bagi pertumbuhan tanaman, Ketidakpastian tentang fosfor di dalam tanah disebabkan oleh adanya interaksi kuat antara bahan padat organik dan anorganik, penyerapan yang terjadi secara terus-menerus oleh mikroorganisme dan tanaman, adanya sirkulasi pembusukan organik dan laju reaksi yang lambat. Meskipun kapasitas P adsorpsi tanah banyak dipengaruhi oleh Fe dan Al oksida, kalsium dan juga magnesium yang dapat ditukar, tekstur tanah, kekuatan ionik, porositas, pH, dan konduktivitas hidrolis, serta aktivitas pemanfaatan lahan juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi (Moazed, 2010).

2.5 Peran Penting Fosfor Sebagai Hara Tanaman

Fosfor merupakan salah satu unsur hara makro yang diperlukan dalam jumlah yang besar. Jumlah fosfor pada tanaman lebih kecil dibandingkan dengan unsur nitrogen dan kalium. Fosfor dianggap sebagai kunci kehidupan. Unsur P dapat diserap tanaman dalam bentuk lain, yaitu bentuk metafosfat. Dan pirofosfat. Bahkan mungkin P juga dapat diserap dalam bentuk senyawa fosfat organik yang larut dalam air, seperti asam nukleat dan phitin. Fosfor dalam bentuk ion anorganik cepat berubah menjadi senyawa fosfor organik. Kadar optimum fosfor pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 0,3% - 0,5% dari berat kering tanaman (Rosmarkar dan Yuwono, 2002).

Fosfor diperlukan oleh tanaman untuk merangsang penyerapan unsur hara lain melalui bintil pada perakaran sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Faizin dkk., 2015). Fosfor juga digunakan dalam berbagai proses biokimia dan monokuer, terutama dalam penyimpanan dan pemanfaatan energi. Kekurangan fosfor akan menyebabkan terjadi batasan pada fiksasi nitrogen dan interaksi simbiotik. Tanaman pengikat nitrogen membutuhkan P dalam jumlah yang tinggi dibandingkan dengan tanaman yang menerima pupuk nitrogen secara langsung. Hal ini mungkin disebabkan kebutuhan untuk pengembangan nodul dan transduksi

sinyal pada tanaman (Weisany dkk., 2013). Selain itu, Unsur P juga termasuk unsur hara makro yang memiliki peran penting dalam penyusunan ATP dan DNA.

Kekurangan fosfor dalam tanaman dapat menyebabkan pertumbuhan yang terhambat, batang yang lemah dan kerdil, perkembangan akar yang terhambat, serta daun dengan warna hijau tua kebiru-biruan yang kusam. Tanaman mungkin memiliki cabang pendek, jumlah daun yang sedikit, dan pertumbuhan yang terhambat secara keseluruhan. Di sisi lain, kelebihan fosfor dalam tanaman dapat menyebabkan perubahan warna daun menjadi coklat keabu-abuan, terutama pada daun dewasa di bagian bawah tanaman. Gejala ini biasanya dimulai dari ujung daun dan merambat ke pangkal daun. Kelebihan fosfor dapat mengganggu keseimbangan nutrisi dan berdampak negatif pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Embleton dkk., 1973).

Kekurangan fosfor dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga penambahan P dapat membantu mempercepat pertumbuhan tanaman. Dengan memenuhi kebutuhan hara P, tanaman dapat memiliki akses yang cukup terhadap nutrisi yang diperlukan untuk pembentukan akar yang kuat, perkembangan sistem perakaran yang sehat, dan peningkatan pertumbuhan vegetatif. Dalam praktik budidaya, pemupukan fosfor dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk fosfat. Pupuk fosfat dapat diberikan secara langsung ke dalam lubang tanam atau dicampurkan dengan media tanam saat penanaman (Anwarudin dkk., 2007).

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2022-Agustus 2023. Pengambilan sampel tanah telah dilakukan pada 13 Agustus 2019 di wilayah Anak Gunung Krakatau. Analisis jerapan fosfor model Isotermik Langmuir dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Survey lapang dan Pengambilan sampel

Alat dan bahan yang digunakan pada saat survey lapang yaitu *Munsell Soil Colour Chart*, Klinometer, *Global Positioning System* (GPS), pisau komando, meteran, cangkul, sekop, spidol, plastik sampel, klinometer, peta dasar dan aquades.

3.2.2 Analisis Laboratorium

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu Spectrophotometer, sentrifuse, ayakan, gelas ukur, pipet tetes, nampan, labu ukur (100, 250, 500, 1000 ml), label, kertas saring, shaker, kuvet, botol semprot, gelas beaker, corong, botol filum, alumunium foil, spatula, stopwatch, tabung reaksi, erlenmeyer (250 dan 500).

Bahan yang akan digunakan dalam analisis sampel tanah di laboratorium yaitu CaCl_2 1 M, Ammonium molibdat, Asam Askorbat, KH_2PO_4 , Larutan Standar P 1000 ppm, Asam Sulfat, Antimonil Kalium Tatrak dan Aquades.

3.3 Metode Penelitian

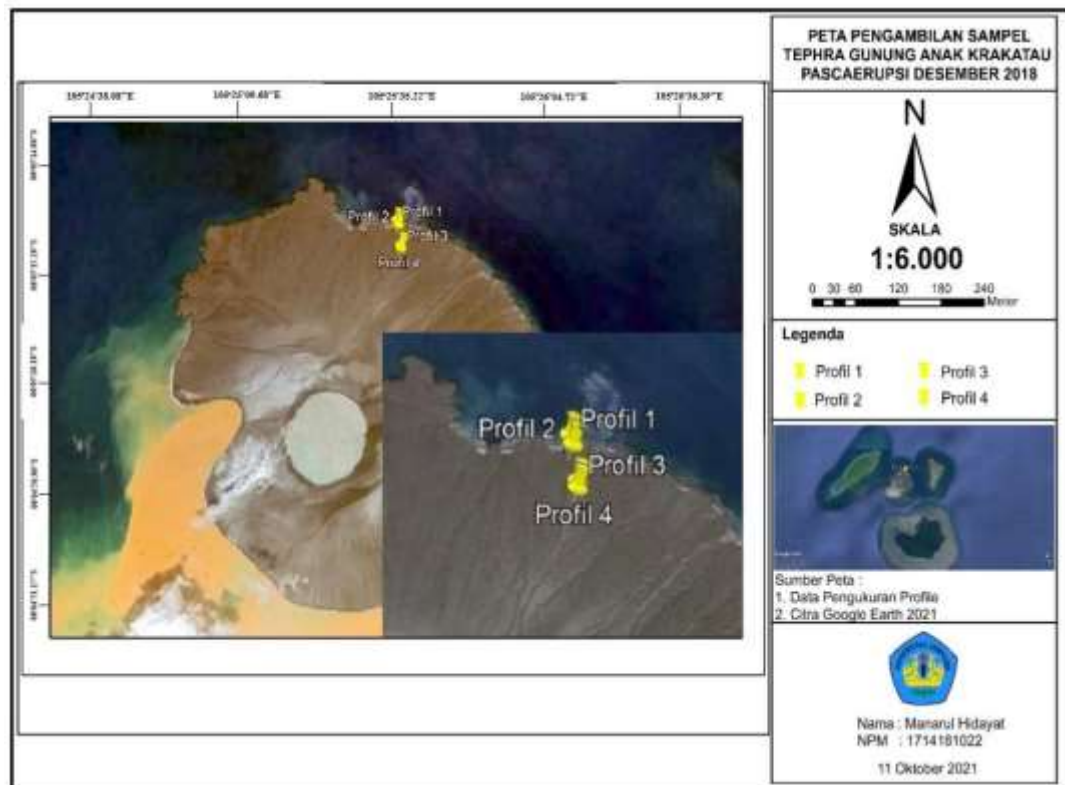
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan melakukan analisis jerapan fosfor pada tanah Gunung Anak Krakatau di Laboratorium. Analisis jerapan fosfor dilakukan dengan menggunakan model Isotermik Langmuir pada tanah Gunung Anak Krakatau yang berasal dari empat profil dengan dua lapis kedalaman. Sedangkan pengolahan data dilakukan dengan uji *student-t* untuk melihat perbedaan masing-masing jerapan maksimum fosfor dan energi ikatan relatif fosfor pada setiap perlakuan. Komponen utama Isotermik Langmuir jerapan fosfor dan komponen pendukungnya yaitu data karakteristik kimia tanah pada Gunung Anak Kerakatau.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan sampel tanah Anak Gunung Krakatau

Sampel tanah diambil empat tahun lalu di lereng tenggara GAK secara *toposequens* pada selang empat ketinggian. Tanah tersebut disimpan dalam suhu ruang sehingga tidak mengalami perubahan. Berdasarkan Gambar 2 pengambilan sampel Gunung Anak Krakatau dilakukan di empat profil dengan masing-masing ketinggian, yaitu:

1. Profil 1 terletak pada ketinggian ± 10 m dpl, terdiri dari 2 lapisan. Profil 1 pada lapis 1 terletak pada kedalaman 0-35 cm. sedangkan, profil 1 dengan lapis 2 terletak pada kedalaman 35-65 cm.
2. Profil 2 terletak pada ketinggian ± 25 m dpl, terdiri dari 2 lapisan. Profil 2 pada lapis 1 terletak pada kedalaman 0-56 cm. sedangkan, profil 2 dengan lapis 2 terletak pada kedalaman 56-85 cm.
3. Profil 3 terletak pada ketinggian ± 40 m dpl, terdiri dari 2 lapisan. Profil 3 pada lapis 1 terletak pada kedalaman 0-50 cm. sedangkan, profil 3 dengan lapis 2 terletak pada kedalaman 59-67 cm.
4. Profil 4 terletak pada ketinggian ± 47 m dpl, terdiri dari 2 lapisan. Profil 4 pada lapis 1 terletak pada kedalaman 0-23 cm. sedangkan, profil 4 dengan lapis 2 terletak pada kedalaman 23-27 cm.



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

(Sumber : Manarul Hidayat, Oktober 2021)

3.4.2 Penetapan Jerapan Fosfor dengan Metode Isotermik Langmuir

Pembuatan larutan KH_2PO_4 ppm P dan Larutan CaCl_2 1 M

Pembuatan larutan KH_2PO_4 ppm P dilakukan dengan menimbang 4,394 g KH_2PO_4 kemudian dilarutkan dalam 1000 ml air sehingga menghasilkan larutan 1000 ppm. Sedangkan pembuatan larutan CaCl_2 dilakukan dengan menimbang 14,7 g CaCl_2 dan dilarutkan dalam 100 ml aquades

Pembuatan larutan seri

Larutan seri yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 0 ppm, 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm. Langkah awal pembuatan larutan seri 50 ppm P dengan memasukkan 50 ml larutan KH_2PO_4 1000 ppm P kedalam labu ukur 1000 ml, kemudian ditambahkan 10 ml larutan CaCl_2 1 M dan ditambahkan dengan

aquades hingga 1000 ml. Lakukan hal yang sama mencapai konsentrasi 1000 ppm P (Sari, 2015).

Prosedur Penetapan Jerapan Fosfor pada Gunung Anak Krakatau Dengan Metode Isotermik Langmuir

Sampel tanah ditimbang 3 g dan dimasukkan ke dalam botol kocok. Kemudian sampel ditambahkan 30 ml larutan seri yaitu 0, 10, 25, 50 100 dan 200 ppm P. Suspensi contoh tanah di kocok dalam menggunakan shaker selama 2 jam. Setelah itu, suspensi contoh tanah disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, kemudian ekstrak jernih digunakan dalam pengukuran fosfor. Fosfor yang terlihat pada supernatan atau larutan tanah dideteksi secara kalorimeter menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 720 nm (Fiantis, 2004).

Penggunaan Parameter Isotermik Langmuir dapat digunakan untuk melihat kapasitas jerapan fosfor di dalam tanah. Isoterm Langmuir mendefinisikan bahwa kapasitas adsorben maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (monolayer) adsorbat pada permukaan adsorben. Menurut Ruthven (1984) ada empat asumsi dalam isoterm jenis ini, yaitu:

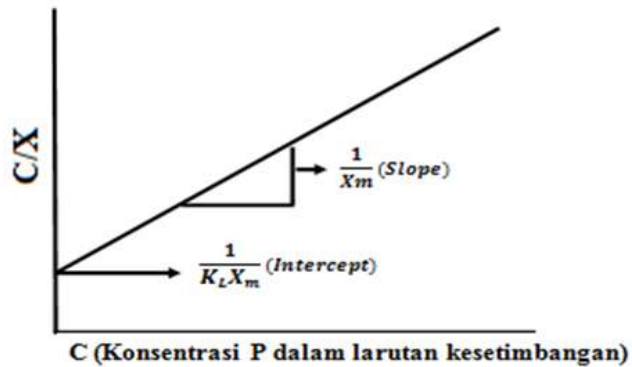
- a. Molekul diadsorpsi oleh site (tempat terjadinya reaksi di permukaan adsorben) yang tetap.
- b. Setiap site dapat “memegang” satu molekul adsorbat.
- c. Semua site mempunyai energi yang sama.
- d. Tidak ada interaksi antara molekul yang teradsorpsi dengan site sekitarnya.

Berikut ini merupakan persamaan Langmuir yang digunakan dalam penetapan jerapan fosfor.

Persamaan isotermik Langmuir:

$$\frac{c}{x} = \frac{1}{KLM} + \frac{1}{M} c$$

Kurva persamaan Langmuir dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 3. Kurva Persamaan Langmuir

Keterangan:

C = Konsentrasi kesetimbangan P dalam suatu larutan (mg P L^{-1})

X = Jumlah P terjerap (mg P kg^{-1})

X_{max} = Jerapan Maksimum (mg P kg^{-1})

K_L = Energi ikatan relatif untuk menetapkan jerapan fosfor

Persamaan umum model jerapan Langmuir adalah: $X/m = kbC / 1 + kC$.

Persamaan ini dapat dibuat linier ($Y = p + qX$), sehingga menjadi $C/x/m = 1/kb + 1/b C$. Data hasil percobaan disimulasikan menggunakan model persamaan linier Langmuir tersebut untuk memperoleh nilai b (jerapan maksimum; mg kg^{-1}) dan nilai k (energi ikatan; L/g). Nilai x/m adalah fosfat terjerap per satuan bobot fraksi kleinano (mg kg^{-1}), yaitu selisih antara kadar fosfat yang ditambahkan dengan kadar fosfat yang terukur dalam kondisi kesetimbangan (C ; mg/L). Dari nilai q atau gradien kurva diperoleh nilai jerapan maksimum fosfat (nilai $b = 1/q$). Energi ikatan (nilai $1/kb = p$) dihitung berdasarkan nilai b yang diperoleh dan nilai intersep (perpotongan kurva dengan sumbu Y atau $C/x/m$ atau p).

3.5 Analisis Data

3.5.1 Uji Student-t

Uji *Student-t* pada taraf nyata 5 % dilakukan untuk melihat perbedaan nyata antara masing-masing jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan relatif energi jerapan fosfor

(K_L) pada tanah berdasarkan profil dan lapisan tanah dengan menggunakan model isotermik Langmuir (Susilo, 2013).

3.5.2 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk melihat hubungan perilaku hara fosfor, yaitu pH, P-Tersedia, dan P-Potensial pada tanah Gunung Anak Krakatau, kemudian jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi jerapan fosfor (K_L) dengan pH, P-Tersedia, P-Potensial pada tanah Gunung Anak Krakatau (Susilo, 2013).

3.6 Variabel Pendukung

3.6.1 Penetapan pH Tanah

Penetapan pH Tephra dengan H₂O dan KCl (1:1) dengan metode elektroda pH meter (BPT, 2005). Ditimbang 5 g sampel tephra sebanyak dua kali, masing-masing dimasukkan ke dalam botol kocok (H₂O dan KCl). Kemudian ditambahkan 5 ml air bebas ion ke botol yang satu (pH H₂O) dan 5 ml KCl 1 ke dalam botol lainnya (pH KCl). Dikocok 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.

3.6.2 Penetapan P-Tersedia

Fosfat pada tanah Gunung Anak Krakatau ditetapkan dengan metode Bray. Ditimbang 2 g sampel tanah <2mm kering udara dan ditambahkan pengestrak Bray dan Kurt I sebanyak 20 ml. Kemudian dikocok selama 10 menit Selanjutnya, diambil larutan standar dan suspensi sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 10 ml larutan kerja dan kemudian diukur menggunakan spektrofotometer (Umaternate dkk., 2014).

3.6.3 Penetapan P-Potensial

Analisis P-Potensial pada tanah Gunung Anak Krakatau dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi HCl 25%. Sampel ditimbang sebanyak 2 g dan

dimasukkan ke dalam botol kocok. Kemudian ditambahkan 10 mL HCl 25% lalu dikocok dengan mesin pengocok selama 2 jam. Selanjutnya disaring menggunakan kertas saring dan diukur menggunakan spektrofotometer (Amisnaipa dkk., 2014).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jerapan maksimum fosfor (X_{\max}) dan nilai relatif ikatan fosfor (K_L) tinggi dapat dipengaruhi oleh elevasi tempat. Semakin meningkat ketinggian tempat maka laju pelapukan semakin rendah sehingga menyebabkan jerapan maksimum P (X_{\max}) dan nilai relatif ikatan fosfor (K_L) cenderung meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat.
2. Jerapan maksimum fosfor (X_{\max}) semakin tinggi dengan bertambahnya kedalaman tanah dan nilai energi ikatan relatif fosfor (K_L) cenderung menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengkorelasikan hasil data Isotermik Langmuir sampel tanah Gunung Anak Krakatau dengan sampel tanah lainnya yang juga berbatuan dasar vulkanik baik pada tanah yang memiliki tingkat pelapukan yang tinggi dan bahan baru dari erupsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. W. 2018. Peranan *Legume Cover Crops* (LCC) *Colopogonium mucunoides* DESV. Pada Teknik Konservasi Tanah dan Air di Perkebunan Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya*. Hal : 341– 346.
- Ajidirman. 2010. Kajian Kandungan Mineral Alofan dan Fenomena Fiksasi Fosfor pada Andisols. *Jurnal Hidrolitan*. 1(2). 15
- Alhaddad, A. 2010. Perubahan unsur hara nitrogen (N) dan phosphor (P) tanah gambut di lahan gambut yang di pengaruhi lama pengolahan lahan. *Jurnal Pedon Tropika*. 1 (1): 1-9.
- Amisnaipa, Susila, A. D., Susanto, S., dan Nursyamsi, D. 2014. Penentuan Metode Ekstraksi P Tanah Inceptisols untuk Tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Hortikultura*. 24(1), 42–48.
- Anwarudin, M.J., Hadiati, S., Indriyani, dan Mansyah, E. 1996. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman GA3 terhadap Perkecambah dan Pertumbuhan Bibit Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jurnal Hortikultura*. 6(1):1-5.
- Auxtero E., Meideira M., dan Sousa E. 2008. Fosfor Serapan Maksimum dan Daya Serap di Tanah Terpilih Dengan Sifat Andik dari Azores, Portugal. *Geoderma* 144: 535-544.66
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2014. *Tanah Andosol di Indonesia Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 115 hal.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisa Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 136 hlm.
- Balkovic J. and Slivkova K. 2002. Phosphorus retention in volcanic soils of Slovakia. *Phytopedon Bratislava*. 1:78–85

- Bhatti, J. S., Comerford, N. B., Johnston, C. T.. 1998. Influence of oxalate and soil organic matter on sorption and desorption of phosphate onto a Spodic horizon. *Soil Science Society of America*. 62 : 1089-1095.
- Bestari, T. 1988. *Penjerapan Anjuran Teknologi untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Pupuk*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta. P:7-35.
- Bohn, H. L., Neal, Mc., And Connor, G. A. O. 1985. *Soil Chemistry*. New York.
- Buckman, H.O dan Brady, N. C. 1982. *Ilmu Tanah*. Bhrata Karya Persada. Jakarta.788 hal.
- Bunemann, E.K., Oberson, A., and Frossard, E. 2010. Phosphorus in action: Biological processes in soil phosphorus cycling. *Soil Biology and Biochemistry*. 42(8), 1003-1018.
- Bubba, MD, Arias, CA dan Brix, H. 2003. Adsorpsi Fosfor Maksimum Pasir untuk Digunakan Sebagai Media dalam Aliran Bawah Permukaan yang Dibangun di Tempat Tidur Buluh yang Diukur dengan Isoterm Adsorpsi Langmuir. *Air Res*. 37: 3390-3400
- Burchill, S., Hayes, N. H. B., dan Greenland, G. A. 1981. *The Chemistry of Soil Processes*. John Wiley and Sons Ltd. Chichester. 231 p.
- Chen, C.Y., Huang, C.W., Chen, H.C., and Chen, S.C. (2018). Influence of Elevation on Rock Weathering of Volcaniclastic Rocks in Taiwan. *Geosciences*. 8(11), 402.
- Djuniwati, S., Hartono, A., dan Indrayati, L.T. 2003. Pengaruh bahan organik (*Pueraria javanica*) dan fosfat alam terhadap pertumbuhan dan serapan P tanaman jagung (*Zea Mays*) pada Andisol pasir Sarongge. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 5(1): 17-22.
- Dossa, E. L., and Murphy, D. V. 2013. Effects of drying and storage of soil on phosphorus sorption indices. *Geoderma*, 209-210, 40-46.
- Embleton, T.W., Jones, W. W., Lebanaukas, C. K. and Reuther, W. 1973. Leaf Analysis as a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization. In W. Reuther (Ed.). The Citrus Industry. Rev. Ed. Univ. Calif .Agr. Sci. *Barkely*. 3:183-210.
- Faizin, N., Mardhiansyah, M. dan Yoza, D. 2015. Respon pemberian beberapa dosis pupuk fosfor terhadap pertumbuhan semai akasia (*Acacia mangium* willd.) dan ketersediaan fosfor di tanah. *JOM Faperta*. 2 (2) : 1-9

- Fiantis, D. 2004. Kurva Sorpsi Fosfat Menurut Langmuir dan Freundlich Sebagai Penduga Kebutuhan Pupuk Fosfat pada Andisols Sumatera Barat. *Jurnal Solum*. (1): 15-25
- Fiantis D. 2006. *Laporan hasil penelitian laju pelapukan kimia debu vulkanis G.talang dan pengeuhnya terhadap proses pembentukan mineral liat nonkristalin*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 75 hal.
- Fiantis D, Ginting, F. I., Nelson, M., dan Minasny, B. 2019. *Abu vulkanik, Ketidakamanan bagi masyarakat tetapi mengamankan tanah subur untuk masa depan*. Keberlanjutan. 11:1-19.
- Fiantis, D., Ginting, F. I., Halfero, F., Saputra, A. P., Nelson, M., Van Ranst, E., and Minasny, B. 2021. *Geochemical and mineralogical composition of the 2018 volcanic deposits of Mt. Anak Krakatau*. Geoderma Regional. 25 : 1-9
- Gebhardt,H., and Coleman, N.T. 1984. *Anion adsorption by allophanic tropical soil : III. Phosphate adsorption. P : In. Tan,K.H.(ed) Andosols*. Von Nostrand Reinhold Company Inc, New York. 431 hlm.
- George, T.S., Giles, C.D., Condon, L.M., Nelson, L.A., Pfahler, V., Poblete-Grant, P., Randall, M., Seguel, A., and Haygarth, P.M. 2018. Organic phosphorus in the terrestrial environments: a perspective on the state of the art and future priorities. *Journal Plant Soil*. 427: 191–208.
- Gimsing, P., Notohadinrat, T., Sutanto, T., dan Radjagukguk B. 2007. Faktor jerapan dan pelepasan fosfat di tanah Andosol dan Latosol. *Repro :Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Jurnal BPPS-UGM*. 6 (4): 1-11.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hlm.
- Hanafiah, A. S., Sabrina, T., dan Guchi, H. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian. Medan
- Hardjowigeno S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 174 hlm.
- Hidayat, M. 2022. 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. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Lumbanraja, J., Satgada, C.P., Sarno., Utomo, M., Hasibuan, R., Dermiyati and Triyono, T. 2018. Phosphorus (P) adsorption behavior and harvested P by the Sugarcane (*Saccharum officinarum L.*) affected by inorganic and

- organic fertilizer applications on an Ultisol. *Journal Trop Soils*. 23(1): 35-45.
- Lingga, P. dan Marsono. 2004. *Petunjuk penggunaan pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. 45 hlm.
- Masduqi, A. 2004. *Penurunan Senyawa fosfat Dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Jerapan Menggunakan Tanah Haloisit*. FTSP ITS. Surabaya.
- Mehdi, M., F., Yanti, P., dan Rinaldi, A. 2007. Pengaruh Pola Susunan Laminasi Balok Bambu Tali Terhadap Kerapatan, Delaminasi dan Keteguhan Patah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 1(2): 22-29.
- Mizota, C., and L.P. Van Reeuwijk. 1989. *Clay mineralogy and chemistry of soil formed in vulcanic material in diverse climatic region. interntional soil reference and information centre (ISRIC)*. Wageningen nwetherlands.
- Moazed, V. 2010. Organochlorine and organophosphorous pesticides may induce colorectal cancer; A case-control study. *Ecotoxicology and environmental safety*, 178, pp.168-177.
- Munir. 1996. *Tanah-Tanah Utama di Indonesia*. Pustaka Jaya, Jakarta. Hal 144.
- Nursyamsi, D dan Setyorini, D. 2019. Ketersediaan P Tanah-Tanah Netral dan Alkalin. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 30: 25-36.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 2019. Laporan Kebencanaan Geologi 30 Desember. <http://www.vsi.esdm.go.id/>. Diakses tangga 15 April 2020 pukul 16.50 WIB.
- Robock, A. 2000. Volcanic eruptions and climate. *Reviews of Geophysics*. 38.(2) : 191-219.
- Rosmarkar, A. dan Yuwono, N. W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta :Kanisius. Hal 54 – 56.
- Rover. 2009. Pemberian campuran pupuk anorganik dan pupuk organik pada tanah ultisol untuk tanman padi gogo (*Oryza sativa*. L). *Tesis*. hlm. 35- 36.
- Ruthven, D.M. (1984) Principle of Adsorption and Adsorption Processes. *Chap*. 2-3, John Wiley & Sons, New York.
- Sanches, P. A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. John Wiley & Sons, New York. 618 hlm.
- Sarah, P., Elfiati, D., dan Delvian, D. 2015. Aktivitas mikroorganisme pada tanah bekas erupsi gunung sinabung di kabupaten Karo. *Peronema Forestry Science Journal*. 4(4) : 59-64.

- Sari, M. D. 2023. Perilaku Jerapan Fosfor pada Tanah Gunung Anak Krakatau Sebelum Erupsi Tahun 2018 dengan Menggunakan Model Isotermik Langmuir. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Sari, M. N., Sudarsono, dan Darmawan. 2017. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan fosfor pada tanah-tanah kaya Al dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*. 1(1) : 65-71.
- Sartohadi., dkk. 2012. *Geografi Tanah*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Sedov, S., Stoops, G. and Shoba, S., 2010. Regoliths and soils on volcanic ash. In: Stoops, G., Marcelino, V. dan Mees, F. (Ed.), *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*. Elsevier, Amsterdam. 275 hal
- Setiawan, A., Arifin, M., Harryanto, R., and Sandrawati, A. 2018. Hubungan Karakteristik Topografi dengan Sifat-Sifat Fisika Tanah Studi Kasus: Sub DAS Citarik, DAS Citarum Hulu. *SoilREns*, 16(1), 50–58. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v16i1.18310>.
- Setiawati, A.R., Lumbanraja, J., Aini, S.N., Dermiyati, Buchari, H., and 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) : 71-81
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. Twelfth Edition. USDA. Washington. 372 p.
- Shoji, S., Nanzyo, M., and Dahlgren R, 1993. *Productivity and Utilization of Volcanic Ash Soils*. In : Shoji, S., Nanzyo, M., and Dahlgren, R (Ed). *Volcanic Ash Soils Genesis, Properties and Utilization*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands. 209 hal.
- Siregar, I. S., Utami, S. R., & Sobirin, M. S. (2018). Depth effect on phosphorus sorption and availability in volcanic ash soils of Mount Sinabung, Indonesia. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(12), 1550-1560.
- Soelaeman, Y. dan Abdullah, A.I. 2014. *Rehabilitasi Sifat Fisika Tanah Pertanian Pasca Erupsi Merapi*. Balai Penelitian Tanah. Jawa Tengah. 17 hlm.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 10(3): 337 – 346.
- Sudaryo dan Sutjipto. 2009. *Identifikasi dan penentuan logam berat pada tanah vulkanik di daerah Cangkringan, Kabupaten Sleman dengan metode*

Analisis Aktivasi Neutron Cepat, Seminar Nasional V SDM Teknologi, Yogyakarta.

- Sukarman., Dariah, A., dan Suratman. 2020. Tanah Vulkanik Di Lahan Kering Berlereng Dan Potensinya Untuk Pertanian Di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 39(1): 21-34.
- Sukmawati, S. 2011. Jerapan P pada andisol yang berkembang dari tuff vulkan beberapa gunung api di jawa tengah dengan pemberian asam humat dan asam silikat. *Media Litbang Sulteng*. IV (1) : 30–36.
- Suntoro. 2014. Dampak Abu Vulkanik Erupsi Gunung Kelud Dan Pupuk Kandang Terhadap Ketersediaan Dan Serapan Magnesium Tanaman Jagung Di Tanah Alfisol. Program Studi Ilmu Tanah, Fak. Pertanian. *Jurnal Tanah*, 19 hlm.
- Suparman dan Soeparto. 2015. Sebaran dan karakteristik material vulkanik hasil erupsi Gunung Sinabung di Sumatera Utara. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 39 (1): 9-18.
- Supriadi, H., Randriani E., dan Towaha, J. 2016. Korelasi Antara Ketinggian Tempat, Sifat Kimia Tanah dan Mutu Fisik Biji Kopi Arabika di Dataran Tinggi Garut. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 3(1):45-52.
- Susanto, S. A., Budirianto, H. J., dan Maturbongs, A. C. 2020. Peran Vegetasi Dominan pada Karakteristik Tanah di Lahan Bera, Kampung Womnowi, Distrik Sidey, Manokwari. *Jurnal Biologi Tropis*. 20 (2):227-236.
- Susilo, F. X. 2013. *Aplikasi Statistika untuk Analisis Data Riset Proteksi Tanaman*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.
- Sutedjo, M.M., 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Tantri, E. 2014. Letusan Krakatau 1883: Pengaruhnya terhadap gerakan sosial Banten 1888. *Jurnal Masyarakat dan Budaya*. 16 (1) : 191-214.
- Umaternate, Ghazali. R., Abidjulu, J., Wuntu, A.D. 2014. Uji Metode Olsen dan Bray dalam Menganalisis Kandungan Fosfat Tersedia pada Tanah Sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal Mipa Unsrat Online* 3 (1) 6-10.
- Van Ranst E., Utami S. R., Vanderdeelen J., Shamshuddin J. 2004. *Surface reactivity of Andisols on volcanic ash along the Sunda arc crossing Java Island, Indonesia*. Geoderma (in publication).
- Wada, K, 1985. *Ando soil in japan*. (Ed). Kyushu university press. fukuoka.

- Weisany, W., Raei, Y. dan K. H. Allahverdipoor. 2013. Role of some of mineral nutrients in biological nitrogen fixation. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 2 (4) : 77-84.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan tanah: dasar kesehatan dan kualitas tanah*. Gava Media. Jogjakarta. 269 hlm.
- Yusran, F.H. 2010. Jerapan isotermik fosfor pada tanah-tanah penting di Kalimantan Selatan. *Jurnal Chlorophyl*. 6(1): 14-17.
- Zhou, A., Tang, H., and Wang, D. 2005. Phosphorus Adsorption on Natural Sediments: Modeling and Effects of pH and Sediment Composition. *Water Research*. 39. 1245–1254.