



**INDEKS PRODUKTIVITAS DASAR BERBASIS *SOIL TAXONOMY*
DAN KORELASINYA DENGAN PRODUKTIVITAS KOPI
PADA BEBERAPA ORDO TANAH**

SKRIPSI

Oleh

**Rizky Maulidita Pratama Hadi
NIM.131510501236**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**INDEKS PRODUKTIVITAS DASAR BERBASIS *SOIL TAXONOMY*
DAN KORELASINYA DENGAN PRODUKTIVITAS KOPI
PADA BEBERAPA ORDO TANAH**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

**Rizky Maulidita Pratama Hadi
NIM.131510501236**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Karya ilmiah ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Ida Royani atas segala kasih sayang, pengorbanan, semangat, kepercayaan serta doa yang tidak dapat terbalaskan dengan apapun.
2. Kakakku Hevi Nurmayani dan Satya Murdhani.
3. Keponakanku Aidan Putra Nurmadhani dan Shifan Nanda Dwi Nurmadhani.
4. Semua teman dan sahabat yang telah menemani perjalanan hidup sewaktu menempuh pendidikan.
5. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga dosen-dosenku di perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
6. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

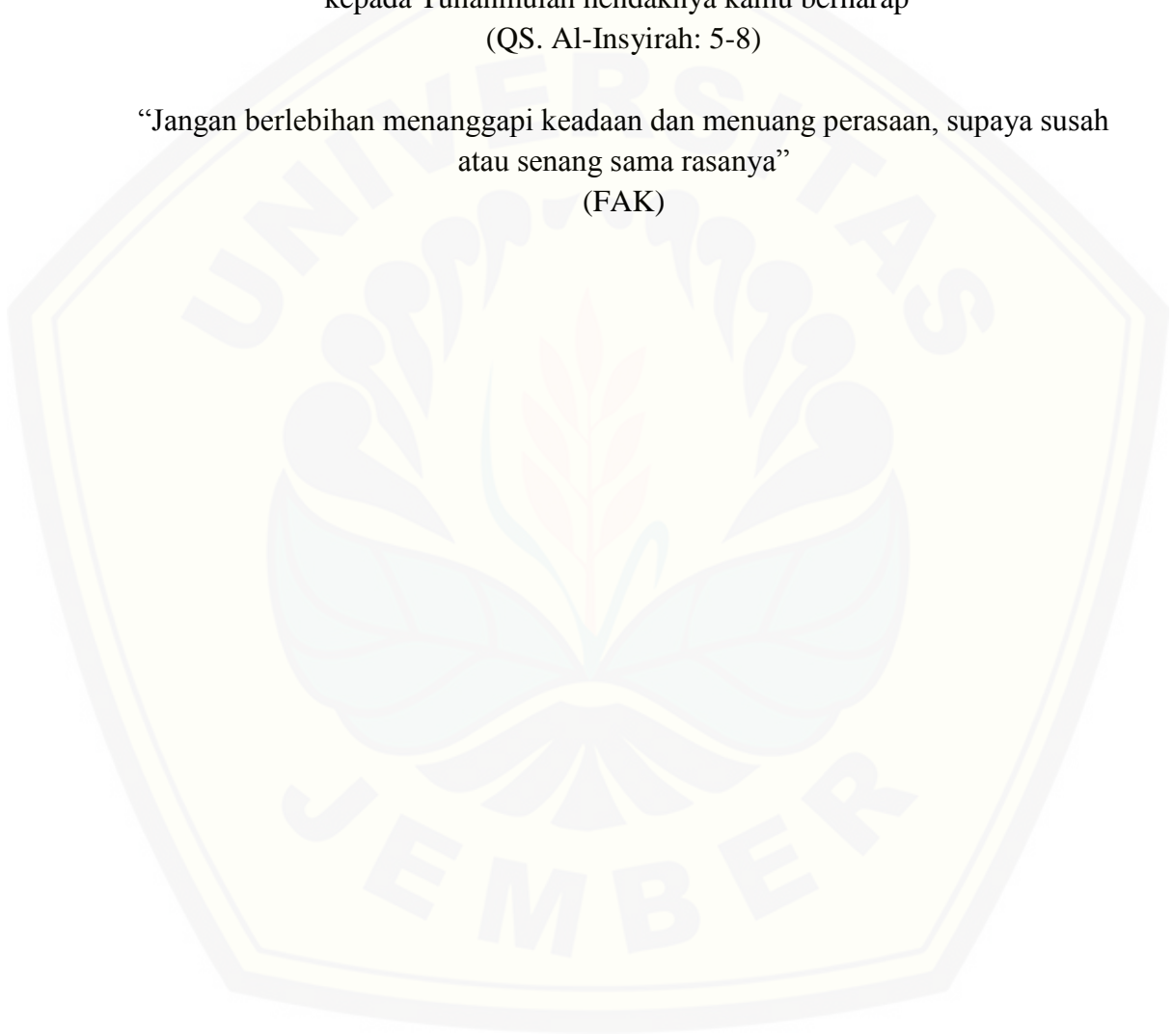
*“Fa inna ma'al'usri yusraa, inna ma'al 'usri yusraa. Fa idzaa faraghta fanshab,
wa-ilaa rabbika farghab”*

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(QS. Al-Insyirah: 5-8)

“Jangan berlebihan menanggapi keadaan dan menuang perasaan, supaya susah atau senang sama rasanya”

(FAK)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Maulidita Pratama Hadi

NIM : 131510501236

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Indeks Produktivitas Dasar Berbasis *Soil Taxonomy* dan Korelasinya dengan Produktivitas Kopi pada Beberapa Ordo Tanah**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Januari 2018

Yang menyatakan,

Rizky Maulidita Pratama Hadi

NIM. 131510501236

SKRIPSI

**INDEKS PRODUKTIVITAS DASAR BERBASIS *SOIL TAXONOMY*
DAN KORELASINYA DENGAN PRODUKTIVITAS KOPI
PADA BEBERAPA ORDO TANAH**

Oleh

Rizky Maulidita Pratama Hadi
NIM.131510501236

Pembimbing:

Pembimbing Utama : **Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M.Sc**
NIP.195508051982121001

Pembimbing Anggota : **Dr. Ir. Cahyoadi Bowo**
NIP.196103161989021001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Indeks Produktivitas Dasar Berbasis *Soil Taxonomy* dan Korelasinya dengan Produktivitas Kopi pada Beberapa Ordo Tanah**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 26 Januari 2018
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M.Sc
NIP. 195508051982121001

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Cahyoadi Bowo
NIP. 196103161989021001

Dosen Penguji 1,

Ir. Joko Sudibya, M.Si
NIP. 196007011987021001

Dosen Penguji II,

Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D
NIP. 196211101988031001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D
NIP. 196005061987021001

RINGKASAN

Indeks Produktivitas Dasar Berbasis *Soil Taxonomy* dan Korelasinya dengan Produktivitas Kopi pada Beberapa Ordo Tanah; Rizky Maulidita Pratama Hadi; 131510501236; 2017; 51 halaman; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Suatu metode penilaian indeks produktivitas (IP) berbasis *Soil Taxonomy* telah diperkenalkan dan memberikan harapan baru untuk melakukan inventarisasi potensi tingkat produktivitas tanah dalam skala global. Sejauh ini, metode ini belum banyak mendapat respon dari peneliti untuk melakukan pengujian validitasnya dalam hal korelasinya dengan produktivitas tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan indeks produktivitas beberapa ordo tanah perkebunan kopi berbasis sifat-sifat yang melekat pada sistem *Soil Taxonomy* dan mengetahui korelasi indeks produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* dengan produktivitas tanaman kopi robusta.

Penelitian dilaksanakan dalam 5 tahapan yaitu: (1) pelaksanaan survei tanah pada 4 lokasi kebun kopi robusta (Sidomulyo, Rayap, Malangsari, Gunitir), (2) pengamatan morfologi tanah dan pengklasifikasian tanah dari tingkat ordo sampai tingkat sub grup, (3) analisis sifat fisika dan kimia tanah di laboratorium, (4) penentuan nilai indeks produktivitas untuk masing-masing tingkat tanah berdasarkan sifat-sifat yang terkandung dalam *Soil Taxonomy*, (5) analisis korelasi antara nilai indeks produktivitas dengan produktivitas kopi robusta.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 4 jenis tanah tingkat sub grup pada enam lokasi penelitian yaitu: Typic Udorthents untuk kebun Sidomulyo; Typic Hapludalfs untuk kebun Rayap 1, Kampung Tengah dan Tretes; Typic Dystrudepts untuk kebun Rayap 2; serta Typic Eutrudepts untuk kebun Gunitir. Indeks produktivitas pada masing-masing tanah meliputi Typic Udorthents dengan nilai IP=6; Typic Hapludalfs dengan IP=10; Typic Dystrudepts dengan IP=7; dan Typic Eutrudepts dengan IP=11. Hubungan antara IP dengan produktivitas kopi robusta bernilai positif dan sangat kuat ($r=0,84$). IP dan produktivitas kopi memperlihatkan adanya hubungan yang signifikan (taraf 95%)

dalam bentuk model linier sederhana. 70% keragaman hasil produktivitas kopi berhubungan dengan IP, sisanya sebesar 30% kemungkinan ditentukan oleh faktor lain dalam budidaya. Hal ini berarti semakin tinggi IP maka produktivitas kopi robusta semakin meningkat.



SUMMARY

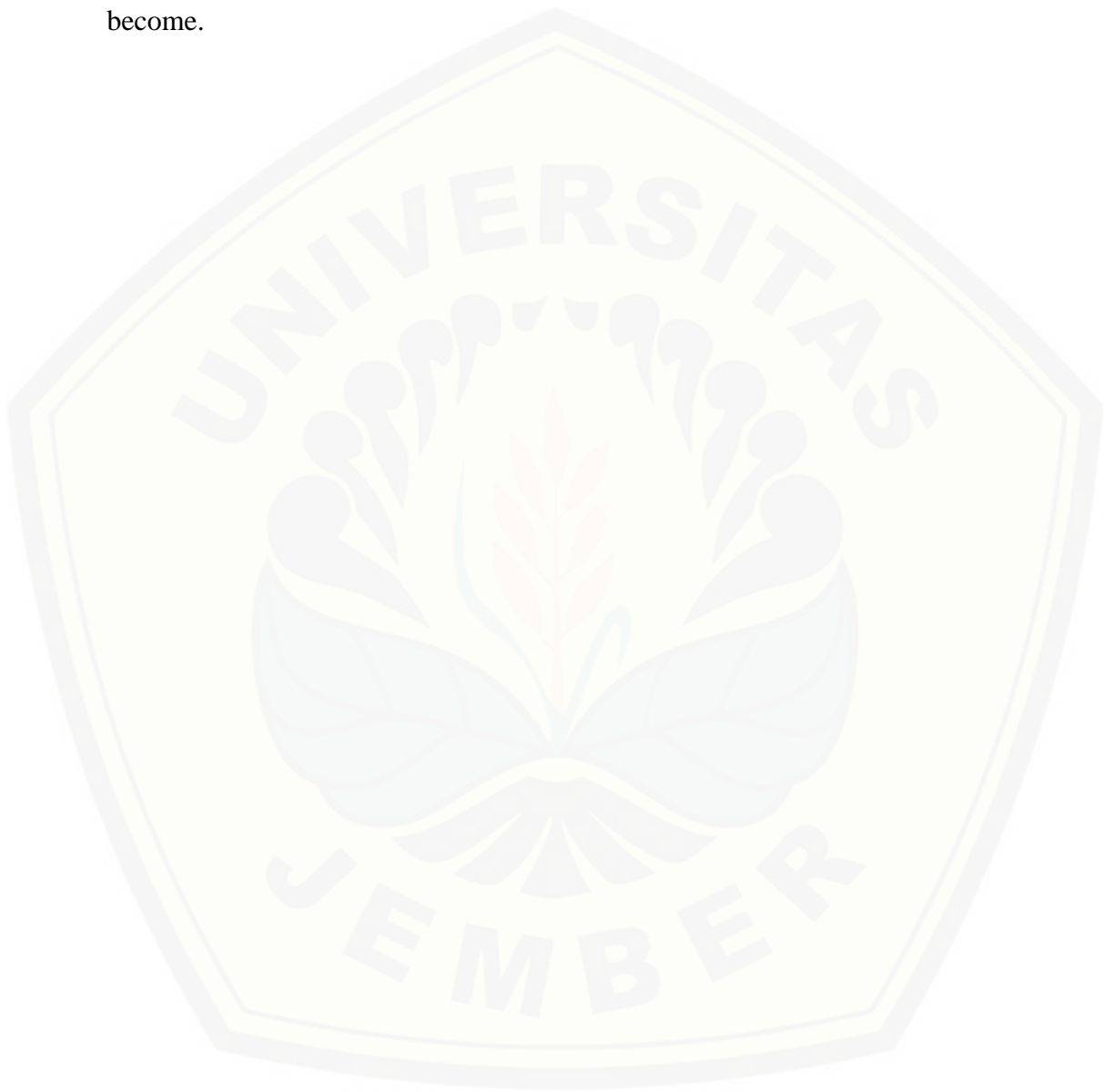
Basic Productivity Index Based on Soil Taxonomy and Its Correlation with Coffee Productivity in Several Soil Orders; Rizky Maulidita Pratama Hadi; 131510501236; 2018; 51 pages; The Department of Agrotechnology, The Faculty of Agriculture, The University of Jember.

Productivity Index (PI) assessment based on Soil Taxonomy has been introduced and shed novel hopes for classifying the potential of soil productivity levels on a global scale. To date, this method has yet to receive much response from researchers to investigate its validity, particularly in terms of its correlation with crop productivity. The present study aimed to determine the productivity index of several soil orders at coffee plantation, on the basis of soil properties classified in Soil Taxonomy, and further probe the correlation between productivity index based on Soil Taxonomy and the productivity of Robusta coffee.

The research was carried out in 5 stages, comprising of (1) land survey on 4 Robusta coffee plantations (Sidomulyo, Rayap, Malangsari, and Gunitir), (2) the observation on soil morphology and soil classification, ranging from order level to sub group level; (3) the analysis of soil's physical and chemical properties in laboratory, (4) the determination of productivity index for each soil level based on the soil properties categorized in Soil Taxonomy, and (5) correlation analysis between productivity index and the productivity of Robusta coffee.

The results showed that 4 sub-group levels of soil were evident at six research sites: Typic Udorthents at Sidomulyo plantation; Typic Hapludalfs at Rayap 1, Kampung Tengah and Tretes plantation; Typic Dystrudepts at Rayap 2 plantation; and Typic Eutrudepts at Gunitir plantation. The productivity indexes on the soil types under research, encompassing Typic Udorthents, Typic Hapludalfs, Typic Dystrudepts, and Typic Eutrudepts, were 6, 10, 7, and 11, respectively. The correlation between the productivity index and Robusta coffee productivity was proven positive at very significant extent ($r = 0.84$). The analysis on productivity index and coffee productivity resulted in a significant correlation

(95% level) in simple linear model. 70% of the diversities of coffee productivity were related to productivity index, while the remaining 30% was likely to be determined by extraneous factors in the coffee cultivation. This has indicated that the higher productivity index is, the higher productivity of Robusta coffee will become.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “**Indeks Produktivitas Dasar Berbasis *Soil Taxonomy* dan Korelasinya dengan Produktivitas Kopi pada Beberapa Ordo Tanah**”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan karya ilmiah ini, yaitu:

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Joko Sudibya, M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Cahyoadi Bowo, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan karya tulis ini.
5. Ir. Joko Sudibya, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan evaluasi dan masukan demi kesempurnaan karya tulis ini.
6. Ir. Wildan Djatmiko, MP., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibuku Ida Royani yang selalu memberikan dukungan dan doa demi kelancaran penyusunan karya ilmiah ini.
8. Kakakku Hevi Nurmayani dan Satya Murdhani yang telah memberi nasehat dan dorongan agar karya tulis ini segera terselesaikan.
9. Keponakanku Aidan Putra Nurmadhani dan Shifan Nanda Dwi Nurmadhani yang selalu menjadi penghibur dan penyemangat.
10. Ahmad Qomaruddin Arsyadi yang tidak ada batas kebaikannya dalam membantu, menemani, dan memberikan motivasi sampai penelitian ini dapat terselesaikan.

11. Teman-teman baik: Masit, Nida, Rizka, Mas Hendra, Mas Wahyu atas bantuan, kerja keras, motivasi dan masukan ide-ide penulisan.
12. Keluarga HIMAHITA, Ciwi Baper, Agro E 2013, Agroteknologi 2013, atas suka, duka, kerjasama dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Jember, 26 Januari 2018

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Produktivitas Tanah	4
2.2 Indeks Produktivitas Tanah Berbasis <i>Soil Taxonomy</i>	4
2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Soil Taxonomy</i>	5
2.3.1 Alfisol.....	6
2.3.2 Inceptisol	9
2.3.3 Entisol.....	11
2.4 Sifat – Sifat Spesifik Tanah yang Mempengaruhi Nilai IP.....	13
2.5 Hipotesis	16
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	17

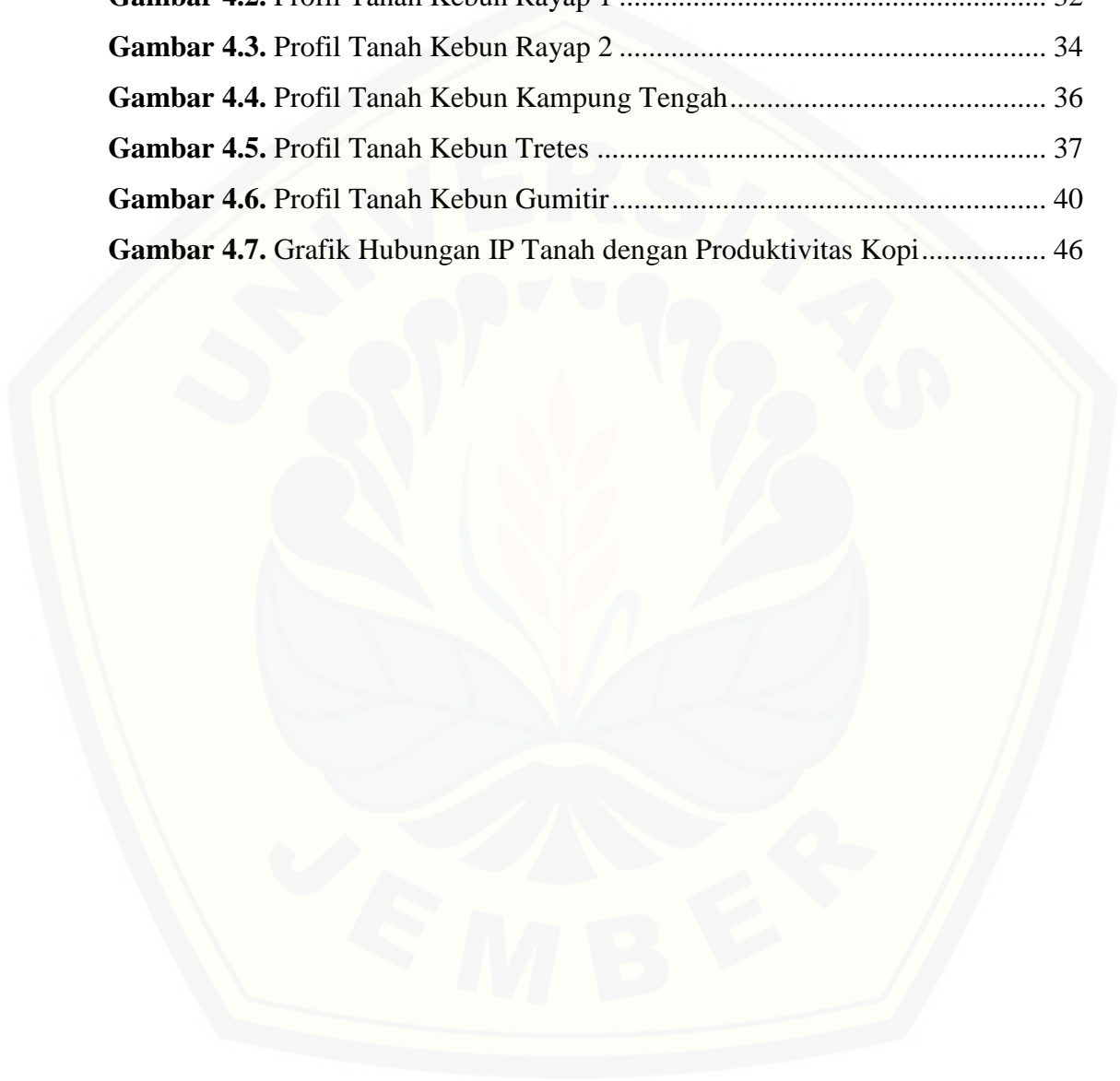
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.1.1 Waktu Penelitian	17
3.1.2 Tempat Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat	19
3.2.2 Bahan.....	19
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.3.1 Survei Pendahuluan (Observasi Awal).....	19
3.3.2 Survei Lapang.....	19
3.3.3 Analisis Tanah di Laboratorium.....	20
3.3.4 Penentuan Indeks Produktivitas Tanah	20
3.3.5 Pengolahan Data	25
3.3.6 Output.....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Karakteristik dan Klasifikasi Tanah.....	27
4.1.1 Profil Tanah Kebun Sidomulyo.....	27
4.1.2 Profil Tanah Kebun Rayap	30
4.1.3 Profil Tanah Kebun Malangsari	35
4.1.4 Profil Tanah Kebun Gumitir.....	39
4.2 Indeks Produktivitas Tanah.....	42
4.3 Hubungan IP dengan Produktivitas Kopi	45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Lokasi Penelitian dan Perkiraan Jenis Tanah.....	17
Tabel 3.2. Metode Penentuan IP berbasis Soil Taxonomy	21
Tabel 3.3. Nilai Dasar IP untuk 12 Ordo Tanah	22
Tabel 3.4. Peubah Nilai IP pada Sub Ordo*	23
Tabel 3.5. Peubah Nilai Indeks Produktivitas Grup*	24
Tabel 4.1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Soil Taxonomy</i> Tahun 2014	27
Tabel 4.2. Hasil Analisis Laboratorium Profil Tanah Kebun Sidomulyo.....	28
Tabel 4.3. Hasil Analisis Laboratorium Profil Tanah Kebun Rayap 1	30
Tabel 4.4. Hasil Analisis Laboratorium Profil Tanah Kebun Rayap 2	33
Tabel 4.5. Hasil Analisis Laboratorium Profil Tanah Kebun Kampung Tengah..	38
Tabel 4.6. Hasil Analisis Laboratorium Profil Tanah Kebun Tretes	38
Tabel 4.7. Hasil Analisis Laboratorium Profil Tanah Kebun Gumitir.....	41
Tabel 4.8. Indeks Produktivitas Tanah.....	42
Tabel 4.9. Indeks Produktivitas Tanah dan Produktivitas Kopi.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	18
Gambar 4.1. Profil Tanah Kebun Sidomulyo	29
Gambar 4.2. Profil Tanah Kebun Rayap 1	32
Gambar 4.3. Profil Tanah Kebun Rayap 2	34
Gambar 4.4. Profil Tanah Kebun Kampung Tengah.....	36
Gambar 4.5. Profil Tanah Kebun Tretes	37
Gambar 4.6. Profil Tanah Kebun Gumitir.....	40
Gambar 4.7. Grafik Hubungan IP Tanah dengan Produktivitas Kopi.....	46



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produktivitas tanah penting dikaji untuk perencanaan dan peningkatan produksi tanaman. Peningkatan produksi tanaman merupakan salah satu proyeksi utama dunia khususnya di bidang pertanian. FAO (2009) menyebutkan bahwa kebutuhan pangan untuk populasi dunia (9,1 miliar orang) pada tahun 2050, akan memerlukan peningkatan produksi pangan secara keseluruhan sekitar 70%. Produksi ini di negara berkembang perlu hampir dua kali lipat. Hal ini berarti, perencanaan peningkatan produksi tanaman secara signifikan perlu dilakukan, salah satunya dengan penilaian produktivitas tanah.

Produktivitas tanah merupakan kemampuan tanah untuk mendukung produktivitas tanaman dalam suatu pengelolaan khusus (Jang *et al.*, 2015). Produktivitas tanah dapat digunakan sebagai informasi dalam membedakan antara lahan produktif dan lahan tidak produktif (Basuki, 2011). Pengelompokan lahan produktif dan tidak produktif tersebut berfungsi untuk menginventarisasi tanah dalam proses perencanaan, sehingga peningkatan produksi tanaman dapat diprediksi. Cara mengetahui tingkat produktivitas tanah dapat dilakukan melalui penilaian indeks produktivitas tanah.

Indeks produktivitas tanah merupakan nilai yang menunjukkan perubahan mendasar tanah terhadap kerusakan/degradasi dalam kurun waktu atau periode tertentu. Penilaian indeks produktivitas tanah dapat ditentukan melalui berbagai metode yang telah dipublikasi dan dikembangkan. Metode-metode tersebut antara lain metode Storie (1978), Pierce *et al.* (1983), Kiniry *et al.* (1983), Gale *et al.* (1991), Milner *et al.* (1996), dan Delgado dan Lopez (1998). Sebagian besar metode-metode ini dalam banyak kasus, tidak dapat digunakan di luar wilayah studi karena hanya digunakan untuk seri tanah atau untuk tanaman tertentu sehingga aplikasinya terbatas dalam perkiraan produktivitas.

Menurut Urkurkar *et al.* (2010), setiap indeks produktivitas hasil pengukuran dari metode yang telah ada saat ini hanya perkiraan dan hal itu selalu dipengaruhi oleh praktek-praktek penggunaan lahan. Produktivitas tanah mudah

dan cepat diubah oleh aktivitas manusia, khususnya praktek pengelolaan tanah seperti irigasi dan drainase, sehingga saat ini tidak ada metode indeks produktivitas yang secara akurat dapat menilai produktivitas tanah. Penilaian indeks produktivitas alami yang lebih baik, lebih universal dan dapat diterapkan secara luas diperlukan untuk melengkapi metode-metode yang telah ada. Salah satu alternatif untuk menilai indeks produktivitas tanah adalah melalui perkiraan produktivitas tanah berbasis *Soil Taxonomy*.

Indeks Produktivitas (IP) berbasis *Soil Taxonomy* ialah suatu metode baru yang dikembangkan untuk penilaian indeks produktivitas tanah dengan didasarkan pada sifat-sifat atau karakteristik tanah yang relatif tetap dalam *Soil Taxonomy* sebagai pembatas dasar nilai produktivitas. Metode ini menggunakan informasi atau karakteristik tersebut dikarenakan klasifikasi tanah adalah sifat yang tidak mudah berubah (setidaknya dalam jangka pendek) akibat adanya pemupukan, budidaya, atau irigasi. Metode IP berbasis *Soil Taxonomy* ini telah digunakan di beberapa negara khususnya di Michigan. Hasil menunjukkan bahwa untuk 1.000 area atau lahan, rata-rata IP dari lahan yang dibudidayakan secara signifikan lebih tinggi yaitu 10,94 dibandingkan dengan area berhutan yang hanya 7,77 (Schaetzl *et al.*, 2012).

Permasalahan yang ada ialah metode IP berbasis *Soil Taxonomy* masih sangat terbatas dan hanya dilakukan di negara Amerika untuk komoditas tanaman pangan. Berdasarkan permasalahan tersebut, verifikasi metode ini sangat diperlukan pada jenis tanah dan kondisi lingkungan yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa metode IP berbasis *Soil Taxonomy* dapat diuji dan dikembangkan lebih lanjut di wilayah Indonesia. Penilaian indeks produktivitas tanah dengan metode yang akurat untuk lahan budidaya dapat membantu para pelaku usahatani untuk melakukan pengelolaan yang sesuai dengan kondisi tanah di area budidaya tersebut. Berdasarkan informasi nilai indeks produktivitas tanah yang ada, produktivitas tanaman budidaya dapat dikontrol sehingga produksi yang dihasilkan menjadi optimum.

1.2 Rumusan Masalah

Produktivitas tanah dalam suatu periode tertentu umumnya sangat berhubungan dengan sistem manajemen lahan dan sangat mempengaruhi hasil tanaman. Produktivitas tanah dapat diketahui melalui penilaian indeks produktivitas tanah dengan berbagai metode. Metode penilaian indeks produktivitas yang ada saat ini aplikasinya sangat terbatas dan hanya spesifik untuk lokasi yang telah diidentifikasi sehingga tidak bisa digunakan di tempat lain yang memiliki kondisi berbeda. Salah satu metode terbaru penentuan indeks produktivitas dasar adalah berbasis *Soil Taxonomy* dengan memanfaatkan sifat-sifat tanah yang melekat pada setiap tingkat taksa tanah. Sifat-sifat tanah ini relatif stabil dan dianggap sangat berpengaruh terhadap hasil tanaman. Metode indeks produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* merupakan metode baru yang dipublikasikan tahun 2012 dan telah dilakukan verifikasi kesahihan metode untuk tanaman pangan di Amerika. Sementara itu, verifikasi korelasi metode ini dengan tanaman perkebunan komersial khususnya kopi robusta belum ada. Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk membuktikan bahwa sifat-sifat tanah yang dimanifestasikan oleh indeks produktivitas dalam metode indeks produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* memiliki hubungan dengan produktivitas tanaman kopi robusta.

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

1. Menentukan indeks produktivitas beberapa ordo tanah perkebunan kopi berbasis sifat-sifat yang melekat pada sistem *Soil Taxonomy*.
2. Mengetahui korelasi indeks produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* dengan produktivitas tanaman kopi, khususnya kopi robusta.

1.3.2 Manfaat

Memperkaya bukti lapangan untuk mendukung verifikasi metode indeks produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* pada komoditi perkebunan khususnya tanaman kopi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produktivitas Tanah

Produktivitas tanah merupakan kapasitas tanah awal untuk menghasilkan sejumlah tanaman per hektar per tahun (Riquier *et al.*, 1970). Menurut Agber dan Anjembe (2012), produktivitas tanah adalah kemampuan tanah untuk menghasilkan suatu tanaman yang sedang diusahakan dengan sistem pengelolaan tertentu. Aspek pengelolaan yang dimaksud misalnya pengaturan jarak tanaman, pemupukan, pengairan, pemberantasan hama/penyakit dan lain-lain (Pierce *et al.*, 1984).

Produktivitas tanah merupakan perwujudan dari semua faktor yang mempengaruhi hasil tanaman (Poerwowidodo, 1993). Menurut Foth (1995), faktor yang terlibat dalam penyusunan konsep produktivitas tanah adalah (1) input (pengelolaan), (2) hasil tanaman (produksi), dan (3) tipe/jenis tanah. Brady dan Weil (1999) menyatakan bahwa produktivitas tanah merupakan kapasitas tanah untuk menghasilkan tanaman dan harus dinyatakan dalam bentuk hasil panen.

Produktivitas tanah dapat dihitung sebagai fungsi matematis dari kemampuan tanah untuk mempertahankan tanaman secara cukup (El-Nady, 2015). Neill (1979) memperkenalkan suatu model pengukuran produktivitas tanah yang dikenal dengan indeks produktivitas. Indeks produktivitas memberikan skala tunggal di mana tanah dapat dinilai kesesuaiannya untuk produksi tanaman (Imoro *et al.*, 2012). Metode prediksi indeks produktivitas tanah telah menjadi topik diskusi hangat sejak awal 1990an (Milner *et al.*, 1996). Banyak penelitian telah dilakukan mengenai seleksi dan pembuatan sistem indeks produktivitas tanah terutama yang terkait langsung dengan faktor pertumbuhan.

2.2 Indeks Produktivitas Tanah Berbasis *Soil Taxonomy*

Indeks Produktivitas (IP) berbasis *Soil Taxonomy* merupakan suatu metode baru pengukuran indeks produktivitas tanah yang menggunakan informasi pada setiap tingkat taksa *Soil Taxonomy*. Informasi tersebut yaitu interpretasi sifat-sifat dalam *Soil Taxonomy* yang cenderung berhubungan dengan rendah atau tingginya

produktivitas tanah. Metode IP berbasis *Soil Taxonomy* umumnya memiliki aplikasi luas dan cocok diterapkan pada skala lanskap karena metode ini tidak memerlukan jumlah data yang berlebihan misalnya pH, bahan organik, atau KTK. Nilai indeks produktivitas dalam metode IP berbasis *Soil Taxonomy* disusun dalam peringkat tanah dengan nilai IP mulai dari 0 (tidak produktif) sampai 19 (yang paling produktif) (Schaetzl *et al.*, 2012).

Dasar metode IP berbasis *Soil Taxonomy* dalam menentukan nilai indeks produktivitas awal untuk 12 ordo tanah adalah sifat-sifat tanah meliputi: (1) kandungan bahan organik, (2) KTK, dan (3) mineral lempung, serta pengetahuan umum tentang penggunaan lahan pada masing-masing ordo. Ordo tanah yang secara intensif diolah dan telah menunjukkan sejarah panjang tentang pengelolaan lahan dan produktivitas yang berhasil, misalnya, Mollisols, Vertisols, dan Histosols, diberi nilai IP dasar yang tinggi. Berikutnya, nilai-nilai peubah yang ditetapkan untuk setiap sub ordo, grup dan sub grup merupakan karakteristik tanah yang dinilai dapat mempengaruhi produktivitas. Secara keseluruhan, metode ini telah mengembangkan nilai IP untuk lebih dari 2.450 sub grup yang dikenal dalam *Soil Taxonomy* (Schaetzl *et al.*, 2012).

2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Soil Taxonomy*

Klasifikasi tanah ialah kegiatan pengelompokan jenis tanah berdasarkan kesamaan karakteristik ke dalam kelas-kelas tertentu (Hardjowigeno, 1993). Tujuan umum klasifikasi tanah yaitu mengelompokkan tanah secara teratur (sistematik) sesuai hubungannya dengan tanaman, baik mengenai produksi maupun perlindungan kesuburan tanah (Darmawijaya, 1997). Pengetahuan mengenai sifat, ciri, asal serta penyebaran masing-masing jenis tanah melalui klasifikasi sangat berguna bagi pemakai tanah seperti petani. Pentingnya ilmu klasifikasi tanah memudahkan kita untuk mengenal, mengingat dan memanfaatkan informasi mengenai :

1. Sifat dan kemampuan setiap jenis tanah
2. Hubungan antara jenis tanah dan tanaman
3. Hubungan jenis tanah satu dengan yang lain

4. Dasar-dasar pembentukan jenis tanah (Darmawijaya, 1997).

Ada banyak sistem klasifikasi yang berkembang di dunia, salah satunya adalah sistem klasifikasi *Soil Taxonomy* atau taksonomi tanah oleh USDA (Panjaitan, dkk, 2015). Sistem klasifikasi ini memiliki keistimewaan terutama dalam hal penamaan atau tata nama, definisi-definisi horizon penciri dan beberapa sifat penciri lain yang digunakan untuk menentukan jenis tanah (Rayes, 2007).

Soil Taxonomy terdiri dari enam kategori dengan sifat-sifat faktor pembeda yaitu ordo, sub ordo, grup, sub grup, famili dan seri. Faktor pembeda merupakan sifat-sifat tanah hasil proses pembentukan tanah atau faktor lain yang besar pengaruhnya terhadap proses pembentukan tanah. Kategori ordo sampai sub grup disebut kategori tinggi sedangkan kategori famili dan seri disebut kategori rendah (Hardjowigeno, 1993).

2.3.1 Alfisol

Alfisol terbentuk dari bahan induk yang mengandung karbonat. Alfisol umumnya berkembang dari batu kapur, olivin, tufa dan lahar (Munir, 1996). Alfisol merupakan tanah yang relatif muda, masih banyak mengandung mineral primer yang mudah lapuk, mineral liat kristalin dan kaya unsur hara (Hardjowigno, 1993). Tanah Alfisol biasanya terbentuk pada daerah hutan tanaman berkayu keras (Tan, 2000). Alfisol dapat ditemukan di daerah beriklim kering maupun basah (Munir, 1996).

Alfisol merupakan tanah yang telah berkembang dan terbentuk melalui proses kombinasi antara podsolisasi dan laterisasi pada daerah iklim basah (Soil Survei Staf, 2014). Curah hujan yang cukup tinggi menggerakkan lempung turun ke bawah dan membentuk horizon argilik. Horizon argilik merupakan horizon atau lapisan tanah yang terbentuk akibat terjadinya akumulasi liat. Menurut Hardjowigeno (1993), Alfisol merupakan tanah-tanah dimana terjadi penimbunan liat di horizon bawah yang berasal dari horizon di atasnya, akibat proses pencucian bersama gerakan air perkolasi.

Alfisol memiliki karakteristik umum berdasarkan horizon penciri, sifat fisika dan sifat kimia tanahnya. Horizon penciri Alfisol yaitu horizon argilik

dengan epipedon okrik (Munir1996). Urutan horizon yang tipikal adalah: A, E, Bt, BC, C. Alfisol memiliki ciri penting antara lain : (a) perpindahan dan akumulasi liat di horizon B membentuk horizon argilik pada kedalaman 23-74 cm, (b) kemampuan memasok kation basa sedang hingga tinggi yang memberikan bukti adanya pelindian/pencucian sedang, (c) tersedianya air cukup untuk pertumbuhan tanaman selama tiga bulan atau lebih (Soil Survei Staf, 2014).

Sifat fisika yang menjadi ciri tanah Alfisol meliputi tekstur dan warna tanah. Tekstur tanah Alfisol cukup kasar dan cukup licin atau memiliki kandungan liat berpasir, lempung berliat, lempung liat berpasir serta lempung berdebu pada kedalaman 0-20 cm. Lebih dalam lagi pada 20-40 cm, tekstur Alfisol mulai halus, ditandai dengan kandungan liat berdebu dan liat sehingga membuat tekstur tanah menjadi licin dan lengket sekali. Hal itu menunjukkan bahwa kadar liat hingga kedalaman 20 cm lebih rendah dibandingkan dengan 20-40 cm. Alfisol memiliki warna coklat kemerahan hingga merah gelap. Warna Alfisol yang cenderung coklat hingga merah ini dikarenakan adanya kandungan kadar besi yang cukup tinggi akibat proses oksidasi (Wijanarko, dkk., 2007).

Sifat kimia tanah Alfisol meliputi kejenuhan basa, pH, bahan organik, dan KTK. Alfisol mempunyai kejenuhan basa tinggi (50%) (Miller dan Donahue, 1990). pH tanah H₂O dapat bersifat masam sampai netral. Semakin dalam tanah alfisol maka nilai pH H₂O akan semakin asam. Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan nilai pH tanah H₂O adalah pencucian basa-basa ke lapisan yang lebih dalam. Status C-organik pada tanah alfisol memiliki nilai rata-rata sebesar 1,6 % (rendah), namun ada beberapa lokasi di Jawa Tengah yang kandungan C-organik nya lebih dari 2% (Wijanarko, dkk., 2007). Kapasitas Tukar Kation (KTK) dari Alfisol memiliki status sedang hingga tinggi pada beberapa wilayah (Hardjowigeno, 1993). Peningkatan nilai KTK pada setiap kedalaman disebabkan adanya pencucian basa-basa dan bahan organik (Wijanarko, dkk., 2007). Alfisol di Jawa Timur sebagian besar memiliki kandungan unsur mikro yang tinggi (Taufiq, 2001).

Alfisol secara potensial termasuk tanah yang subur karena memiliki sifat fisika dan kimia tanah yang relatif baik (Buckman dan Brady, 1998). Tanah alfisol

memiliki kesuburan rendah apabila tanah mengalami kekurangan N dan P, keracunan Al dan Mn, serta kekurangan Ca, Mg, K dan Mo (Radjaguguk, 1983). Tingkat kesuburan Alfisol juga bisa dilihat dari nilai Kapasitas Tukar Kation. Semakin tinggi nilai KTK, berarti semakin subur Alfisol tersebut.

Optimalisasi penggunaan tanah Alfisol untuk budidaya dan peningkatan produksi memerlukan usaha-usaha intensifikasi seperti pemupukan dan pemeliharaan tanah (Hardjowigeno, 1987). Pemupukan P dan K serta peningkatan kandungan C-organik dapat meningkatkan kesuburan pada tanah Alfisol (Wijanarko, dkk., 2007). Menurut Darmawijaya (1997), tanah Alfisol dapat ditanami tanaman pangan dan buah-buahan secara intensif bila mendapatkan air yang cukup.

Alfisols dalam *Soil Taxonomy* terbagi menjadi 5 sub ordo (Soil Survei Staf, 2014) diantaranya :

a. Aqualfs

Alfisols yang mempunyai kondisi akuik pada sebagian waktu dalam tahun-tahun normal dan pada satu horizon. Aqualfs memiliki 11 grup tanah, yaitu: Cryaqualfs, Plinthaqualfs, Duraqualfs, Natraqualfs, Fragiaqualfs, Kandiaqualfs, Vermaqualfs, Albaqualfs, Glossaqualfs, Epiaqualfs dan Endoaqualfs.

b. Cryalfs

Alfisols yang memiliki rejim suhu tanah cyrik atau isofrigid. Grup dalam Cryalfs ada 3, yaitu: Palecryalfs, Glossocryalfs dan Haplocryalfs.

c. Ustalfs

Alfisols yang memiliki rejim kelembaban ustik. Kejenuhan biasanya mencerminkan kemungkinan adanya penambahan basa-basa dari debu atau hujan. Ustalfs memiliki 8 grup, meliputi: Durustalfs, Plinthualfs, Natrualfs, Kandiustalfs, Kanhaplustalfs, Paleustalfs, Rhodustalfs dan Haplustalfs.

d. Xeralfs

Alfisols yang memiliki rejim kelembaban xerik. Grup pada sub ordo Xeralfs ada 7, yaitu: Durixeralfs, Natrixeralfs, Fragixeralfs, Plinthoxeralfs, Rhodoxeralfs, Palexeralfs dan Haploxeralfs.

e. Udalfs

Udalfs mempunyai drainase yang baik, rezim airnya udik dan rezim suhunya frigid, mesik, isomesik atau lebih hangat. Beberapa Udalfs mempunyai horison natrik, lainnya mempunyai fragipan di dalam atau di bawah horison argillik atau kandik. Terdapat 8 grup yang ada di dalam udalfs, yaitu: Natrudalfs, Ferrudalfs, Fraglossudalfs, Fragiudalfs, Kandiudalfs, Paleudalfs, Rhodudalfs dan Glossudalfs.

2.3.2 Inceptisol

Inceptisol merupakan ordo tanah yang memiliki persebaran luas di Indonesia yaitu sekitar 20,75 juta ha (37,5%) dari wilayah daratan Indonesia (Muyassir, dkk., 2012). Inceptisol berkembang dari bahan induk batuan beku, sedimen dan metamorf (Munir, 1996). Inceptisol merupakan tanah muda yang mengalami tahap perkembangan lebih lanjut namun belum matang. Inceptisol dicirikan oleh adanya pencucian hara atau liat pada lapisan atas dan penimbunan bahan-bahan tersebut pada lapisan bawah yang belum intensif (Hardjowigeno, 1993).

Ciri utama Inceptisol yaitu terdapat lapisan A, B dan C sehingga solum tanah dalam. Urutan horizon biasanya A, Bw, C (Aydinalp dan Fitzpatrick, 2003). Horizon bawah sebagian besar merupakan horizon kambik. Inceptisol mempunyai horizon yang telah mengalami perubahan, tetapi tidak cukup untuk menjadi horizon iluvial (Marno, 2013). Proses iluviasi (penimbunan liat dalam horizon B) pada tanah Inceptisol masih relatif rendah, sehingga horizon argilik belum terbentuk dan yang dijumpai adalah horizon kambik (Munir, 1996). Inceptisol mungkin mempunyai banyak macam horizon penciri, tetapi tidak ada horizon argillik, natrik, kandik, spodik dan oksik. Inceptisol adalah tanah-tanah dari daerah dingin atau sangat panas, lembab, sub lembab dan yang mempunyai horison kambik dan epipedon okrik (Soil Survei Staf, 2014).

Inceptisol memiliki sifat fisika dan sifat kimia yang beragam. Tekstur tanah kasar hingga halus tergantung pada tingkat pelapukan bahan induknya (Munir, 1996). Kedalaman solum tanah dangkal hingga dalam, di dataran rendah

pada umumnya dalam, sedangkan pada daerah berlereng solurnya tipis (Arviandi, dkk., 2015). pH tanah tergolong masam sampai agak masam (4.6-5.5), dan agak masam sampai netral (5,6-6,8) (Damanik, dkk., 2011). Bahan organik sebagian rendah sampai sedang dan sebagian lagi sedang sampai tinggi, dimana lapisan atas selalu lebih tinggi daripada lapisan bawah (Puslittanak, 2000). Kapasitas Tukar Kation (KTK) sedang sampai tinggi disemua lapisan (Nurdin 2012).

Secara umum, kesuburan dan sifat kimia Inceptisol relatif rendah, akan tetapi masih dapat diupayakan untuk ditingkatkan dengan penanganan dan teknologi yang tepat (Sudirja, 2007). Peningkatan kualitas tanah Inceptisol perlu ditingkatkan secara maksimal khususnya untuk tanah yang telah mengalami pengelolaan intensif. Tanah-tanah ini mempunyai kadar unsur hara esensial yang rendah, terutama unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sehingga untuk meningkatkan produktivitasnya diperlukan penambahan unsur hara (Muyassir, dkk., 2012).

Inceptisol dalam *Soil Taxonomy* terbagi menjadi 6 sub ordo (Soil Survei Staf, 2014) diantaranya :

a. Aquepts

Inceptisol yang mempunyai kondisi akuik selama beberapa waktu. Aquepts memiliki 10 grup tanah, yaitu: Sulfaquepts, Petraquepts, Halaquepts, Fragiaquepts, Gelaquepts, Cryaquepts, Vermaquepts, Humaquepts, Epiaquepts dan Endoaquepts.

b. Gelepts

Inceptisol yang memiliki rejim suhu tanah gelik. Grup dalam Gelepts ada 3, yaitu: Humigelepts, Dystrogelepts dan Haplogelepts.

c. Cryepts

Inceptisol yang memiliki rejim suhu tanah cryik. Grup dalam Cryepts ada 4, yaitu: Humicryepts, Calcicryepts, Dystrocryepts dan Haplocryepts.

d. Ustepts

Inceptisols yang memiliki drainase bagus dan mempunyai rezim air tanah ustik. Vegetasi alamiah biasanya berupa rumput atau pohon. Ustepts memiliki

5 grup, meliputi: Durustepts, Calciustepts, Humustepts, Dystrustepts dan Haplustepts.

e. Xerepts

Inceptisol yang memiliki rejim kelembaban xerik. Grup pada sub ordo Xerepts ada 6, yaitu: Durixerepts, Fragixerepts, Humixerepts, Calcixerepts, Dystroxerepts, dan Haploxerepts.

f. Udepts

Udepts mempunyai drainase yang baik dan rezim air tanahnya udik. Vegetasi kebanyakan tanaman hutan berkayu keras. Terdapat 6 grup yang ada di dalam udalfs, yaitu: Sulfudepts, Durudepts, Fragiudepts, Humudepts, Eutrudepts dan Dystrudepts.

2.3.3 Entisol

Entisol merupakan tanah yang baru mulai terbentuk sehingga belum banyak mengalami perkembangan. Entisol dicirikan oleh bahan mineral tanah yang belum membentuk horizon pedogenik, karena pelapukan baru diawali (Foth, 1998). Entisol terbentuk dari bahan induk yang sukar lapuk seperti pasir kuarsa, atau dari batuan keras yang larutnya lambat seperti batu gamping, atau topografi sangat miring sehingga kecepatan erosi melebihi pembentukan horizon pedogenik (Darmawijaya, 1997). Tanah diklasifikasikan sebagai tanah entisol apabila perkembangan yang terjadi tidak hanya berupa bahan induk tanah saja tetapi harus terjadi proses pembentukan tanah yang menghasilkan epipedon okrik (Hardjowigeno, 1993).

Beberapa contoh entisol antara lain tanah yang berkembang dari bahan alluvial muda berlapis-lapis tipis, tanah yang berkembang di atas batuan beku dengan solum dangkal dan tanah yang berkembang pada kondisi yang sangat basah atau sangat kering (Munir, 1996). Ciri utama tanah Entisol yaitu tidak memiliki horizon penciri, hanya terdapat lapisan A kemudian diikuti lapisan C atau R sehingga disebut tanah yang masih muda. Urutan horizon cukup sedikit yaitu hanya horizon A dan horizon C, tidak ada horizon B (Tan, 2000).

Entisol mempunyai sifat kimia yang bervariasi, baik pH, bahan organik dan KTK. pH tanah entisol bermacam-macam mulai dari asam, netral sampai alkalin (2,5 sampai 8,5). Bahan organik tergolong rendah dan biasanya kurang dari 1%. Kejenuhan basa sedang hingga tinggi dengan KTK beragam, karena tergantung pada jenis mineral liat yang mendominasi (Munir, 1996).

Entisol mempunyai kadar lempung rendah dan struktur remah sampai berbutir sehingga menyebabkan tanah tersebut mudah melewatkan air dan hilang karena perkolasi (Jamilah, 2003). Tanah ini mempunyai konsistensi lepas-lepas, tingkat agregasi rendah dan peka terhadap erosi (Utami dan Handayani, 2003). Tanah yang bertekstur kasar memiliki kadar bahan organik dan nitrogen yang lebih rendah dibandingkan tanah yang bertekstur lebih halus karena kadar air pada tanah bertekstur kasar lebih sedikit dan kemungkinan oksidasinya lebih tinggi (Munir, 1996).

Entisol banyak digunakan untuk lahan pertanian baik tanaman pangan maupun tanaman perkebunan. Penggunaan ini membuat tanah entisol semakin lama semakin menurun kualitasnya akibat terkurasnya ketersediaan unsur hara dan bahan organik tanah. Entisol yang berasal dari abu vulkan kaya akan hara tetapi belum tersedia (Utami dan Handayani, 2003). Menurut Arifin (2011), ketersediaan unsur hara pada tanah entisol umumnya rendah karena sebagian unsur hara masih terikat dalam bentuk mineral.

Entisol dalam *Soil Taxonomy* dibagi menjadi 5 sub ordo (Soil Survei Staf, 2014), yaitu :

- a. Wassents yaitu Entisol yang sangat jenuh air pada permukaan tanah selama lebih dari 21 jam setiap hari pada seluruh tahun. Sub ordo Wassent memiliki 6 grup yaitu Frasiwassents, Psammowassents, Sulfiwassents, Hydrowassents, Fluviwassents dan Haplowassents.
- b. Aquents yaitu Entisol yang mempunyai bahan sulfidik pada kedalaman ≤ 50 cm dari permukaan tanah mineral atau selalu jenuh air dan pada semua horizon dibawah 25 cm terdapat hue dominan netral atau biru dari 10 Y dan warna-warna yang berubah karena teroksidasi oleh udara. Jenuh air selama beberapa waktu setiap tahun atau didrainase secara buatan (Hardjowigeno, 1993).

- Aquents dibagi menjadi 8 grup yaitu Sulfaquents, Hydraquents, Cryaquents, Gelaquents, Psammaquents, Fluvaquents, Epiaquents dan Endoaquents.
- c. Psamments merupakan Entisols yang sangat berpasir. Grup pada sub ordo Psamment ada 6 yaitu Cryopsamments, Torripsamments, Quartzipsamments, Ustipsamments, Xeropsamments dan Udipsamments.
 - d. Fluvents, Entisols aluvial yang lazim ditemukan di dataran banjir. 6 grup pada Fluvents antara lain Gellifluvents, Cryofluvents, Xerofluvents, Ustifluvents, Torrifluvents dan Udifluvents.
 - e. Orthents adalah Entisols yang tidak memenuhi kriteria sub-ordo lainnya. Sub ordo Orthents memiliki 6 grup meliputi Gelorthents, Cryorthents, Torriorthents, Xerorthents, Ustorhents dan Udorthents.

2.4 Sifat – Sifat Spesifik Tanah yang Mempengaruhi Nilai IP

Sifat-sifat tanah yang dimaksud adalah sifat spesifik tanah pada setiap tingkat taksa tanah mengacu pada peubah IP dalam metode IP berbasis *Soil Taxonomy*. Sifat-sifat tersebut menurut Soil Survei Staf (2014) dan Hardjowigeno (1993) antara lain sebagai berikut:

- a. Acric : tanah yang mengalami pelapukan lanjut sehingga termasuk tanah tua dan kesuburannya rendah
- b. Andic : mengandung banyak mineral mudah lapuk seperti gelas vulkanik, feldspar, atau mineral fero-magnesium
- c. Anthropic : horison yang telah mengalami perubahan karena campur tangan aktivitas manusia. Didapatkan ciri seperti mollic namun memiliki kadar fosfat yang sangat tinggi sebagai akibat dari pemakaian tanah berulang-ulang (lebih dari 250 ppm P_2O_5 larut dalam asam sitrat)
- d. Argilic : horison penimbunan liat atau horison B yang paling sedikit mengandung 1,2 kali lebih banyak dari pada liat di atasnya, dan terdapat selaput liat. Terbentuk oleh illuviasi lempung
- e. Calcic : horison illuviasi dari akumulasi karbonat, ketebalan calcic lebih dari 15 cm atau lebih yang mengandung karbonat dalam bentuk $CaCO_3$ atau $MgCO_3$ sekunder tinggi. Kandungan karbonat $\geq 5\%$, kadar liat $\leq 18\%$

- f. Duripan : horison bawah permukaan yang memadas paling sedikit setengahnya dengan perekat SiO_2 , tersementasikan oleh silika illuvial dan tidak mudah hancur dengan air atau HCl
- g. Dystric : mempunyai kejenuhan basa rendah, sebesar $<15 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ dalam fraksi tanah halus, pada satu horison atau lebih dengan ketebalan 60 cm di dalam 75 cm dari permukaan tanah mineral atau lapisan organik dengan sifat tanah andik, yang mana saja yang lebih dangkal
- h. Eutric : kejenuhan basa tinggi, satu horison atau lebih dengan ketebalan total 15 cm yang keseluruhannya mengandung jumlah basa-basa teresktrak $>25 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ di dalam fraksi tanah halus diantara kedalaman 25 cm dan 75 cm dari permukaan tanah mineral atau batas atas tanah organik
- i. Fluvisc : horison yang terbentuk di dataran banjir, pada kedalaman 25 cm dari permukaan tanah.
- j. Fragipan : lapisan tanah bawah permukaan yang membatasi aliran air dan penetrasi akar, mempunyai ketebalan 15 cm atau lebih, rapuh bila lembab tetapi sangat keras bila kering
- k. Gelic : tanah yang memiliki suhu tanah rata-rata tahunan 0°C atau lebih rendah
- l. Halic : sifat tanah yang mengandung garam, mempunyai daya hantar listrik sebesar 30 dS/m
- m. Histic : horison permukaan yang mengandung bahan organik tinggi lebih dari 20% (tergantung kandungan lempung), mengalami jenuh air selama 30 hari/tahun selama beberapa tahun kecuali jika dibuat saluran pengatusan
- n. Humic : horison yang berhumus, memiliki bahan organik halus
- o. Kandic : adanya gejala iluviasi liat, kandungan liat tinggi dan KTK rendah ($<6 \text{ mol/kg}$). Horison ini memiliki persentase liat meningkat antara 4-20% dari horison permukaan, ketebalan $>30 \text{ cm}$; atau $>15 \text{ cm}$ jika dibawahnya terdapat kontak densik, litik, paralitik atau petroferrik
- p. Melanic : horison permukaan yang punya sifat tanah andik tebal $>30 \text{ cm}$, berwarna gelap (value dan chroma < 2), kandungan C-organik $>6\%$

- q. Mollic : horison permukaan yang memiliki sifat kuat pada strukturnya, namun tetap lembut saat kering
- r. Nadur : gabungan antara natrik dan duripan
- s. Pale : perkembangan tanah sangat lanjut
- t. Petrocalcic : horison illuvial dari kalsium karbonat sekunder yang telah tersementasi atau mengeras (indurasi) dengan atau tanpa silika atau bahan sementasi lainnya
- u. Placic : horison padas yang tipis berwarna hitam sampai merah gelap
- v. Plagic : memiliki ketebalan lebih dari 50 cm, warna hitam, terbentuk karena pemupukan organik atau pupuk kandang yang terus menerus ketebalan >50 cm
- w. Plintit : campuran liat dan kuarsa yang telah mengalami pelapukan lanjut, banyak karatan merah dan mengeras secara irreversible karena keadaan basah dan kering yang berganti-ganti
- x. Psament : mempunyai fragmen batuan dan tekstur pasir halus berlempung atau lebih kasar sebesar kurang dari 35% (berdasarkan volume) pada seluruh lapisan didalam penampang kontrol kelas besar butirnya
- y. Quartz : kandungan pasir kuarsa tinggi
- z. Rend : rendzina, tanah yang dihasilkan dari pelapukan bebatuan kapur yang ada di daerah yang curah hujannya cukup tinggi. Warnanya kehitaman serta sangat miskin unsur hara
- aa. Salic : horison penciri dengan akumulasi garam yang terlarutkan
- bb. Sombric : horison berwarna gelap, dengan sifat-sifat seperti epipedon umbrik, terjadi dan terbentuk sebagai hasil iluviasi humus, tetapi tidak disebabkan oleh natrium
- cc. Sulfic : horison bawah-permukaan tanah mineral atau organik, kaya akan senyawa belereng dengan reaksi tanah sangat masam
- dd. Vitric : tanah yang terdapat gelas volkan

2.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

- Ho = Indeks produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* tidak memiliki hubungan yang nyata dengan produktivitas tanaman kopi robusta.
- Ha = Indeks produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* memiliki hubungan yang nyata dengan produktivitas tanaman kopi robusta.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

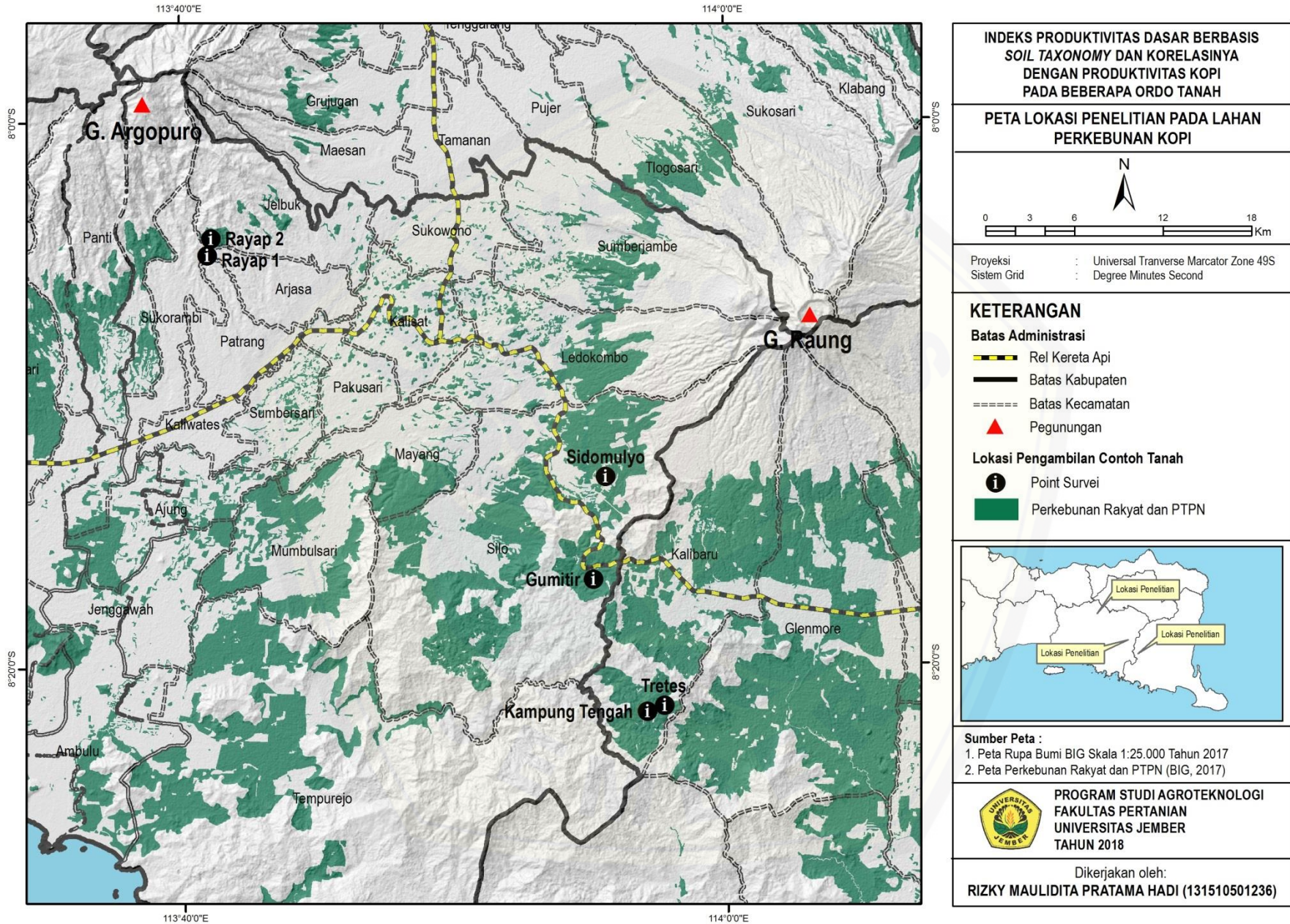
Penelitian lapang dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2017, sedangkan analisis tanah dan pengolahan data indeks produktivitas dilakukan pada bulan Oktober sampai November 2017.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di 3 perkebunan kopi robusta milik PTPN XII dan 1 perkebunan kopi rakyat (Tabel 3.1). Analisis sifat fisika dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah serta Laboratorium Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Tabel 3.1. Lokasi Penelitian dan Perkiraan Jenis Tanah

Perkebunan Kopi Robusta		Lokasi	Perkiraan Jenis Tanah
1. Kopi Rakyat	Kebun Kopi Rakyat Sidomulyo	Silo, Jember	Entisol/Inceptisol
2. PTPN XII	1. Kebun Renteng, Afdeling Rayap	Arjasa, Jember	Inceptisol/Alfisol
	2. Kebun Malang Sari	Kalibaru, Banyuwangi	Alfisol
	3. Kebun Gunitir	Silo, Jember	Inceptisol/Alfisol



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan untuk pengamatan/pencanderaan profil tanah adalah alat tulis, pisau lapang, cangkul, meteran, *Munsell Soil Color Chart*, abneylevel, pH indikator dan GPS.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : profil tanah di wilayah penelitian, kemikalia untuk analisis profil tanah (HCl 1 N, H₂O₂ 1 N, H₂O 1 N, KCl 1 N, NaF 1 N), plastik, kertas manila, dan label.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan secara bergantian pada masing-masing lokasi. Lokasi pertama yang diteliti yaitu kebun kopi Sidomulyo, kemudian kebun kopi Rayap, dilanjutkan kebun kopi Malangsari dan terakhir kebun kopi Gunitir. Pelaksanaan penelitian meliputi 5 tahap, yaitu survei pendahuluan (observasi awal), survei lapang, analisis tanah di laboratorium, penentuan indeks produktivitas tanah, dan pengolahan data.

3.3.1 Survei Pendahuluan (Observasi Awal)

Survei pendahuluan terdiri atas dua kegiatan yaitu persiapan dan penentuan titik pembuatan profil. Persiapan meliputi kegiatan menyiapkan peralatan survei dan peninjauan lokasi penelitian. Penentuan titik dilakukan setelah persiapan dengan menentukan satu titik lokasi penampang profil secara representatif. Penentuan lokasi didasarkan pada kesesuaian titik lokasi dengan kondisi biofisik lahan yang dapat mewakili luasan jenis tanah pada wilayah atau kebun tersebut.

3.3.2 Survei Lapang

1. Pembuatan profil tanah di lokasi penelitian ukuran 1 m x 1,5 m dengan kedalaman ± 100 cm.
2. Pencanderaan profil tanah dan pengamatan morfologi tanah meliputi :

- pemberian batas lapisan/horizon sesuai dengan perbedaan yang ditunjukkan secara visual seperti warna, struktur, kekerasan dan tekstur
 - pengukuran kedalaman setiap lapisan
 - penentuan jenis horizon sesuai karakteristik dan peralihan lapisan tanah
 - analisis sifat fisika dan kimia tanah per lapisan atau horizon berdasarkan metode selidik cepat tanah di lapang
 - pencatatan hasil pengamatan profil tanah pada *boardlist* pengamatan profil
 - penentuan jenis tanah dan karakteristik pendukung lainnya berdasarkan *Soil Taxonomy* sampai tingkat sub grup (Soil Survei Staf, 2014)
3. Pengambilan contoh tanah terusik pada setiap lapisan/horizon untuk kepentingan analisis sifat tanah di laboratorium.
 4. Pengumpulan data pendukung meliputi data iklim (curah hujan), data manajemen lahan, dan data produksi kopi.

3.3.3 Analisis Tanah di Laboratorium

Kegiatan analisis di laboratorium meliputi :

- pH tanah dengan metode pH meter
- Bahan Organik dengan metode Kurmis
- KTK dengan metode Kolorimeter (NH_4OAc)
- Tekstur dengan metode Pipet

3.3.4 Penentuan Indeks Produktivitas Tanah

Nilai indeks produktivitas tanah ditentukan dengan metode Indeks Produktivitas berbasis *Soil Taxonomy* (Schaetzl *et al.*, 2012), seperti dijelaskan pada Tabel 3.2.

IP dihitung dengan rumus :

$$IP = \text{nilai dasar IP (tingkat ordo)} \pm \text{peubah sub ordo} \pm \text{peubah grup} \pm \text{peubah sub grup}$$

Keterangan :

- + : sifat yang meningkatkan produktivitas
- : sifat yang menurunkan produktivitas

Tabel 3.2. Metode Penentuan IP berbasis *Soil Taxonomy*

Ordo*	Sub Ordo*	Grup*	IP
Entisol	1. Aquepts	Sulfaquepts	...
		Psammaquepts	...
	
		Endoaquepts	...
	2. Psamments	Cryopsamments	...
		Quartzipsamments	...
	
		Udipsamments	...
	3. Orthents	Gelorthents	...
		Cryorthents	...
	
		Udorthents	...
Inceptisol	1. Aquepts	Sulfaquepts	...
		Fragiaquepts	...
	
		Endoaquepts	...
	2. Ustepts	Durustepts	...
		Calciustepts	...
	
		Dystrustepts	...
	3. Udepts	Sulfudepts	...
		Etrudepts	...
	
		Dystrudepts	...
Alfisol	1. Aqualfs	Cryaqualfs	...
		Plinthaqualfs	...
	
		Endoaqualfs	...
	2. Ustalfs	Durustalfs	...
		Plinthustalfs	...
	
		Haplustalfs	...
	3. Udalfs	Natrudalfs	...
		Fragiudalfs	...
	
		Hapludalfs	...

* Nilai peubah IP pada masing-masing taksa mengacu pada Schaetzl *et al.* (2012), dirangkum dalam Tabel 3.3, Tabel 3.4 dan Tabel 3.5.

Tabel 3.3. Nilai Dasar IP untuk 12 Ordo Tanah

Ordo	Nilai Dasar IP	Justifikasi
Histosols	14	Tanah organik, kesuburan tinggi ketika dikeringkan
Mollisols	13	Tinggi kandungan bahan organik pada semua mineral tanah
Vertisols	12	Juga sangat tinggi bahan organik
Andisols	11	Rendah pelapukan dan kaya akan mineral; kebanyakan kaya bahan organik
Alfisols	10	Umumnya rendah bahan organik namun banyak yang cukup subur
Inceptisols	9	Seperti alfisols, tapi biasanya kurang subur
Gelisols	8	Umumnya tanah yang subur, tapi sangat terganggu karena iklim dingin
Spodosols	7	Tanah masam dengan produktivitas minimal, meskipun beberapa memiliki kandungan bahan organik yang besar
Entisols	6	Tanah yang kurang berkembang, biasanya rendah akan bahan organik
Aridisols	5	Bisa jadi subur tapi sangat terganggu oleh iklim kering
Ultisols	4	Aktivitas lempung rendah membatasi produktivitas
Oxisols	3	Tanah teroksidasi dan aktivitas lempung rendah sangat membatasi produktivitas

Tabel 3.4. Peubah Nilai IP pada Sub Ordo*

Nama Peubah Sub Ordo	Perubahan pada IP Dasar	Justifikasi	Ordo yang Terpengaruh
And-	+2	Sifat andik menyiratkan peningkatan produktivitas	Inceptisols
Gel-	+2	Sifat gelik menyiratkan peningkatan bahan organik	Spodosols and Inceptisols
Hist-	+2	Sifat histik menyiratkan peningkatan bahan organik	Gelisols
Hum-	+2	Peningkatan jumlah bahan organik	Spodosols
Anthr-	+1	Pemupukan dan pengaruh manusia cenderung meningkatkan produktivitas secara keseluruhan	Inceptisols
Arg-	+1	Lempung illuvial pada horizon B kemungkinan meningkatkan KTK dan kemampuan menahan air	Aridisols
Calc-	+1	Kalsium merupakan nutrisi yang penting; tanah ini memiliki kelimpahan	Aridisols
Fluv-	+1	Tanah di dataran banjir sering mendapatkan masukan sedimen segar yang kaya humus	Entisols
Rend-	+1	Tinggi kandungan Ca, nutrisi yang penting, pH tinggi pada subsoil	Mollisols
Umb-	+1	Peningkatan jumlah bahan organik	Inceptisols
Vitr-	+1	Kumpulan mineral glassy menaikkan penyimpanan nutrisi dan pertukarannya	Andisols
Dur-	-1	Duripan membatasi dalamnya perakaran	Aridisols
Psamm-	-2	Pasir membatasi KTK dan kapasitas penahan air	Entisols

*Perubahan yang tidak ditampilkan disini tidak berpengaruh pada nilai IP dasar

Tabel 3.5. Peubah Nilai IP pada Grup*

Nama Peubah Grup [^]	Perubahan pada IP Dasar	Justifikasi
And- Gel- Hist- Hum-	+2	Lihat Tabel 3.4.
Eutr-	+2	Menyiratkan produktivitas dan pH tinggi
Moll-	+2	Peningkatan jumlah bahan organik
Plagg-	+2	Menyiratkan pemupukan dan penyampuran yang berkelanjutan
Anthr- Arg- Calc- Calci- Fluv- <i>Umbr</i> - Vitr-	+1	Lihat Tabel 3.4.
Melan-	+1	Menyiratkan warna yang lebih gelap dan peningkatan jumlah bahan organik
Somb-	+1	Menyiratkan akumulasi bahan organik pada tanah bawah
Verm-	+1	Aktivitas cacing umumnya berasosiasi dengan kesuburan tanah yang baik dan kandungan bahan organik yang tinggi
Dur-	-1	Lihat Tabel 3.4.
Acr-	-1	KTK yang tidak normal di Oxisols
Fragi- Fragloss-	-1	Fragipan membatasi kedalaman perakaran dan menyiratkan pH rendah
Hal-	-1	Tinggi akan jumlah sodium menghambat sebagian besar jenis pertumbuhan tanaman
Kand- Kan-	-1	Horizon Kandik ialah berhubungan erat dengan rendahnya produktivitas dan KTK
Natr- Na-	-1	Tinggi akan jumlah sodium menghambat sebagian besar jenis pertumbuhan tanaman
Pale-	-1	Menyiratkan umur tua, pelapukan dan pedogenesis jangka panjang
Petr-	-1	Horizon petrokalsik membatasi kedalaman perakaran
Plac-	-1	Horizon plastik menyiratkan kondisi asam dan membatasi perakaran
Plinth-	-1	Plintit secara inheren tidak subur dan sering membatasi perakaran
Sal-	-1	Tinggi jumlah kandungan garam terlarut menghambat sebagian besar jenis pertumbuhan tanaman
Sphagn-	-1	Histosol yang sangat asam
Sulf-	-1	Bahan yang sangat asam dalam solum
Dur- Psamm-	-2	Lihat Tabel 3.4.
Dystr-	-2	Menyiratkan produktivitas dan pH rendah
Nadur-	-2	Kombinasi dari Natrik (-1) dan Duripan (-1)
Quartz-	-2	Pasir kaya kuarsa secara inheren tidak subur

*Peubah yang tidak ditampilkan disini tidak berpengaruh pada nilai IP dasar

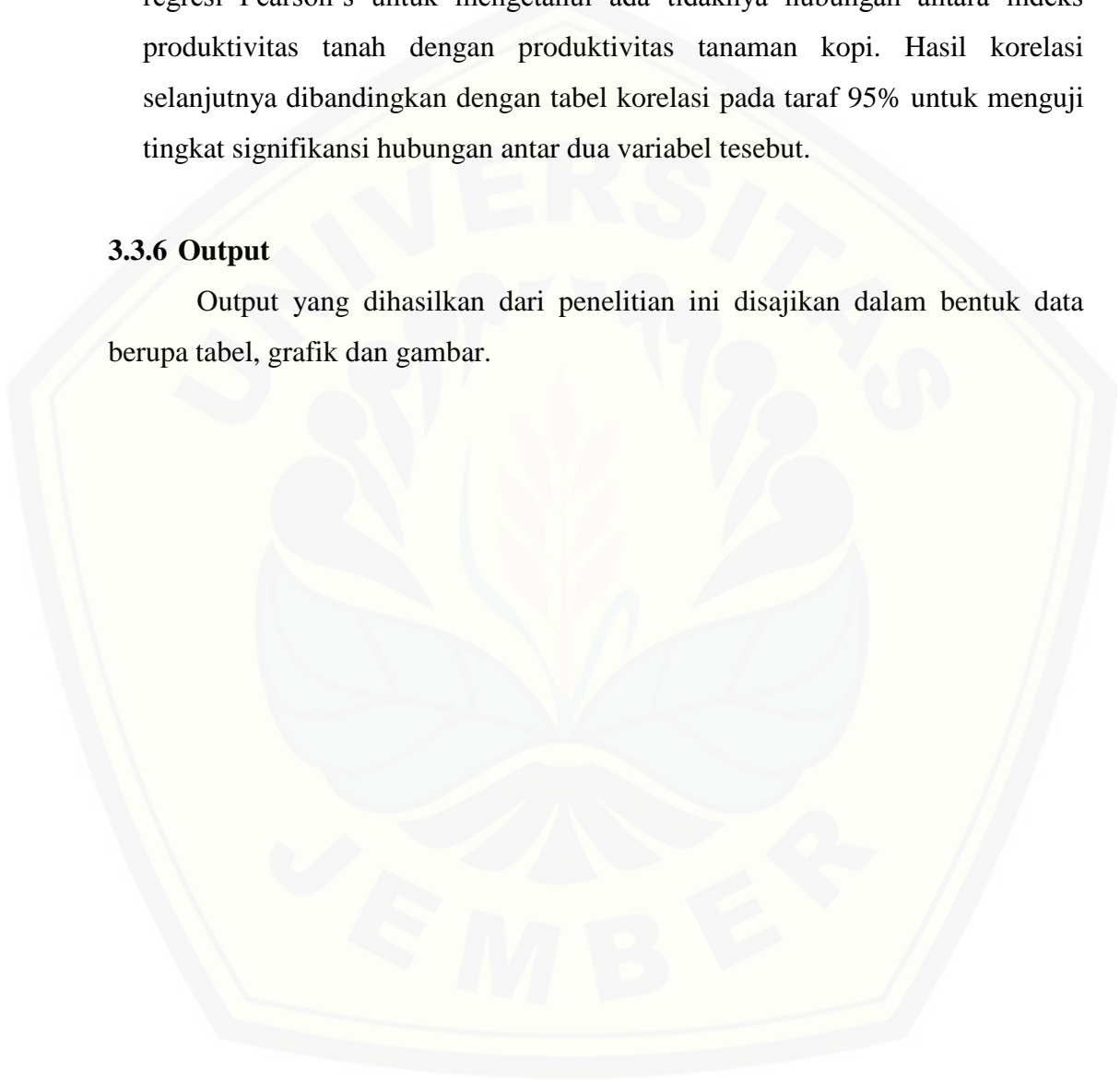
[^]Nama huruf miring adalah istilah lama yang digunakan dalam versi Taksonomi Tanah yang dipublikasikan sebelum 1999. Kami memasukkannya ke dalam sistem sehingga nama tanah yang lebih tua juga bisa sesuai dengan IP.

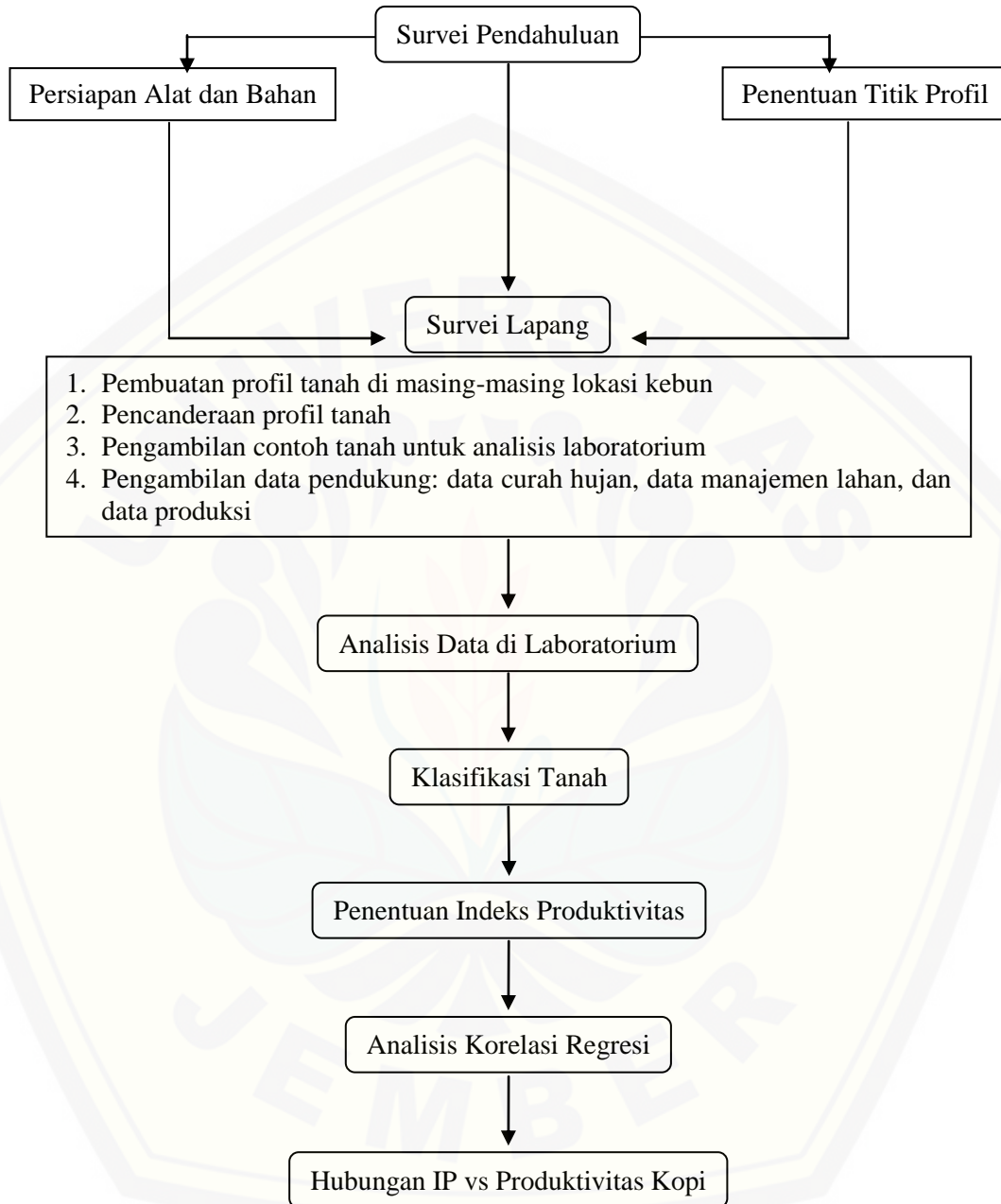
3.3.5 Pengolahan Data

1. Data produktivitas tanaman kopi dihitung rata-rata produktivitas dalam kurun waktu 10 tahun terakhir.
2. Data IP dan produktivitas tanaman diolah menggunakan analisis korelasi regresi Pearson's untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara indeks produktivitas tanah dengan produktivitas tanaman kopi. Hasil korelasi selanjutnya dibandingkan dengan tabel korelasi pada taraf 95% untuk menguji tingkat signifikansi hubungan antar dua variabel tersebut.

3.3.6 Output

Output yang dihasilkan dari penelitian ini disajikan dalam bentuk data berupa tabel, grafik dan gambar.



FLOW CHART TAHAPAN PENELITIAN

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Indeks Produktivitas (IP) kebun Rakyat Sidomulyo (Udorthents) mempunyai IP=6; Kebun PTP Rayap 1 (Hapludalfs) mempunyai IP=10; Kebun Rayap 2 (Dystrudepts) mempunyai IP = 7; Kebun Kampung Tengah dan Tretes (Hapludalfs) mempunyai IP = 10; Kebun Gunitir (Eutrudepts) mempunyai IP=11.
2. IP berbasis *Soil Taxonomy* memiliki korelasi sangat kuat dengan produktivitas kopi robusta ($r = 0,84$), semakin tinggi IP semakin tinggi produktivitas kopi robusta.

5.2 Saran

Pengujian metode IP berbasis *Soil Taxonomy* untuk tanaman kopi perlu dilakukan lebih lanjut dengan peningkatan skala survei dan variasi jenis tanah. Penelitian lanjutan dapat memperkuat data hasil analisis guna membuktikan keakuratan metode IP agar bisa diterapkan secara global.

DAFTAR PUSTAKA

- Agber, P. I. and B. C. Anjembe. 2012. Testing The Effectiveness of Soil Productivity Index (PI) Model for Selected Soils in Makurdi, Nigeria. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 7(11): 927-932.
- Arifin, Z. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol pada Penggunaan Lahan yang Berbeda. *Agroteksos*, 21(1): 47-54.
- Arviandi, R., A. Rauf, dan G. Sitanggang. 2015. Evaluasi Sifat Kimia Tanah Inceptisol Pada Kebun Inti Tanaman Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) di Kecamatan Salak Kabupaten Pakpak Bharat. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(4): 1329-1334.
- Aydinalp, C. dan E. A. Fitzpatrick. 2003. Genesis and Classification of Inceptisols Formed on The Slate Parent Material Under Forest Vegetation. *Central European Agriculture*, 4(4): 282-288.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Basuki, I. 2011. Formulasi Pemantauan Partisipatif Kualitas Lahan dan Air untuk Program Penatagunaan Lahan Di Laos. *TESIS*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Brady, N. C. dan R. R. Weil. 1999. *The Nature and Properties of Soil*. 12th ed. USA: Prentice Hall, New Jersey.
- Buckman, H. O. dan N. C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Damanik, M. M. B., B. E. H. Fauzi, Sarifuddin, dan H. Hanum. 2011. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Cetakan Kedua. Medan: Universitas Sumatera Utara (USU Press).
- Darmawijaya, M. I. 1997. *Klasifikasi Tanah. Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksanaan Pertanian di Indonesia*. Yogyakarta: UGM Press.
- El-Nady, M. A. 2015. Evaluation of the Productivity of Two Soils Using Productivity Index. *Egypt. J. Soil. Sci.*, 55(2): 171-184.
- Foth, H. D. 1998. *Fundamentals of Soil Science*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademi Presindo.

- Hardjowogeno. 1987. *Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Mediatama Sarana Perkasa.
- Imoro, A. Z., O. A. Daniel dan E. A. Augustine. 2012. Productivity Index Rating of Some Soils in The Tolon/Kumbungu District of The Northern Region of Ghana. *J.Soil Sci.and Envi. Manag.*, 3(6): 154-163.
- Jamilah. 2003. *Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Kelengasan terhadap Perubahan Bahan Organik dan Nitrogen Total Entisol*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Jang, W., C. R. Keyes, dan D. Page-Dumroese. 2015. Impact of Biomass Harvesting on Forest Soil Productivity in the Northern Rocky Mountains. *Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-341*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Marno. 2013. *Bahan Kajian MK Dasar Ilmu Tanah 'Tanah Inceptisol'*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Miller, R. W., dan R.L. Donahue. 1990. *Soils: An Introduction to Soils and Plant Growth*. Prantice Hall. New Jersey: Englewood Cliffs.
- Milner K. S., S. W. Running dan D. W. Coble. 1996. Biopsical Soil - Site Model for Estimating Potential Productivity of Forested Landscape. *Can. J.*, 55: 228-234.
- Munir, M. 1996. *Tanah-Tanah Utama Indonesia*. Jakarta: Dunia Pustaka Jaya.
- Muyassir, Sufardi, dan I. Saputra. 2012. Perubahan Sifat Fisika Inceptisol Akibat Perbedaan Jenis dan Dosis Pupuk Organik. *LENTERA*, 12(1): 1-8.
- Neill, L. L. 1979. An Evaluation of Soil Productivity Based on Root Growth and Water Depletion. *Thesis*. USA: Univ. Missouri.
- Nurdin. 2012. Morfologi, Sifat Fisik dan Kimia Tanah Inceptisols dari Bahan Lakustrin Paguyaman-Gorontalo Kaitannya dengan Pengelolaan Tanah. *JATT*, 1(1): 13-22.
- Panjaitan, F., Jamilah, dan M. M. B. Damanik. 2015. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Taksonomi Tanah 2014 di Desa Sembahe Kecamatan Sibolangit. *Online Agroteknologi*, 3(4): 1447-1458.
- Pierce, F. J., W. E. Larso, R. H. Dowdy, dan W. A. P. Graham. 1984. Soil Productivity in The Corn Belt : An Assessment of Erossins Longterm Effect. *Soil Water Conserv*, 38: 39-34.
- Poerwowidodo, M. 1993. *Telaah Kesuburan Tanah*. Bandung: Angkasa.

- Radjagukguk, B. 1983. Masalah Pengapuran dalam Tanah Mineral Masam di Indonesia. *Prosiding Seminar Alternarif Pelaksanaan Program Pengapuran Tanah-tanah Mineral Masam di Indonesia*. FP UGM. Yogyakarta, hal. 15-43.
- Rayes, M. L. 2007. *Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan*. Yogyakarta: CV. Andi.
- Riquier, J., J. P. Cornet, dan D. L. Braniao. 1970. *A New System of Soil Appraisal in Terms of Actual and Potential Productivity*. 1st Approx. World Soil Res. FAO.
- Schaetzl, R. J., F. J. Krist, dan B. A. Miller. 2012. A Taxonomically Based Ordinal Estimate of Soil Productivity for Landscape-Scale Analyses. *Soil Science*. 177(4): 288-299.
- Soil Survei Staf. 2014. *Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Ketiga. 2015*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sudirja, R., M. A. Solihin dan S. Rosniawaty. 2007. Respons Beberapa Sifat Kimia Inceptisols Asal Rajamandala dan Hasil Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Melalui Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. *Laporan Penelitian Dasar (LITSAR) UNPAD*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Tan, K.H. 2000. *Environmental Soil Science*. New York: Marcel Dekker.
- Taufiq, A. 2001. Evaluasi Keharaan Alfisol dan Peningkatan Produktivitasnya untuk Kacang Tanah. *Ilmu Pertanian*, 8(1): 16-25.
- Urkurkar, J. S., A. Tiwari, S. Chitale, dan R. K. Bajpai. 2010. Influence of Long-Term Use of Inorganic and Organic Manures on Soil Fertility and Sustainable Productivity of Rice (*Oryza sativa*) and Wheat (*Triticum aestivum*) in Inceptisols. *Indian J. Agric. Sci.* 80: 208-212.
- Utami, S. N. H. dan S. Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian*, 10(2): 63-69.
- Wijanarko, A., Sudaryono dan Sutarno. 2007. Karakteristik Sifat Kimia dan Fisika Tanah Alfisol di Jawa Timur dan Jawa Tengah. *Iptek Tanaman Pangan*, 2(2): 214-226.