



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**KARAKTERISTIK KIMIA TANAH DAN KEBERADAN
RHIZOBAKTERIA AKUMULATOR DAN EKSKLUDEK DAN Fe DI
HUTAN HUJAN TROPIS PINANG-PINANG PADANG**

SKRIPSI

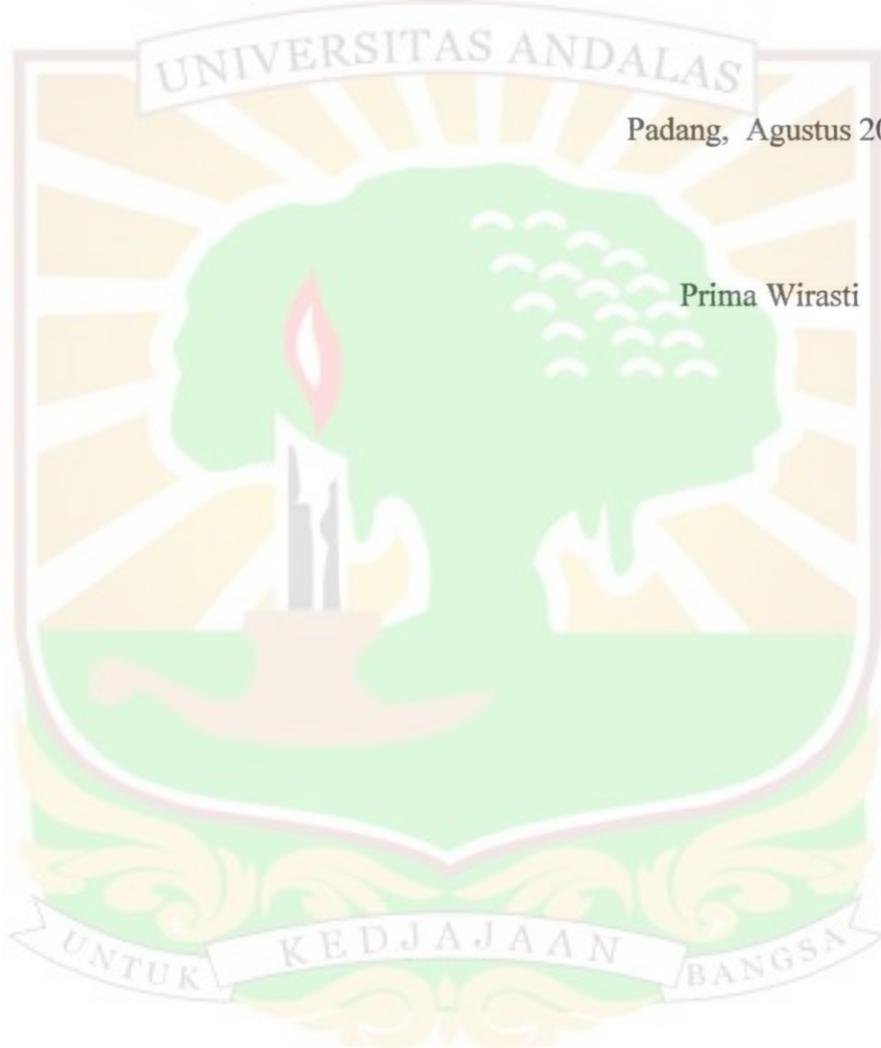


**PRIMA WIRASTI
07 113 052**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

BIODATA

Penulis dilahirkan di Kota Batusangkar, Propinsi Sumatra Barat pada tanggal 17 Januari 1990 sebagai anak keempat dari lima bersaudara, dari pasangan Syaifuddin, S.Pd dan Ruwaida. Pendidikan Sekolah Dasar ditempuh di SD Negeri 23 Sungai Tarab (1995-2001). Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMP Negeri 1 Batusangkar Kabupaten Tanah Datar (2001-2004). Sekolah Menengah Atas (SMA) ditempuh di SMA Negeri 1 Sungai Tarab Kabupaten Tanah Datar, lulus tahun 2007. Pada tahun 2007 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang Jurusan Ilmu Tanah.



Padang, Agustus 2012

Prima Wirasti

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis hingga saat ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Salawat beriring salam tak lupa penulis syiarkan untuk Nabi besar Muhammad SAW beserta sahabatnya yang telah mengantarkan Islam sebagai agama penyelamat bagi seluruh umat manusia.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “**Karakteristik Kimia Tanah dan Keberadaan Rhizobakteria Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder Al dan Fe di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang Padang**”. Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel tanah dari rhizosfir tumbuhan pada plot penelitian ekologi hutan di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang yang terletak di kaki Gunung Gadut Padang, sekitar 18 km dari bagian Timur Kota Padang. Selanjutnya sampel tanah dari rhizosfir tumbuhan tersebut diisolasi di laboratorium Biologi Tanah dan dianalisis kimia tanahnya di laboratorium kimia tanah, Universitas Andalas Padang. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Hermansah, MS, MSc dan Ibu Ir. Lusi Maira M.AgrSc, selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah memberikan petunjuk, bimbingan dan dorongan kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi ini. Ucapan yang sama penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu membuka cakrawala penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Harapan penulis semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua demi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang pertanian terutama ilmu tanah.

Padang, Agustus 2012

P.W



DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRAC	vii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hutan Hujan Tropik	4
2.2 Siklus Unsur Hara	5
2.3 Aktivitas Bakteri Tanah yang Menguntungkan pada Horizon perakaran	6
III. BAHAN DAN METODA	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Bahan dan Alat	9
3.3 Metode Penelitian	9
3.4 Pelaksanaan Penelitian	9
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
V. KESIMPULAN DAN SARAN	27
RINGKASAN	28
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Karakteristik sifat kimia tanah pada horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe.....	15
2. Hasil pengamatan makroorganisme tanah pada berbagai spesies tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe.....	23
3. Hasil isolasi mikroorganisme tanah pada horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe.....	25



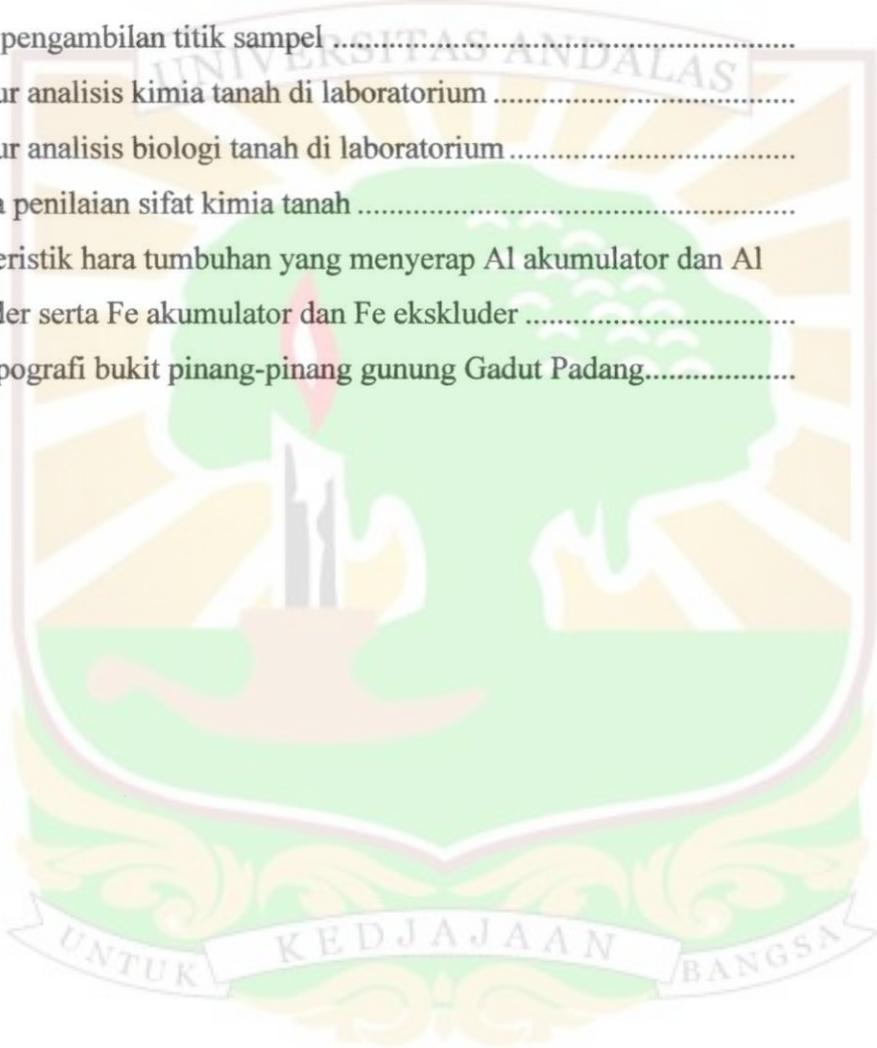
DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Tahapan kegiatan penelitian dalam melakukan isolasi bakteri pada rhizosfir tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe	13



DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal kegiatan penelitian	35
2. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian.....	36
3. Media untuk mengisolasi mikroorganisme	38
4. Jenis tumbuhan yang menyerap Al akumulator dan Al ekskluder serta Fe akumulator dan fe ekskluder	40
5. Lokasi pengambilan titik sampel	41
6. Prosedur analisis kimia tanah di laboratorium	42
7. Prosedur analisis biologi tanah di laboratorium	47
8. Kriteria penilaian sifat kimia tanah	49
9. Karakteristik hara tumbuhan yang menyerap Al akumulator dan Al ekskluder serta Fe akumulator dan Fe ekskluder	50
10. Peta topografi bukit pinang-pinang gunung Gadut Padang.....	51



KARAKTERISTIK KIMIA TANAH DAN KEBERADAAN RHIZOBAKTERIA TUMBUHAN AKUMULATOR DAN EKSKLUDER Al DAN Fe DI HUTAN HUJAN TROPIK PINANG-PINANG PADANG

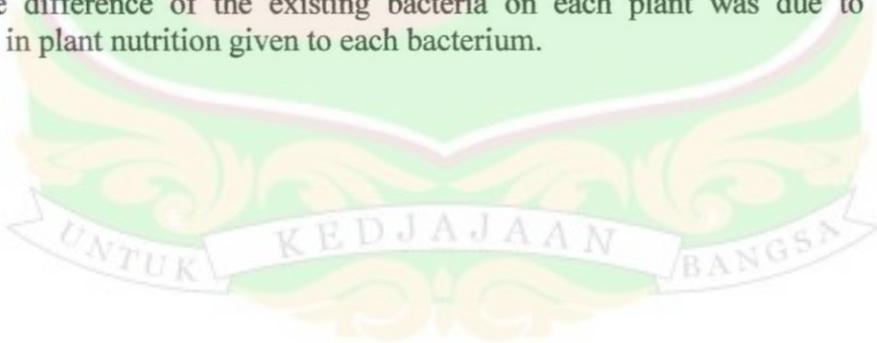
ABSTRAK

Penelitian tentang karakteristik kimia tanah dan keberadaan rhizobakteria tumbuhan akumulator dan ekskluder Al dan Fe di hutan hujan tropik pinang-pinang padang telah dilaksanakan pada bulan Juli 2011 sampai bulan April 2012, diawali dengan pengambilan sampel tanah dari horizon perakaran tumbuhan pada plot penelitian ekologi hutan di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang yang terletak di kaki Gunung Gadut Padang, sekitar 18 km dari bagian Timur Kota Padang. Selanjutnya sampel tanah dari horizon perakaran tumbuhan tersebut diisolasi di laboratorium biologi tanah dan analisis kimia tanah di laboratorium kimia tanah, Universitas andalas Padang. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik sifat kimia tanah pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe, menentukan jumlah dan jenis makroorganisme pada horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe, serta mengisolasi dan menghitung total bakteri dengan media spesifik (media Al dan Fe). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tingkat kesuburan tanah pada Hutan Hujan Tropik ini tergolong rendah hal ini terlihat dari beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah yang tergolong masam dengan nilai rata-rata 4.89, kandungan P-tersedia tanah sangat rendah dengan nilai rata-rata 4.27 ppm, dan kandungan N-total yang sedang dengan nilai rata-rata 0.39% serta kandungan basa-basa yang tergolong kriteria sedang. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik serapan hara, keadaan fisiografi, dan tingginya curah hujan pada Hutan Hujan Tropik ini. Jumlah dan jenis makroorganisme yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe cukup beragam dimana jumlah makroorganisme pada horizon perakaran tumbuhan Al akumulator dan Fe akumulator lebih banyak dibandingkan yang terdapat pada horizon perakaran tumbuhan Al ekskluder dan Fe ekskluder. Populasi bakteri pada media spesifik horizon perakaran Al akumulator sebesar 3.65×10^6 sel/ml dan untuk Fe akumulator 5×10^6 sel/ml. Untuk Al ekskluder dan Fe ekskluder total populasinya sama yaitu 3.5×10^6 sel/ml. Tingginya populasi bakteri pada horizon perakaran tumbuhan yang ditumbuhi pada media menggambarkan adanya hubungan yang saling menguntungkan antara bakteri dengan tumbuhan. Keberadaan bakteri pada tumbuhan yang berbeda disebabkan oleh perbedaan nutrisi yang diberikan tumbuhan pada setiap bakteri.

SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS AND RHIZOBACTERIA EXISTENCE UNDER Al- AND Fe ACCUMULATOR AND EXCLUDER PLANTS IN TROPICAL RAINFOREST PINANG-PINANG

ABSTRACT

A research about soil chemical characteristics and rhizobacteria existence under Al- and Fe accumulator and excluder plants was conducted in tropical rainforest Pinang-Pinang Padang from July 2011 to Apr 2012. Soil samples were taken from root horizon at the ecological forest research plots. Soil samples were separated for soil biological and soil chemical analyses in soil laboratory, Andalas University, Padang. The purpose of this research was to study the chemical characteristics of the soil, as well as to determine and to count the amount and type of macroorganisms within root horizon of Al and Fe accumulator and excluder plants. From the results of this study, it could be concluded that soil fertility level in Bukit Pinang-Pinang, was relatively low. This is based on the soil chemical properties such as pH value 4.89 (acid), P- available content 4.27 ppm (very low), and N-total 0.39% (medium) and the amount of basic cations also medium. This is influenced by the characteristics of nutrient uptake, physiographic conditions, and the high annual rainfall in this Tropical Rain Forest. The number and type of macroorganisms contained in the root horizon of Al and Fe accumulator and excluder plants were quite diverse. The number of macroorganisms in root horizon under Al and Fe accumulators plants was more than that contained in the root horizon of Al and Fe excluder plants. Bacterial population in specific media for root horizon of Al accumulator plants was 3.65×10^6 cells / ml and for Fe accumulator plants was 5×10^6 cells / ml. The total population was about the same between Al and Fe excluder plants which was 3.5×10^6 cells / ml. High population of bacteria on plant root horizon grown in the media described the mutually beneficial relationship between the bacteria and the plants. The difference of the existing bacteria on each plant was due to by differences in plant nutrition given to each bacterium.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah di hutan hujan tropik Pinang-Pinang pada dasarnya tidak terlalu subur karena banyak terdapat faktor pembatas, diantaranya adalah bahan induk yang relatif masam dan curah hujan yang tinggi (pernah mencapai 6500 mm per tahun) tanpa musim kering yang nyata (Rasyidin, 1994), sehingga kawasan ini dikategorikan sebagai hutan hujan tropik super basah. Tingginya curah hujan mengakibatkan pencucian kation-kation basa pada tanah lapisan atas relatif tinggi Al (Aluminium) menjadi kation yang paling dominan sehingga menjadi faktor pembatas utama dalam pertumbuhan tumbuhan di tanah masam. Walaupun tanah-tanah pada hutan hujan tropik tidak terlalu subur, tetapi hutan ini memiliki ekosistem yang paling kompleks di permukaan bumi, sangat kaya dengan spesies tumbuhan dan hewan, disertai dengan keragaman karakteristik serapan hara yang tinggi pula.

Pada kawasan hutan hujan tropik Pinang-Pinang Sumatra Barat telah dibuat plot seluas 1 ha untuk melakukan berbagai macam penelitian di bidang ekologi hutan dan tanah secara terus menerus di lereng bawah Gunung Gadut, Padang. Plot penelitian ini berada pada ketinggian antara 450 - 550 m dpl (meter di atas permukaan laut). Pada lokasi penelitian ini ditemukan jumlah spesies tumbuhan sebanyak 231 yang teridentifikasi dan 241 yang belum teridentifikasi, dari jumlah spesies yang dijumpai sebagian menyerap unsur hara dalam jumlah yang tinggi (akumulator) dan sebagian lainnya menyerap hara dalam jumlah yang rendah (ekskluder) seperti unsur Al dan Fe sehingga tumbuh-tumbuhan tersebut dikelompokkan ke dalam tumbuhan yang berkadar hara tinggi dan rendah, dari penelitian terdahulu tentang karakteristik unsur hara pada daun tumbuhan yang ada pada 1 ha plot penelitian ini mempunyai keragaman yang tinggi. Masunaga *et al.*, (1998) menyatakan keragaman karakteristik unsur hara disebabkan oleh genetika tumbuhan itu sendiri dan keragaman sifat tanah.

Kemampuan tanah dalam menyediakan hara dipengaruhi oleh banyak faktor, baik dari sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah. Dari sifat fisik tanah karena penelitian ini hanya dalam luasan 1 ha, tidak mempunyai variasi yang

tinggi, namun dari sifat kimia tanah terutama tentang variasi kandungan hara seperti N, P, Al, Si, Fe dan sebagainya mempunyai variasi yang tinggi (Kubota, 1999), sedangkan dari sifat biologi akan mempengaruhi di dalam proses dekomposisi sarasah oleh makroorganisme dan mikroorganisme yang hasilnya akan menyumbangkan unsur hara bagi tanah dan tumbuhan di atasnya.

Salah satu mikroorganisme yang membantu didalam penyerapan unsur hara yaitu bakteri yang terdapat pada horizon perakaran tumbuhan, bakteri yang ada pada daerah horizon perakaran tumbuhan tersebut dinamakan rhizobakteria. Menurut Hindersah dan Simarmata (2004) pada ekosistem horizon perakaran yang sehat akan dihuni oleh organisme yang menguntungkan yang memanfaatkan substrat organik dari bahan organik atau eksudat tumbuhan sebagai sumber energi dan nutrisinya. (Sparkling, 1998) *cit* Hindersah *et al.*, 2004 melaporkan bahwa rhizobakteria tanah banyak berperan dalam proses penguraian bahan organik, melepaskan nutrisi ke dalam bentuk yang tersedia bagi tumbuhan, serta mendegradasikan residu senyawa-senyawa toksik. Selain itu Hindersah *et al.*, (2004) mengemukakan bahwa rhizobakteria tanah juga berperan sebagai agen pemacu pertumbuhan tumbuhan (*plant growth promoting agents*), menyediakan vitamin dan berbagai asam-asam organik yang berperan penting dalam merangsang pertumbuhan bulu-bulu akar tumbuhan.

Mikroorganisme memproduksi senyawa pengikat Fe^{3+} yang disebut *siderophore* yang merupakan senyawa dengan massa molekul rendah yang berperan sebagai pengangkut besi. Senyawa ini berfungsi untuk melarutkan Fe^{3+} untuk diserap oleh organisme. Bakteri tertentu mengoksidasi besi bentuk fero menjadi bentuk feri yang mengendap sebagai feri hidroksida di sekitar sel.

Namun dilihat dari hubungan karakteristik serapan hara dengan keberadaan mikroorganisme yang ada disekitar horizon perakaran belum banyak diketahui. Kita ketahui bahwa mikroorganisme dalam tanah terutama di horizon perakaran juga beragam. Oleh karena itu dugaan tentang keberadaan rhizobakteria pada hutan hujan tropik ini perlu dikaji melalui isolasi dan melihat keberadaan bakteri dari horizon perakaran tumbuhan yang spesifik menyerap hara seperti Al dan Fe akumulator dan ekskluder.

Berdasarkan latar belakang tersebut saya telah melakukan penelitian yang berjudul **"Karakteristik Kimia Tanah dan Keberadaan Rhizobakteria Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder Al dan Fe di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang Padang"**.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari karakteristik sifat kimia tanah pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe.
2. Menentukan jumlah dan jenis makroorganisme pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe.
3. Mengisolasi dan menghitung total bakteri dengan media spesifik (media Al dan Fe).

1.3 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini kita dapat mengetahui karakteristik kimia tanah dan keberadaan rhizobakteria serta keragaman jenis tumbuhan dikawasan hutan hujan tropik di Pinang-Pinang Padang. Sehingga dengan adanya penelitian ini dapat menambah wawasan dan informasi di dalam mempelajari Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang Padang.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hutan Hujan Tropik

Hutan hujan tropik merupakan hutan yang terdapat di wilayah tropis di muka bumi yang menerima curah hujan berlimpah sekitar 2000 sampai 4000 mm setiap tahunnya dengan suhu rata-rata tahunan yaitu 25–26°C, serta memiliki kelembaban rata-rata sekitar 80% (Ewusie, 1990). Sebagian besar hutan yang ada di Indonesia adalah hutan hujan tropik. Dengan jumlah terluas di Asia, yaitu diperkirakan 1.148.400 km² (Kuswanto, 2002). Vickery (1984) lebih jauh menyatakan bahwa hutan hujan tropik adalah salah satu hutan yang tertua dari tipe-tipe daerah vegetasi di dunia. Banyaknya spesies pohon yang ditemui di hutan hujan tropik lebih besar dari pada tipe-tipe hutan yang lain, dan secara umum tidak ada spesies yang dominan. Karena jumlah spesies pohon di hutan hujan tropik ini sangat besar, anggota spesiesnya masing-masing tersebar atau terpencah-pencar.

Hotta dan Ogino pada tahun 1984 telah membuat plot untuk melakukan berbagai macam penelitian dibidang ekologi hutan dan tanah secara terus menerus (*long term study*) di sepanjang lereng Gunung Gadut Sumatra Barat. Plot observasi ini mempunyai curah hujan tahunan di atas 5000 mm (Hotta *et al.*, 1984). Hermansah *et al.*, 2003 menyatakan bahwa plot penelitian yang terdapat di Pinang Pinang merupakan hutan hujan tropik super basah. Hutan hujan tropik super basah ini termasuk hutan hujan tropik yang memiliki curah hujan yang paling tinggi di dunia (Wakatsuki, 1986 *cit* Aflizar, 2003). Hutan hujan tropik super basah yang terdapat di Pinang Pinang ini mempunyai ciri-ciri antara lain (1) curah hujan relatif tinggi yaitu di atas 5000 mm per tahun, tanpa musim kering yang nyata (Rasyidin dan Wakatsuki, 1994 ; Rasyidin, 1994 *cit* Aflizar, 2003), (2) merupakan daerah peralihan yang dicirikan dengan keragaman bahan induk seperti bahan metamorfik, batuan andesit dan batuan kapur meskipun luasnya hanya 1 ha (Kubota *et al.*, 1998 *cit* Aflizar, 2003).

Hutan hujan tropik umumnya memiliki tanah yang miskin hara, namun karena ekosistem hutan hujan tropik memiliki sistem daur hara yang berlangsung cepat akan mendukung terjadi produksi sarasah yang relatif tinggi (Resosoedarmo

dan Patandianan, 1996 *cit* Winarto, 2003). Hutan ini memiliki ekosistem yang paling komplek di permukaan bumi, dicirikan dengan kanopi yang rapat dan dianggap menjadi komunitas yang paling produktif serta memiliki produksi sarasah yang tinggi (Proctor, Akami dan Eretan, 1993 *cit* Aflizar, 2003). Disamping itu lokasi penelitian ini kaya dengan spesies tumbuhan dan mempunyai keragaman kandungan hara yang tinggi pada daun, kulit dan batang tumbuhan (Masunaga *et al.*, 1997).

2.2 Siklus Unsur Hara

Siklus unsur hara adalah pertukaran elemen-elemen unsur hara antara bagian hidup dan tidak hidup dari ekosistem. Bahan organik yang sudah ditambahkan ke tanah terdiri dari bermacam-macam komponen meliputi ; lemak, karbohidrat, protein dan lignin. Persenyawaan komponen organik ini kedalam tanah merangsang dan menguntungkan sebagian besar organisme secara luas. Pada proses dekomposisi sebagian mikroorganisme dapat efektif merombak dan memanfaatkan karbohidrat dan protein. Sambil mencerna sisa-sisa tumbuhan, mikroorganisme juga menggunakan karbon, energi dan unsur lainnya untuk pertumbuhannya. Beberapa ion-ion dan elemen-elemen akan segera di bebaskan kedalam tanah dan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai unsur hara untuk pertumbuhan dan perkembangan dan ada yang dioksidasi oleh beberapa mikroorganisme. Siklus hara ini berjalan secara terus menerus dan terjadi secara alami sehingga ekosistem hutan akan terpelihara secara berkesinambungan. Unsur-unsur hara terdapat dalam beberapa bentuk, didistribusikan secara tidak sama, dan dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain. Siklus hara di hutan hujan tropik yang melibatkan proses dekomposisi di dalamnya merupakan proses pergerakan unsur hara terjadi secara alami, sehingga ekosistem hutan tetap terpelihara secara berkesinambungan (Foth, 1998).

Hara penyusun tubuh organisme hidup secara temporer tidak tersedia atau immobil. Unsur-unsur hara immobil dimineralisasikan lagi ketika mikroorganisme mati . Pada suatu waktu bahan-bahan yang resisten terhadap perombakan seperti lignin, minyak, lemak, dan lain-lain sebagian besar akan mudah untuk diserang mikroorganisme enzimatik. Ion-ion seperti NH_4^+ , SO_4^- , PO_4^{-2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+

sebagian besar dari bentuk ini dapat digunakan mikroorganisme untuk suatu siklus pertumbuhan lagi (Foth, 1998). Beberapa ion-ion elemen-elemen segera dibebaskan dalam perombakan biomassa, beberapa diantaranya dioksidasi oleh berbagai mikroorganisme tertentu. Transformasi ini sangat menguntungkan karena bentuk-bentuk oksidasi lebih cepat pada tumbuhan tingkat tinggi (Foth, 1998).

Mekanisme ini menurut (Vitousek dan Sanford 1986 *cit* Matsunaga *et al.*,1998) sangat esensial dalam proses siklus hara dalam ekosistem hutan. Vitousek (1984) menyatakan bahwa unsur-unsur hara ini diambil oleh tumbuhan dari dalam tanah melalui serapan hara dan kemudian diakumulasi dalam jaringan tumbuhan. Hakim *et al.*, 1986 juga menyatakan saat tumbuhan itu mati dan membusuk, unsur yang digunakan tumbuhan tadi akan dibebaskan kembali dan hal ini memberikan pengaruh penting dari vegetasi terhadap perkembangan tanah.

2.3 Aktivitas Bakteri Tanah yang Menguntungkan pada Horizon perakaran

Rhizobakteria merupakan istilah yang biasa digunakan terhadap bakteri yang hidup pada horizon perakaran tumbuhan. Horizon perakaran merupakan kawasan yang berada disekitar perakaran tumbuhan dan tempat berlangsungnya peningkatan aktivitas bakteri tanah yang dipengaruhi oleh akar tumbuhan tersebut (Sylvia *et al*, 1998). Aktivitas bakteri ini tidak terbatas hanya pada tanah disekitar perakaran saja, tetapi juga pada permukaan akar yang biasa diistilahkan dengan *rhizoplen* (Soedarsono,1981). Foth (1998) menyatakan bahwa sebagian besar dari organisme golongan mikroflora yang menempati horizon perakaran, merupakan bakteri yang menguntungkan. Sumarsih, 2007 menambahkan keuntungannya adalah adanya bakteri yang dapat melarutkan atau menyediakan unsur-unsur mineral, menghasilkan vitamin, asam amino, auxin, giberelin, serta menghambat pertumbuhan bakteri lain yang patogenik dengan menghasilkan antibiotik dan senyawa lain.

Menurut Barber (1984), jumlah mikroorganisme lebih banyak pada horizon perakaran dibandingkan dengan tanah di luar horizon perakaran. Hal ini disebabkan oleh adanya eksudat akar dan adanya bahan-bahan dari daerah sekitar perakaran yang merupakan sumber energi bagi perkembangan mikroorganisme.

Eksudat yaitu senyawa organik dengan berat molekul kecil yang dilepaskan dari sel hidup yang meliputi : a) asam amino, b) karbohidrat, hasil analisa menunjukkan bahwa karbohidrat merupakan komponen gula yang berasal dari eksudat akar tumbuhan, c) asam alifatik, asam ini terdapat pada akar tumbuhan famili poaceae, d) asam aromatik, asam ini penting dalam pembentukan kolonisasi akar tumbuhan oleh mikroorganisme untuk melindungi diri dari serangan patogen tumbuhan dan e) vitamin, kandungan eksudat akar inilah merupakan salah satu faktor pertumbuhan bagi mikroorganisme (Vlastimil dan Kune 1988 *cit* Henny, 2010). Menurut Fitter dan Hay (1991) senyawa organik dan vitamin-vitamin akan memberikan makanan pada mikroorganisme disekitar perakaran. Mikroorganisme dirangsang pertumbuhannya dengan bertambahnya konsentrasi berbagai bahan kimia yang bertindak sebagai sumber energi bagi mikroorganisme.

Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme tanah adalah kelembaban horizon perakaran, tekstur tanah, temperatur dan pH tanah. Sekeliling akar akan memberikan lingkungan fisik dan biologi yang baik. Pada horizon perakaran tumbuhan partikel tanah mempunyai struktur yang lebih baik. Dengan lebih baiknya struktur tanah maka proses respirasi akan meningkat dan jumlah mikroorganisme akan meningkat, kelembaban akan baik, temperatur dapat dijaga pada suhu yang lebih konstan (Nikov, 1958 *cit* Henny, 2010). Mikroorganisme tanah dapat dibedakan atas bakteri, jamur, alga, virus dan protozoa. Diantara jenis-jenis tersebut, bakteri terdapat dengan populasi terbesar didalam tanah. Dalam hubungannya dengan tanah dan tumbuhan bakteri memiliki banyak peranan penting terutama dalam proses pelapukan bahan organik, ada yang hidup bersimbiosis dengan perakaran tumbuhan tertentu (Rao, 1994). Pengaruh mikroorganisme terhadap pertumbuhan tumbuhan akan di anggap berguna apabila kita dapat memanfaatkannya untuk meningkatkan produksi tumbuhan, mempertahankan kesuburan tanah dengan mengintroduksi mikroorganisme asing ke dalam tanah dan meningkatkan aktivitas mikroflora asli (Imas *et al.*, 1989).

Peranan rhizobakteria sangat penting dalam tanah karena ikut serta dalam semua perombakan bahan organik dan memonopoli dalam reaksi enzimatik. Proses ini berlangsung di alam dengan kontribusi yang baik untuk tumbuhan.

Apabila proses ini terganggu maka seluruh kehidupan tumbuhan akan terganggu. Selanjutnya, Hindersah (2004) menambahkan bahwa sejumlah rhizobakteria memegang peran penting pada tanah yang normal dan sehat, dan merupakan indikator dalam menentukan kualitas tanah. Pengaruh rhizobakteria tanah terhadap tumbuhan yaitu berperan dalam proses penguraian bahan organik, melepaskan nutrisi ke dalam bentuk yang tersedia bagi tumbuhan, dan mendegradasi residu toksik. Selain itu, rhizobakteria juga berperan sebagai agen peningkat pertumbuhan tumbuhan (*plant growth promoting agents*) yang menghasilkan berbagai hormon tumbuh, vitamin dan berbagai asam-asam organik yang berperan penting dalam merangsang pertumbuhan bulu-bulu akar.

Bakteri tertentu mengoksidasi besi bentuk fero menjadi bentuk feri yang mengendap sebagai feri hidroksida di sekitar sel. Bakteri-bakteri ini yang umumnya dikenal sebagai bakteri besi biasanya tidak berbentuk benang dan berbentuk lonjong dan batang. Bakteri besi dapat dikelompokkan menjadi : (1) kemoautotrof obligat, mampu menggunakan energi yang dibebaskan dalam proses pembentukan feri hidroksida (*Gallinella ferruginea*, *Thiobacillus ferrooxidans* dan *Ferrobacillus ferrooxidans*) (2) kemoautotrof fakultatif yang menggunakan energi yang diperoleh dalam proses pembentukan feri hidroksida atau dapat juga dari materi organik (*Leptothrix ochraceae*), dan (3) heterotrof yang diwakili oleh bakteri besi lainnya yang tidak memperoleh energi dari oksidasi besi tetapi tergantung pada materi organik untuk nutrisinya (Rao, 1994).



III. BAHAN DAN METODA

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli 2011 sampai bulan April 2012, diawali dengan pengambilan sampel tanah dari horizon perakaran tumbuhan pada plot penelitian ekologi hutan di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang yang terletak di kaki Gunung Gadut Padang, sekitar 18 km dari bagian Timur Kota Padang. Selanjutnya sampel tanah dari horizon perakaran tumbuhan tersebut diisolasi di laboratorium Biologi Tanah dan analisis kimia tanah di laboratorium kimia tanah, Universitas Andalas Padang. Jadwal kegiatan penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah pada horizon perakaran tumbuhan *Al akm* dan *Al eks*, serta *Fe akm* dan *Fe eks* di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang Gunung Gadut Padang. Alat-alat yang digunakan di lapangan adalah alat-alat bantu untuk pengambilan sampel tanah seperti sendok tanah, termos es. Alat dan Bahan yang digunakan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metoda observasi yang terdiri dari lima tahap, persiapan dan penyeleksian tumbuhan, pengambilan sampel tanah, pensterilan alat dan bahan, penetapan total bakteri pada media spesifik, pengamatan sifat kimia tanah.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan dan Penyeleksian Tumbuhan

Pada tahap ini dilakukan persiapan meliputi pengumpulan data sekunder diantaranya peta topografi Kawasan Hutan Hujan Tropik Kaki Gunung Gadut Padang dengan skala 1 : 25.000.

Pada tahap survey awal dilakukan peninjauan daerah penelitian untuk menentukan titik pengambilan sampel. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 4 titik yaitu dibawah kanopi tumbuhan *Al akm* , *Al eks*, *Fe akm* dan *Fe eks*. Untuk jenis tumbuhan dapat dilihat pada Lampiran 4 dan lokasi setiap titik sampel dapat dilihat pada lampiran 5.

3.4.2 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang diambil adalah sampel tanah yang terdapat pada hutan hujan tropik Pinang-Pinang. Pengambilan sampel tanah horizon perakaran tumbuhan dilakukan dengan cara menggali tanah 5 – 10 cm disekitar perakaran secara perlahan-lahan dengan menggunakan sendok tanah. Sebelum pengambilan contoh tanah alat-alat yang digunakan terlebih dahulu dibersihkan dan disterilkan dengan alkohol pekat. Secepat mungkin tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label, kemudian dimasukkan ke dalam termos es agar temperatur menjadi rendah dan aktivitas mikroorganisme menurun dan secepat mungkin di bawa ke laboratorium dan segera dianalisis untuk menghindari perubahan yang drastis terhadap populasi dan aktivitas mikroorganisme akibat kontaminasi dengan mikroorganisme udara, sampel tanah ini digunakan untuk penetapan populasi bakteri (Balai Penelitian Tanah, 2004). Lalu sampel tanah lainnya di kering anginkan lalu ditumbuk dan di ayak dengan ayakan 2 mm yang digunakan untuk analisis kimia tanah. Pengambilan sampel dilakukan pada 4 titik pada horizon perakaran tumbuhan *Al akm* , *Al eks*, *Fe akm* dan *Fe eks*.

3.4.3 Pensterilan Alat dan Bahan

Sebelum dilakukan analisis di laboratorium terlebih dahulu alat dan bahan yang digunakan pada pengamatan bakteri disterilkan. Alat yang digunakan disterilkan di oven dengan suhu 180°C selama 1 jam, sedangkan bahan yang digunakan disterilkan pada *autoclave* pada suhu 121°C pada tekanan 1 atm selama 20 menit (Atlas,2005).

3.4.4 Penetapan Total Populasi Bakteri pada Media Spesifik (Media Al dan Fe)

Penetapan total populasi pada media spesifik ini dilakukan dengan menggunakan metoda isolasi pengenceran Trisno dan Habazar (2002). Dimana 10g tanah dilarutkan dalam 90ml aquades/larutan fisiologis, diambil 1ml

dimasukkan ke dalam testub yang berisi media spesifik yang dimodifikasi (Al dan Fe) dilakukan sampai 5 kali pengenceran (10^{-6}) diinkubasi selama 24 jam. Lalu dihitung total populasinya dengan menggunakan *Hemasitometer*. Total populasi yang dihitung dengan *Hemasitometer* hanya pada pengenceran terakhir yang ditumbuhi bakteri. Perhitungan total populasi ini merupakan populasi total. Untuk tahapan pekerjaannya dapat dilihat pada Lampiran 6.

Komposisi media spesifik ini pada mulanya menggunakan komposisi media dari Rao (1994) dimana bahan kimia yang dibutuhkan yaitu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, K_2HPO_4 , CaCl_2 , Ferrik amonium sitrat, agar dan aguades namun salah satu komposisi media tidak ada yaitu Ferrik amonium sitrat maka komposisi media digantikan dengan menggunakan komposisi media dari Anas (1989) yaitu media King's B dimana komposisi media King's B cair dimodifikasi dengan menambahkan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Pada media spesifik Al karena komposisi medianya tidak ditemukan maka peneliti memodifikasi media spesifik Fe dimana bahan dasar dari media spesifik Fe yaitu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, K_2HPO_4 , CaCl_2 , Ferrik amonium sitrat, agar dan aguades namun pada media spesifik Al Ferrik amonium sitrat pada media Fe digantikan dengan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Tetapi media yang diinginkan tidak dapat memadat dan pH nya pun terlalu rendah berkisar 1,7 untuk menyeragamkan maka peneliti menggantinya dengan media cair King's B dimana komposisi media dari Anas (1989) yaitu media King's B cair dimodifikasi dengan menambahkan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Untuk lebih jelasnya komposisi masing-masing media dapat dilihat pada Lampiran 6.

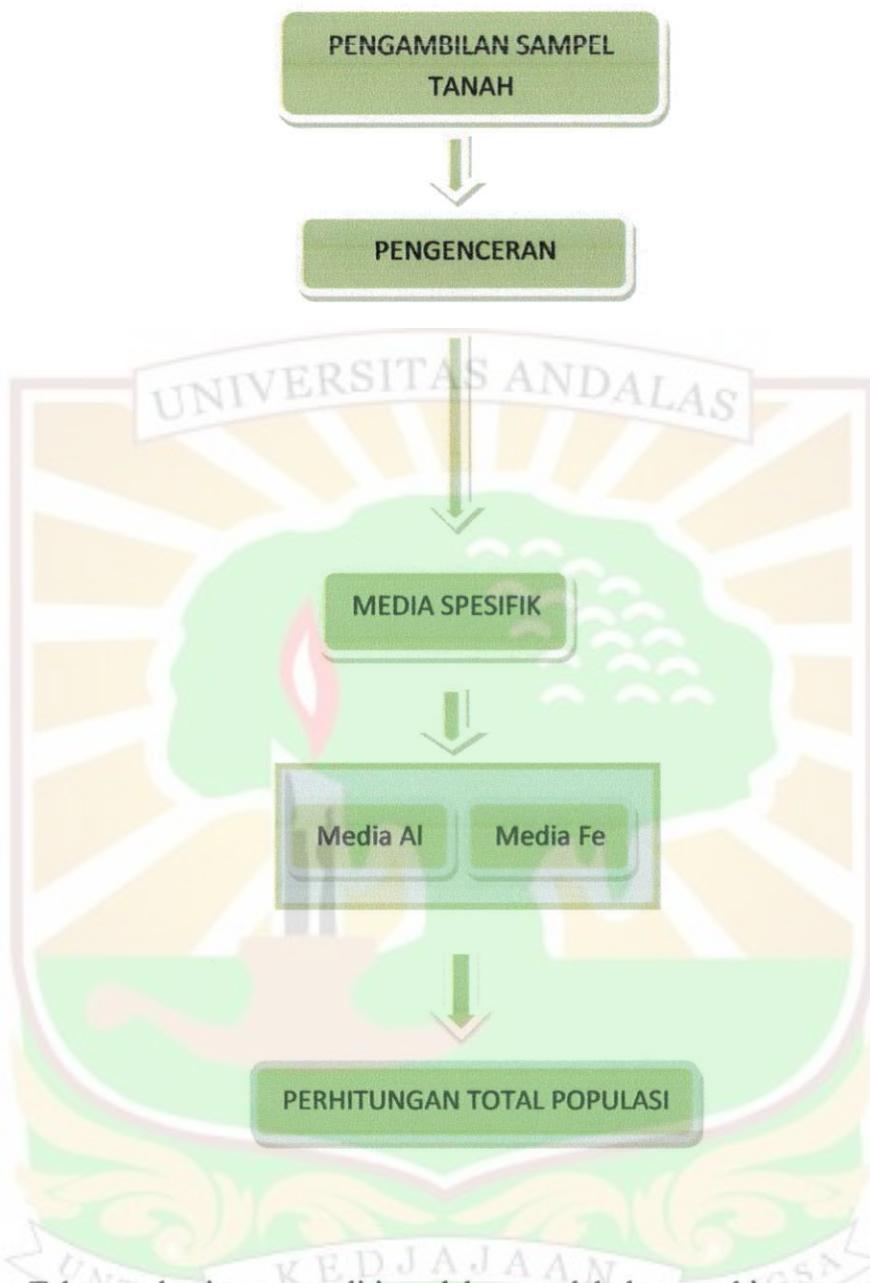
3.4.6 Pengamatan Sifat Kimia Tanah

Pengamatan sifat kimia tanah hanya dilakukan terhadap beberapa sifat kimia, yaitu meliputi pH tanah dengan metoda elektroda gelas pH meter, penetapan C-organik tanah dengan metoda walkley and Black, penetapan P-tersedia dengan metoda Bray II, penetapan N-total dengan metoda Kjeldhal, penetapan Ca, K, Na, Mg, Al dan Fe dapat dipertukarkan dengan metoda ammonium asetat.

3.4.7 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari analisis kimia tanah dinilai berdasarkan kriteria sifat kimia tanah, sedangkan data yang diperoleh dari analisis biologi tanah disusun dalam bentuk tabel data, seperti pengamatan makroorganisme dan pengamatan mikroorganisme tanah.





Gambar 1. Tahapan kegiatan penelitian dalam melakukan perhitungan total populasi bakteri pada horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Daerah Penelitian

Daerah penelitian ini terletak pada plot penelitian ekologi hutan di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang yang terletak di kaki Gunung Gadut Padang, sekitar 18 km dari bagian Timur Kota Padang. Plot penelitian ini didirikan oleh Hotta dan Ogino pada tahun 1984 dengan luas 1 ha, digunakan untuk melakukan berbagai macam penelitian di bidang ekologi hutan dan tanah yang berada pada ketinggian antara 450 - 550 meter di atas permukaan laut dan memiliki curah hujan relatif tinggi (pernah mencapai 6500 mm per tahun) tanpa musim kering yang nyata (Rasyidin, 1994). Kawasan ini dapat dikategorikan sebagai hutan hujan tropik super basah, yang mempunyai iklim Monsoon dengan rata-rata suhu tahunan 27°C dengan perbedaan suhu yang relatif kecil sekitar 2°C (Hermansah, 2003).

Lokasi penelitian ini memiliki keragaman spesies tumbuhan yang tinggi, pada luasan 1 ha ditemukan jumlah spesies tumbuhan sebanyak 231 yang teridentifikasi dan 241 yang belum teridentifikasi (Masunaga *et al.*, 1997). Jumlah spesies sebanyak ini merupakan jumlah spesies yang tinggi dibandingkan dengan hutan hujan tropik lainnya. Spesies-spesies tumbuhan yang ada pada plot penelitian ini juga memperlihatkan keragaman karakteristik serapan hara. Seperti yang dikemukakan Masunaga *et al.*, (1998) dari jumlah spesies yang dijumpai tersebut sebagian menyerap unsur hara dalam jumlah tinggi yang disebut dengan tumbuhan akumulator (*akm*) dan sebagian lainnya menyerap hara dalam jumlah yang rendah yang disebut dengan tumbuhan ekskluder (*eks*). Seperti halnya terhadap Al dan Fe sebagian tumbuhan tersebut menyerap Al dan Fe dalam jumlah yang tinggi dan sebagian menyerap Al dan Fe dalam jumlah yang sedikit seperti pada Lampiran 4.

4.2 Karakteristik Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah berperan dalam menentukan sifat dan ciri tanah umumnya dan kesuburan tanah pada khususnya. Dalam hal ini, sifat kimia tanah berhubungan erat dengan kesuburan tanah sebagai media tumbuh tumbuhan yang menyediakan berbagai unsur hara bagi tumbuhan. Sifat kimia tanah yang dianalisis di Laboratorium meliputi pH tanah, Al yang dapat dipertukarkan, P-tersedia, N-total, C-organik, Fe yang dapat dipertukarkan dan kation-kation basa tanah. Hasil analisis sifat kimia tanah pada setiap titik sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Sifat Kimia Tanah pada Horizon Perakaran Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder terhadap Al dan Fe

Jenis Tumbuhan	pH	Al-dd	Fe-dd	Kej. Al	P	N
	H ₂ O	me/100g	mg/kg	%	Ppm	%
Al <i>eks</i>	5.29	1.67	28.32	3.68	4.08	0.35
Al <i>akm</i>	4.44	7.48	38.45	10.57	3.79	0.29
Fe <i>eks</i>	4.25	6.55	50.81	9.33	3.54	0.34
Fe <i>akm</i>	5.61	1.21	46.96	4.02	5.68	0.60
Sampel	C	BO	Ca	Mg	K	Na
%		me/100g.....		
Al <i>eks</i>	3.24	5.58	11.31	1.26	0.21	0.39
Al <i>akm</i>	2.25	3.87	6.83	1.32	0.19	0.48
Fe <i>eks</i>	2.25	3.86	6.89	1.54	0.12	0.17
Fe <i>akm</i>	6.30	10.84	7.02	1.79	0.34	0.51

Keterangan : *eks* = tumbuhan yang menyerap Al dan Fe rendah (ekskluder)
akm = tumbuhan yang menyerap Al dan Fe tinggi (akumulator)

4.2.1 pH H₂O Tanah dan Al yang dapat Dipertukarkan

Pada Tabel 1 terlihat perbedaan karakteristik tanah pada daerah perakaran dari masing-masing tumbuhan Al *akm* dan Al *eks* terlihat adanya perbedaan pH tanah, dimana pH pada horizon perakaran tumbuhan Al *eks* cenderung lebih tinggi dari tumbuhan Al *akm*. Namun sebaliknya pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* dan Fe *eks* dimana pH tanah Fe *eks* lebih rendah dari pada Fe *akm*.

Bila dibandingkan dengan tabel kriteria tanah (Lampiran 7) maka terlihat bahwa pH tanah berada pada kriteria sangat masam sampai agak masam dengan kisaran 4,25 – 5,61. Rendahnya nilai pH disebabkan karena curah hujan yang

tinggi sehingga menyebabkan kation-kation basa mudah tercuci kelapisan bawah. Rosmarkam dan Yuwono (2002) menyatakan bahwa di daerah lembab meskipun tanahnya terbentuk dari batuan kapur namun seringkali lapisan atasnya bereaksi masam yang disebabkan hilangnya kation-kation basa akibat pencucian yang berlebihan. Menurut Hakim *et al.*, (1986) pH tanah yang sangat masam merupakan hal yang biasa terjadi di wilayah-wilayah yang bercurah hujan tinggi yang menyebabkan tercucinya basa-basa dari kompleks jerapan.

Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002) proses pernafasan akar tumbuhan yang mengeluarkan CO_2 dan bereaksi dengan H_2O juga menghasilkan H_2CO_3 . Disosiasi dari H_2CO_3 menyebabkan terionisasinya H^+ yang diikuti oleh penurunan pH disekitar perakaran. Selain pengaruh dari ion H, Al-dd yang terjerap pada permukaan koloid tanah juga merupakan penyebab kemasaman tanah pada daerah dengan curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan kation-kation basa dibebaskan sedangkan Al mudah terjerap bersama ion H (Hardjowigeno, 1987). Dalam keadaan sangat masam Al menjadi sangat larut yang dijumpai dalam bentuk Al^{3+} dan hidroksida Al. Kedua ion ini mudah terjerap dan berada dalam larutan yang mudah terhidrolisis sehingga menyebabkan terjadinya kemasaman tanah. Dari Tabel 1 juga terlihat bahwa pada kawasan ini kandungan Al-dd bervariasi, jika dimasukkan ke dalam tabel kriteria berada pada kriteria rendah sampai sedang dengan nilai Al-dd berkisar antara 1,67-7,48 me/100g tanah. Al-dd pada horizon perakaran tumbuhan Al *akm* lebih tinggi bila dibandingkan dengan horizon perakaran pada Al *eks*. Hal ini membuktikan bahwa Al-dd pada tanah tersebut memang tinggi akan tetapi keberadaan Al *akm* masih belum mampu menurunkan Al-dd pada kondisi yang lebih rendah.

Hubungan yang sangat erat dapat dilihat antara ketersediaan Al-dd dan nilai pH itu sendiri. Seperti yang telah dijelaskan bahwa pada tanah yang masam Al menjadi sangat larut dan terjerap pada koloid liat sehingga Al menjadi tidak seimbang dalam larutan tanah yang menyumbangkan ion H^+ sehingga pH menjadi masam.

4.2.2 P-tersedia Tanah

Pada Tabel 1 terlihat bahwa P-tersedia pada tanah horizon perakaran tumbuhan *Al eks* lebih tinggi ketersediaannya dibandingkan pada tanah horizon perakaran tumbuhan *Al akm* dimana nilai P-tersedia tanah pada tumbuhan *Al eks* yaitu 4,08 ppm dan nilai P-tersedia tanah horizon perakaran tumbuhan *Al akm* yaitu 3,79 ppm, namun keduanya masih tergolong dalam kriteria yang sama yaitu sangat rendah. Pada tanah-tanah masam umumnya Al dapat dipertukarkan lebih besar sehingga Al cenderung mengikat P. Selain itu yang mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah adalah keadaan fisiografi, dimana pada tanah horizon perakaran tumbuhan *Al eks* berada pada lokasi yang lebih rendah dengan keragaman tumbuhan yang relatif rendah cenderung mempunyai P yang lebih tinggi karena mendapat sumbangan hara P dari lereng atas. Hal ini sejalan dengan penelitian Kubota *et al.*, (2000), bahwa tanah pada lokasi yang lebih datar dibagian bawah lereng cenderung lebih subur dari bagian puncak dan tengah lereng.

Sedangkan pada tanah dibawah kanopi tumbuhan *Fe akm* dan *Fe eks* terlihat kandungan P-tersedia tanah pada *Fe akm* lebih besar dari kandungan P-tersedia tanah pada *Fe eks*, adanya pengaruh kerapatan vegetasi dan diameter batang tumbuhan diduga yang menjadi penyebab ketersediaan P di dalam tanah tidak seiring dengan ketersediaan P di dalam tumbuhan tersebut. Hal ini juga dipengaruhi oleh kanopi vegetasi yang lebih rapat dan diameter batang yang lebih besar pada tumbuhan *Fe akm* sehingga ada sumbangan P dari *litterfall*. Kandungan P-tersedia yang paling tinggi terdapat pada tanah di bawah kanopi tumbuhan *Fe akm* dengan kriteria rendah. Adanya sumbangan P dari runtuhannya serasah mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah.

Bervariasinya jenis spesies tumbuhan pada posisi ini juga mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah. Berbedanya kebutuhan P suatu tumbuhan akan menyebabkan berbeda pula kandungan hara P di dalam tumbuhan tersebut dan biomassa yang akan dihasilkan nantinya. Tan (1992) menyatakan faktor lain yang mempengaruhi kandungan P-tersedia tanah adalah adanya penumpukan unsur P oleh mikroorganisme berupa polimer nukleo protein, nukleoid acid, inositol fosfat dan ester lainnya sehingga menyebabkan kadar P sedikit di dalam tanah.

4.2.3 Nitrogen (N-total) Tanah

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kandungan N- total yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* mempunyai nilai 0,60 % dengan kriteria tinggi, sedangkan N-total tanah pada horizon perakaran tumbuhan Fe *eks* mempunyai nilai 0,34%. Tingginya N-total tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* dibandingkan horizon perakaran tumbuhan Fe *eks* seiring dengan tingginya jumlah kandungan bahan organik yang terdapat pada Fe *akm* dibandingkan Fe *eks*. Perombakan bahan organik akan menghasilkan unsur hara yang penting berupa nitrogen. Sebagian besar N tanah berupa N organik baik yang terdapat di dalam bahan organik tanah maupun fiksasi N oleh mikroorganisme tanah. Selain itu perbedaan kandungan N-total pada tanah horizon perakaran tumbuhan juga diduga adanya pengaruh perbedaan topografi, dimana angkutan bahan organik dari puncak yang dihanyutkan oleh air tertumpuk lebih banyak pada bagian tengah karena pada bagian tengah ini memiliki topografi yang lebih landai dibandingkan pada tanah horizon perakaran tumbuhan lainnya.

Namun berbeda pada kandungan N-total tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* yang mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan Al *akm* namun masih dalam kriteria yang sama yaitu pada kriteria sedang. Al *akm* mempunyai nilai 0,29 % sedangkan Al *eks* mempunyai nilai 0,35 %. Hal ini seiring dengan jumlah kandungan bahan organik yang terdapat pada Al *eks* yang lebih tinggi dibandingkan Al *akm*. Bahan organik adalah penyumbang nitrogen tanah terbesar setelah mengalami dekomposisi. Dekomposisi bahan organik tanah menghasilkan N dalam bentuk ion seperti ammonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), dan nitrat (NO_3^-) yang sangat penting dalam kesuburan tanah.

Jasad renik yang berperan dalam oksidasi nitrogen dipengaruhi oleh aerasi, suhu dan jumlah basa dalam tanah (Soepardi, 1983). Adanya basa-basa dalam tanah dengan jumlah yang banyak akan meningkatkan proses oksidasi nitrogen.

4.2.4 C organik Tanah

Pada Tabel 1 dapat kita lihat kandungan C-organik pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe sangat bervariasi mulai dari kriteria sedang sampai sangat tinggi. Kandungan C-organik pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* mempunyai nilai 2,25% pada

kriteria sedang lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan C-organik pada tanah dibawah kanopi tumbuhan Al *eks* yang mempunyai nilai 3,24% pada kriteria tinggi. Tingginya kandungan C-organik pada tanah dibawah kanopi tumbuhan Al *eks* disebabkan oleh angkutan bahan organik dari puncak yang dihanyutkan oleh air tertumpuk lebih banyak pada bagian ini karena memang pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* ini memiliki topografi yang lebih landai dibandingkan tanah horizon perakaran tumbuhan lainnya. Berbeda dengan tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* dan Al *eks* dimana kandungan C-organik tanah pada Al *akm* lebih rendah dibandingkan Al *eks*, namun terjadi sebaliknya pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* dan Fe *eks*, kandungan C-organik pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* lebih tinggi dibandingkan pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *eks*. Dimana Fe *akm* mempunyai nilai 6,30% pada kriteria sangat tinggi dan Fe *eks* dengan nilai 2,25% pada kriteria sedang. Hal ini disebabkan oleh kanopi tumbuhan yang tidak terlalu rapat sehingga cahaya dapat langsung mengenai permukaan tanah. Kondisi tanah yang terkena cahaya matahari langsung dapat meningkatkan aktifitas mikroorganisme tanah di dalam merombak bahan organik. Hal ini juga didukung oleh pendapat Ahmad (1980) bahwa lahan yang terbuka menyebabkan tanah terkena sinar matahari langsung dan hujan yang mengakibatkan dekomposisi bahan organik dipercepat.

Tingginya bahan organik pada tanah hutan berhubungan dengan pengembalian bahan organik yang berasal dari runtuh sarasah (*litterfall*). Dekomposisi sarasah ini juga berhubungan dengan ketebalan sarasah yang sangat dipengaruhi oleh kerapatan tumbuhan yang terdapat di hutan dan dipengaruhi juga oleh jenis tumbuhan itu sendiri, misalnya ada tumbuhan yang berdaun lebar dan adapula tumbuhan yang berdaun kecil. Serasah yang berasal dari tumbuhan yang berdaun kecil akan lebih cepat melapuk sehingga kemampuan menyumbang bahan organik tanah semakin besar.

Selain itu kandungan bahan organik berhubungan dengan ketinggian tumbuhan dan kerapatan yang tinggi sehingga menciptakan iklim mikro yang lembab. (Resosoedarmo *et al.*, 1986) juga menambahkan tingginya kelembaban akan meningkatkan laju aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia pada

permukaan tanah, sehingga mempercepat pelapukan bahan organik yang akan memperbaiki sifat kimia tanah seperti ketersediaan unsur hara N, P dan kation-kation basa.

Hutan hujan tropik memiliki laju dekomposisi serasah tercepat dibandingkan ekosistem-ekosistem lainnya. Hal ini disebabkan karena serasah yang jatuh ke permukaan tanah tidak akan lama tertimbun di lantai hutan tetapi segera mengalami dekomposisi sehingga dapat dengan segera diserap kembali oleh tumbuhan.

4.2.5 Fe yang dapat dipetikarkan

Pada Tabel 1 dapat terlihat kandungan Fe-dd pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* lebih tinggi dengan nilai 38,45 mg/kg dibandingkan pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* dengan nilai 28,32 mg/kg sedangkan pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* mempunyai nilai 46,96 mg/kg lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai Fe *eks* yang mempunyai nilai 50,81%, dimana pada ke empat tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm*, Al *eks*, Fe *akm* dan Fe *eks* ini berada pada kriteria yang sama yaitu pada kriteria tinggi.

Tingginya kandungan Fe-dd yang terdapat pada kawasan ini juga disebabkan karena curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan kandungan basa-basa menjadi tercuci. Pada tanah dengan lingkungan oksidatif, Fe dominan dalam bentuk Fe^{3+} sehingga Fe terjerap kuat di dalam tanah. Kelarutan Fe juga dipengaruhi oleh pH tanah yang mempunyai hubungan yang bertolak belakang. Semakin tinggi nilai pH maka semakin rendah nilai Fe, begitupun sebaliknya. Menurut Hanafiah (2005), pada tanah dengan pH tinggi Fe tidak tersedia karena mengendap dan pada pH yang sangat rendah kelarutan Fe tinggi.

4.2.6 Kation-Kation Basa Tanah (Ca, Mg, K, Na)

Basa-basa dalam tanah terdiri dari kation Ca, Mg, K dan Na. Basa-Basa merupakan hasil pelapukan mineral dan dekomposisi bahan organik. Laju pelapukan yang terjadi di kawasan hutan hujan tropik yang disebabkan oleh kelembaban dan panas yang tinggi yang berlangsung sepanjang tahun. Pelapukan terjadi ketika hidrogen di dalam larutan tanah bereaksi dengan mineral di dalam tanah atau lapisan bebatuan, yang mengakibatkan terlepasnya basa-basa. Basa-basa merupakan unsur esensial yang dapat dengan segera diserap oleh tumbuhan.

Kandungan Ca-dd yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe berkisar antara kriteria sedang sampai kriteria tinggi, pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* merupakan tanah yang memiliki kandungan Ca-dd paling tinggi yaitu pada kriteria tinggi dengan nilai 11,31 me/100g, sedangkan tanah horizon perakaran tumbuhan lainnya berada pada kriteria sedang, misalnya pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* dengan nilai 6,83 me/100g, pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *eks* dengan nilai 6,89 me/100g dan pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* dengan nilai 7,02 namun dalam kriteria yang sama. Tingginya konsentrasi Ca-dd pada tanah dihutan hujan tropik pinang-pinang ini diduga adanya sumbangan Ca ke tanah melalui runtuh serasah. Hal ini juga didukung oleh penelitian Muhara (2005) dikawasan yang sama dimana ia juga menemukan bahwa kadar Ca yang disumbangkan ke dalam tanah melalui proses dekomposisi tidak berbeda nyata dengan adanya perbedaan posisi topografi. Tingginya Ca disini diduga karena tanah dikawasan penelitian ini didominasi oleh bahan-bahan yang berasal dari batuan kapur (*lime stone*).

Kandungan Mg pada setiap tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur hara Al dan Fe yaitu sama berada pada kriteria sedang dengan rentang nilai dari 1,26 sampai 1,79 me/100g. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan Mg tanah yaitu bahan induk tanah, jenis tumbuhan, kemiringan lahan dan lain sebagainya. Kandungan Mg juga dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah, karena hasil dari pelapukan bahan organik akan melepaskan unsur Mg ke dalam tanah. Selain itu kandungan basa-basa tanah seperti Ca dan Mg diperkaya lagi dengan adanya sumbangan yang berasal dari PT Semen Padang seperti yang dikemukakan oleh (Rasyidin dan Wakatsuki, 1994; Gani dan Munir, 1995) *cit* Yuafliza, 2001 udara di sekitar Hulu Gadut mengandung partikel-partikel debu yang mengandung senyawa CaO dan MgO yang merupakan senyawa penyusun semen PT. Semen Padang.

Kandungan K-dd pada setiap tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder Al dan Fe berada pada kriteria rendah dengan rentang nilai berkisar dari 0,12 me/100g sampai pada 0,34 me/100g. Rendahnya kandungan K-dd disebabkan tercucinya K-dd kelapisan bawah dan digantikan

oleh Al^{+3} dan H^+ sehingga menyebabkan K sedikit tersedia di dalam tanah. Hardjowigeno (1987) menyatakan rendahnya kandungan K-dd didalam tanah juga disebabkan oleh tumbuhan yang cenderung mengambil K-dd dalam jumlah yang lebih banyak dari yang dibutuhkan tetapi tidak diiringi dengan peningkatan produksi. Selain itu Hakim *et al.*, (1986) juga menyatakan rendahnya K-dd dalam tanah disebabkan adanya akumulasi K oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dalam melakukan perombakan dan juga menggunakan K sebagai salah satu unsur pembentuk sel-sel baru.

Kandungan Na-dd yang terdapat pada setiap tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe sangat bervariasi. Pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* dengan nilai yaitu 0,39 me/100g berada pada kriteria rendah dan pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* berada pada kriteria sedang dengan nilai 0,48 me/100g. Berbeda dari tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* dan Al *akm* pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *eks* dan Fe *akm* berada pada kriteria rendah dimana dengan nilai Fe *eks* 0,17 me/100g sedangkan Fe *akm* dengan nilai 0,51 me/100g. Tinggi dan rendahnya kandungan Na-dd dalam suatu tanah diduga salah satunya disebabkan karena tercucinya Na ke lapisan bawah. Dekomposisi bahan organik akan menyumbangkan unsur hara dan kation basa ke dalam tanah. Bahan organik dalam proses dekomposisinya akan melepaskan asam-asam organik yang dapat meningkatkan kelarutan basa-basa. Sesuai dengan pendapat Hardjowigeno (2003), bahwa asam-asam yang dilepaskan sebagai akibat dekomposisi bahan organik mempercepat pelapukan mineral yang banyak mengandung basa-basa, sehingga terbentuk unsur-unsur hara yang mudah larut.

4.3 Makroorganisme pada Tanah Horizon Perakaran Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder Terhadap Al dan Fe

Hasil pengamatan jumlah makroorganisme dilaboratorium pada tanah horizon perakaran tumbuhan yang menyerap Al *akm* dan *eks* serta menyerap Fe *akm* dan *eks* pada hutan hujan tropik pinang-pinang. Pengamatan dilakukan dengan memasukkan tanah ke dalam corong kemudian di tampung dengan wadah yang berisi alkohol kemudian dihitung makroorganisme yg jatuh setelah 1 minggu

pengamatan. Pengamatan ini dilakukan dengan menggunakan sistem pencahayaan, hasil pengamatan makroorganisme tanah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Makroorganisme Tanah pada Berbagai Spesies Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder terhadap Al dan Fe.

Jenis Tumbuhan	Jenis Makroorganisme	Jumlah Total Makroorganisme
1. Al <i>akm</i>	Semut, laba-laba	10 ekor/200g tanah
2. Al <i>eks</i>	Cacing kecil	2 ekor/200g tanah
3. Fe <i>akm</i>	Semut, rayap, kumbang.	10 ekor/200g tanah
4. Fe <i>eks</i>	Semut, rayap, kumbang.	7 ekor/200g tanah

Keterangan : *eks* = tumbuhan yang menyerap Al dan Fe rendah (ekskluder)
akm = tumbuhan yang menyerap Al dan Fe tinggi (akumulator)

Pada tabel 2 dapat kita lihat jumlah makroorganisme pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* dan Fe *akm* lebih banyak dibandingkan yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* dan Fe *eks*. Jumlah dan jenis makroorganisme yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe cukup beragam. Pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* ditemukan semut dan laba-laba tanah dengan jumlah 10 ekor/200g tanah sedangkan pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* hanya ditemukan cacing kecil sebanyak 2 ekor/200g tanah. Pada tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm* ditemukan semut, rayap dan kumbang tanah dengan jumlah 10 ekor/200g tanah sedangkan pada tumbuhan Fe *eks* juga ditemukan semut, rayap dan kumbang namun jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dari tanah horizon perakaran tumbuhan Fe *akm*.

Pada tanah-tanah hutan yang asam, keberadaan cacing tanah digantikan oleh *Enchytraeid* yaitu cacing berukuran kecil yang hanya berfungsi sebagai penghancur serasah. Cacing tanah mempunyai beberapa fungsi menguntungkan bagi ekosistem (1) meningkatkan aktivitas mikroba, (2) mencampurkan tanah dan agregasi tanah, (3) meningkatkan infiltrasi, (4) memperdalam sebaran akar (Handayanto dan Hairiah, 2009). Akan tetapi keberadaan cacing tanah pada lokasi penelitian masih lebih sedikit jika dibandingkan pada lokasi hutan secara umum.

Rayap mempengaruhi ketersediaan unsur hara melalui pemindahan bahan organik dan tanah ke *mound* (sarang rayap dalam bentuk gundukan tanah) yang kemudian didistribusikan kembali ke tanah melalui degradasi alami dan erosi. Rayap berkontribusi pada pertukaran karbon, nitrogen, oksigen, sulfur, fosfor,

kalsium, magnesium, kalium dan natrium. Pengaruh terbesar adalah pada siklus karbon dan nitrogen. Peran rayap sebagai detritivora (pemakan sisa organik) melalui dekomposisi selulosa kayu sangat penting dalam siklus karbon. Proses dekomposisi melepaskan energi yang semula tidak tersedia dalam ekosistem. Rayap juga berkontribusi pada siklus karbon melalui penyediaan makanan untuk hewan lainnya, dan melepaskan karbon dioksida ke udara. Siklus nitrogen dipengaruhi dengan cara yang sama dengan siklus karbon. Jika ekskreta rayap diberikan ke tanah, nitrogen yang dikandungnya dapat meningkatkan kesuburan tanah. Selain itu ada cara lain nitrogen dapat masuk ke dalam siklus nitrogen melalui rayap. Bakteri penambat nitrogen yang ada di dalam usus rayap menambat N_2 untuk kemudian diintegrasikan dalam jaringan dan kotoran rayap (Handayanto dan Hairiah, 2009).

Selain cacing dan rayap, semut merupakan makroorganisme yang banyak juga ditemukan di daerah hutan. Semut mempengaruhi sistem struktur tanah dengan menggali sarang dan menimbun lapisan tanah tipis dipermukaan. Semut lebih menyukai tanah dengan kandungan bahan organik tinggi dibandingkan tanah dengan bahan organik rendah. Semut mempunyai pengaruh penting terhadap produktivitas dan stabilitas ekosistem (Handayanto dan Hairiah, 2009).

Bahan organik tanah merupakan sumber energi dan makanan utama bagi mikro dan makro organisme tanah. Dalam aktivitasnya, biota tanah tersebut merombak atau mendekomposisi bahan organik segar menjadi senyawa yang lebih sederhana. Antara mikro dan makro organisme tanah terdapat hubungan simbiosis mutualisme dalam mengeksploitasi bahan organik. Mikroorganisme tanah berperan dalam sebagian besar transformasi kimia dari proses dekomposisi sedangkan makroorganisme cenderung menstimulir dan mengambil manfaat dari aktivitas tersebut melalui kemampuannya beroperasi dalam skala ruang dan waktu yang lebih luas.

Makroorganisme seperti cacing dan rayap mampu menghancurkan karbohidrat kompleks, lignin, asam humic dan senyawa fenol yang terdapat dalam sarasah dan tanah dan berperan penting dalam perubahan lingkungan mikro tanah melalui aktivitasnya menggali dan membuat sarang dalam tanah (Lavelle *et al.*, 1994).

Jumlah makroorganisme yang terdapat pada tanah menggambarkan hubungan yang saling menguntungkan antara makroorganisme dengan unsur hara yang ada di dalam tanah. Makroorganisme tanah yang ada pada hutan hujan tropik ini berfungsi mendekomposisi sarasah sehingga menyumbangkan bahan organik ke tanah tersebut.

4.4 Pengamatan Mikroorganisme pada Horizon Perakaran Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder Terhadap Al dan Fe.

Pengamatan mikroorganisme tanah horizon perakaran tumbuhan yang menyerap Al dan Fe tinggi serta menyerap Al dan Fe rendah telah dilakukan isolasi. Hasil isolasi yang telah dilakukan dilaboratorium mengenai pengamatan jumlah mikroorganisme dilaboratorium pada tanah hutan hujan tropik pinang-pinang disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Isolasi Mikroorganisme Tanah pada Horizon perakaran Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder terhadap Al dan Fe

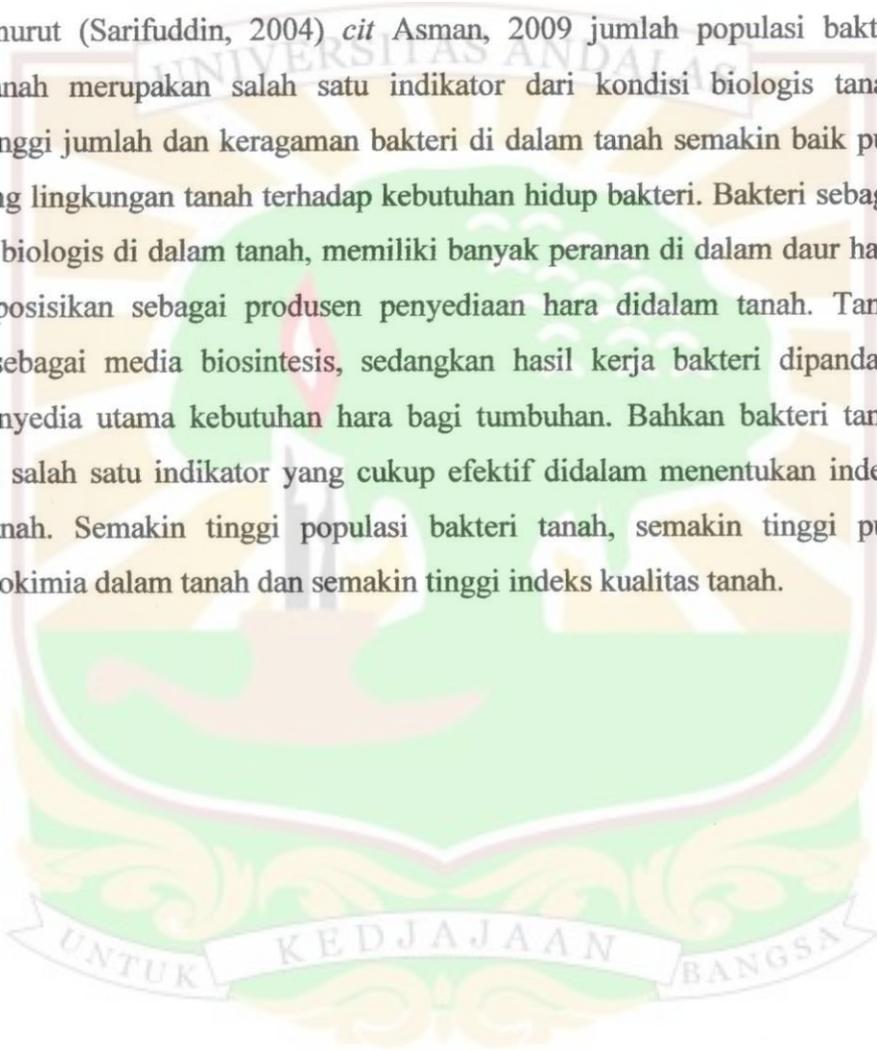
No	Jenis Tumbuhan	Media Spesifik (Media Al & Fe) / sel/ml
1	Al <i>akm</i>	$3,65 \times 10^6$
2	Al <i>eks</i>	$3,5 \times 10^6$
3	Fe <i>akm</i>	5×10^6
4	Fe <i>eks</i>	$3,5 \times 10^6$

Keterangan : *eks* = tumbuhan yang menyerap Al dan Fe rendah (ekskluder)
akm = tumbuhan yang menyerap Al dan Fe tinggi (akumulator)

Pada Tabel 3 dapat kita lihat isolasi bakteri dilakukan pada media spesifik dimana total populasi yang paling banyak ditemukan pada Al *akm* dan Fe *akm* dengan nilai Al *akm* memiliki total populasi sebesar $3,65 \times 10^6$ sel/ml sedangkan Fe *akm* dengan nilai 5×10^6 sel/ml. Sedangkan pada Al *eks* dan Fe *eks* total populasinya sama dengan nilai $3,5 \times 10^6$ sel/ml. Keragaman populasi bakteri pada tumbuhan yang berbeda disebabkan oleh nutrisi yang diberikan tumbuhan pada setiap bakteri. Bakteri memperoleh nutrisi dari ekskresi akar tumbuhan, sedangkan tumbuhan mendapat hara dari aktivitas bakteri itu sendiri di dalam tanah. Hal ini didukung oleh pendapat (Sariffuddin, 2004) *cit* Asman, 2009 menyatakan dengan cukupnya nutrisi yang tersedia di dalam tanah, maka populasi dan aktivitas rhizobakteria di dalam tanah juga ikut meningkat. Karena itu populasi rhizobakteria sangat bervariasi didalam tanah, baik antara satu tumbuhan dengan tumbuhan lain maupun pada lokasi berbeda.

Keragaman bakteri dalam tanah sangat dipengaruhi oleh interaksi dengan tumbuhan, kesuburan tanah, kondisi lingkungan fisik dan kelompok mikroorganisme lainnya. Tingginya populasi bakteri sebagai komponen habitat alami memiliki fungsi penting dalam mendukung berbagai proses biokimia di dalam tanah seperti dekomposisi bahan organik, mineralisasi senyawa organik, fiksasi hara, pelarutan hara, nitrifikasi dan denitrifikasi (Sarifuddin, 2004) *cit* Asman, 2009.

Menurut (Sarifuddin, 2004) *cit* Asman, 2009 jumlah populasi bakteri didalam tanah merupakan salah satu indikator dari kondisi biologis tanah. Semakin tinggi jumlah dan keragaman bakteri di dalam tanah semakin baik pula daya dukung lingkungan tanah terhadap kebutuhan hidup bakteri. Bakteri sebagai komponen biologis di dalam tanah, memiliki banyak peranan di dalam daur hara. Bakteri diposisikan sebagai produsen penyediaan hara didalam tanah. Tanah dianggap sebagai media biosintesis, sedangkan hasil kerja bakteri dipandang sebagai penyedia utama kebutuhan hara bagi tumbuhan. Bahkan bakteri tanah merupakan salah satu indikator yang cukup efektif didalam menentukan indeks kualitas tanah. Semakin tinggi populasi bakteri tanah, semakin tinggi pula aktivitas biokimia dalam tanah dan semakin tinggi indeks kualitas tanah.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai karakteristik kimia tanah dan keberadaan rhizobakteria tumbuhan akumulator dan ekskluder Al dan Fe di hutan hujan tropik pinang-pinang Padang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat kesuburan tanah pada Hutan Hujan Tropik ini tergolong rendah hal ini terlihat dari beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah yang tergolong masam dengan nilai rata-rata 4.89, kandungan P-tersedia tanah sangat rendah dengan nilai rata-rata 4.27 ppm, dan kandungan N-total yang sedang dengan nilai rata-rata 0.39% serta kandungan basa-basa yang tergolong kriteria sedang .
2. Jumlah dan jenis makroorganisme yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe cukup beragam dimana jumlah makroorganisme pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* dan Fe *akm* lebih banyak dibandingkan yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* dan Fe *eks*.
3. Populasi bakteri pada media spesifik pada horizon perakaran Al *akm* dan Fe *akm* adalah 3.65×10^6 sel/ml untuk Al akumulator dan 5×10^6 sel/ml untuk Fe akumulator. Untuk Al *eks* dan Fe *eks* total populasinya sama yaitu 3.5×10^6 sel/ml.
4. Tingginya populasi bakteri pada horizon perakaran tumbuhan yang ditumbuhkan pada media menggambarkan adanya hubungan yang saling menguntungkan antara bakteri dengan tumbuhan. Keberadaan bakteri pada tumbuhan yang berbeda disebabkan oleh nutrisi yang diberikan tumbuhan pada setiap bakteri.

5.2 Saran

Perlunya penelitian lanjutan untuk mengetahui jenis, keragaman dan karakterisasi bakteri lebih detail yang membantu di dalam penyerapan unsur hara terhadap tumbuhan Al dan Fe akumulator dan ekskluder.

RINGKASAN

Tanah di hutan hujan tropik Pinang-Pinang pada dasarnya tidak terlalu subur karena banyak terdapat faktor pembatas, diantaranya adalah bahan induk yang relatif masam dan curah hujan yang tinggi, sehingga kawasan ini dikategorikan sebagai hutan hujan tropik super basah. Walaupun tanah-tanah pada hutan hujan tropik tidak terlalu subur, tetapi hutan ini memiliki ekosistem yang paling komplek di permukaan bumi, sangat kaya dengan spesies tumbuhan dan hewan, disertai dengan keragaman karakteristik serapan hara yang tinggi pula.

Pada kawasan hutan hujan tropik Pinang-Pinang Sumatra Barat telah dibuat plot seluas 1 ha untuk melakukan berbagai macam penelitian di bidang ekologi hutan dan tanah secara terus menerus di lereng bawah Gunung Gadut, Padang. Plot penelitian ini berada pada ketinggian antara 450 - 550 m dpl (meter diatas permukaan laut). Pada lokasi penelitian ini ditemukan jumlah spesies tumbuhan sebanyak 231 yang teridentifikasi dan 241 yang belum teridentifikasi, dari jumlah spesies yang dijumpai sebagian menyerap unsur hara dalam jumlah yang tinggi (akumulator) dan sebagian lainnya menyerap hara dalam jumlah yang rendah (ekskluder) seperti unsur Al dan Fe sehingga tumbuh-tumbuhan tersebut dikelompokkan ke dalam tumbuhan yang berkadar hara tinggi dan rendah, dari penelitian terdahulu tentang karakteristik unsur hara pada daun tumbuhan yang ada pada 1 ha plot penelitian ini mempunyai keragaman yang tinggi. Masunaga *et al.*, (1998) menyatakan keragaman karakteristik unsur hara disebabkan oleh genetika tumbuhan itu sendiri dan keragaman sifat tanah.

Kemampuan tanah dalam menyediakan hara dipengaruhi oleh banyak faktor, baik dari sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah. Dari sifat fisik tanah karena penelitian ini hanya dalam luasan 1 ha, tidak mempunyai variasi yang tinggi, namun dari sifat kimia tanah terutama tentang variasi kandungan hara seperti N, P, Al, Si, Fe dan sebagainya mempunyai variasi yang tinggi (Kubota, 2000), sedangkan dari sifat biologi akan mempengaruhi di dalam proses dekomposisi sarasah oleh makroorganisme dan mikroorganisme yang hasilnya akan menyumbangkan unsur hara bagi tanah dan tumbuhan di atasnya.

Salah satu mikroorganisme yang membantu didalam penyerapan unsur hara yaitu bakteri yang terdapat pada horizon perakaran tumbuhan tersebut, bakteri yang ada pada daerah horizon perakaran tumbuhan tersebut dinamakan rhizobakteria. Rhizobakteria tanah banyak berperan dalam proses penguraian bahan organik, melepaskan nutrisi ke dalam bentuk yang tersedia bagi tumbuhan, serta mendegradasikan residu senyawa-senyawa toksik. Selain itu rhizobakteria tanah juga berperan sebagai agen pemacu pertumbuhan tumbuhan (*plant growth promoting agents*), menyediakan vitamin dan berbagai asam-asam organik yang berperan penting dalam merangsang pertumbuhan bulu-bulu akar tumbuhan.

Namun dilihat dari hubungan karakteristik serapan hara dengan karakteristik mikroorganisme yang ada disekitar horizon perakaran belum banyak diketahui. Kita ketahui bahwa mikroorganisme dalam tanah terutama di horizon perakaran juga beragam. Oleh karena itu dilakukanlah sebuah penelitian tentang Karakterisasi Kimia Tanah dan Keberadaan Rhizobakteria Tumbuhan Akumulator dan Ekskluder Al dan Fe di Hutan Hujan Tropik Pinang-Pinang Padang yang bertujuan mempelajari karakteristik sifat kimia tanah pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe, menentukan jumlah dan jenis makroorganisme tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap unsur Al dan Fe. Selain itu juga bertujuan untuk mengisolasi dan menghitung total bakteri pada media spesifik Al dan Fe.

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Juli 2011 sampai bulan April 2012, diawali dengan pengambilan sampel tanah dari horizon perakaran tumbuhan dengan cara menggali tanah disekitar perakaran secara perlahan-lahan dengan menggunakan sendok tanah, selanjutnya sampel tanah dari horizon perakaran tumbuhan tersebut diisolasi di laboratorium biologi tanah dan analisis kimia tanah di laboratorium kimia tanah, Universitas Andalas Padang.

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa Tingkat kesuburan tanah pada Hutan Hujan Tropik ini tergolong rendah hal ini terlihat dari beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah yang tergolong masam dengan nilai rata-rata 4,89, kandungan P-tersedia tanah sangat rendah dengan nilai rata-rata 4,27 ppm, dan kandungan N-total yang sedang dengan nilai rata-rata 0,39% serta kandungan basa-basa yang tergolong kriteria sedang . Jumlah dan

jenis makroorganisme yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan akumulator dan ekskluder terhadap Al dan Fe cukup beragam dimana jumlah makroorganisme pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *akm* dan Fe *akm* lebih banyak dibandingkan yang terdapat pada tanah horizon perakaran tumbuhan Al *eks* dan Fe *eks*. Populasi bakteri pada media spesifik pada horizon perakaran Al *akm* dan Fe *akm* adalah $3,65 \times 10^6$ sel/ml untuk Al akumulator dan 5×10^6 sel/ml untuk Fe akumulator. Untuk Al *eks* dan Fe *eks* total populasinya sama yaitu $3,5 \times 10^6$ sel/ml. Tingginya populasi bakteri pada horizon perakaran tumbuhan yang ditumbuhkan pada media menggambarkan adanya hubungan yang saling menguntungkan antara bakteri dengan tumbuhan. Keberadaan bakteri pada tumbuhan yang berbeda disebabkan oleh nutrisi yang diberikan tumbuhan pada setiap bakteri.



DAFTAR PUSTAKA

- Aflizar. 2003. Sarasah dan Karakteristik Fisika Dan Unsur Hara Tanah Hujan Tropik Super Basah Di Pinang-Pinang. Tesis Program Pascasarjana universitas Andalas. Padang. 141 hal.
- Ahmad, F. 1980. Dasar-Dasar Ilmu Tanah Proyek Peningkatan dan Pengembangan Perguruan Tinggi Universitas Andalas. Padang.
- Anas, I. 1989. Petunjuk Laboratorium Biologi Tanah dalam Praktek. Pusat antar Universitas, Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor. 161 halaman.
- Asman, A. 2009. Isolasi Rhizhobakteria dari *Tithonia diversifolia* dan Reinokulasinya sebagai Inokulan untuk Memacu Pertumbuhan dalam Budidaya Titonia. Tesis Program Pascasarjana Unand. Padang.
- Barber, S. 1984. Soil Nutrient Bioavailability "A Mechanistic Approach". Jhon Wiley and Sons, inc. New York. 198 hal.
- Ewusie, J.Y. 1990. Pengantar Ekologi Tropika. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 369 hal.
- Fitter, A.H dan R.K.M.Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Terjemahan Sri Andani dan E. D. Purbayanti dari Plants Physiology. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 782 halaman.
- Foth, H. D. 1998. Dasar-Dasar Ilmu Tanah (Fundamental of soils science). Terjemahan Endang Dwi Purbayanti, Dwi Retno Lukiwati dan Rahayuningsih Trimulatsi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 782 hal.
- Hakim, N; M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, M. A. Diha, G. B. Hong dan Bailey, 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung. 488 halaman
- Hanafiah, K. A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Handayanto dan Hairiah, K. 2009. Biologi Tanah. Pustaka adipura. Yogyakarta. 194 hal.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta

- Henny. 2010. Pengaruh Inokulasi Azotobakter Pemfiksasi N dari *Tithonia diversifolia* terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas
- Hermansah; T. Masunaga, Wakatsuki, and Aflizar. 2003. Dynamics Of Litter Production And Its Quality In Relation To Climatic Factor In Super Wet Tropical Rain Forest, West Sumatra, Indonesia. *Tropics* 12 (2). The Japan Society of Tropical Ecologi. Japan. Halaman 131-146
- Hindersah, R dan S. Simarmata. 2004. Potensi Rhizobakteri *Azotobacter* dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah. *Jurnal Natur Indonesia* 5(2). Halaman 127-133.
- Hotta, M, R. Tamin ; M. iho. 1984. Flora Of Gunung Gadut Area. Forest Ecology And Flora Of Gunung Gadut West sumatra. *Sumatra Nature Study*. Pp 10 – 14.
- Hotta, M dan Ogino, K. 1984. Forest Ecology And Flora Of Gunung Gadut West Sumatera. *Sumatera Nature Study*. Kyoto, Japan. pp 220.
- Imas, T., Hadioetomo, R.S, Gunawan, A. W dan Y. Setiadi. 1989. Mikrobiologi Tanah II. Bahan Pengajaran. Pusat antar Universitas Bioteknologi. IPB. 145 halaman.
- Kubota, D, 1999. Soil Quality Characterization In Relation To Tree Species In Tropical Rain Forest West Sumatera. The United Graduated School Of Agriculture Science, Tottori University. Japan. 93 hal.
- Kuswanto, E. 2002. Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS702). Program Pasca Sarjana (S3) IPB . Bogor. 121 hal.
- Lavelle. 1994 .<http://Seren1.Blogspot.Com/2010/07/Peran-Mikro-dan-Makroorganisme-Tanah.html> jum'at 15 juni 2012 jam 6 :32ss
- Masunaga, T; D. Kubota, M. Hotta, T. Wakatsuki. 1997. Nutritional Characteristics Of Mineral Elements In Tree Species Of Tropical Rain Forest West Sumatra. *Soil. Sci. Plant. Nutr* 4 (3). Japan. Halaman 405-418.
- Masunaga, T; D. Kubota, M. Hotta, T. Wakatsuki. 1998. Mineral Composition Of Leaves And Bark In Aluminium Accumulators In A Tropical Rain Forest In Indonesia. Shimane University And Kagoshima University. Japan. 347-357 pp.

- Masunaga, T; D. Kubota, M. Hotta, T. Wakatsuki. 1998. Nutrient Characteristics Of Mineral Elements In Tree Species Of Tropical Rain Forest West Sumatra. *Soil. Sci. Plant* 4(3). Japan . Hal 315-329.
- Muhara, S. 2005. Kajian Kecepatan Dekomposisi Daun Tumbuhan yang Berkadar Kalsium Tinggi dan Rendah di Hutan Hujan Tropik Gunung Gadut Sumatera Barat. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Rao, N. S. S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi kedua. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 353 halaman.
- Rasyidin, A. 1994. Characterization Of Precipitation And River Water Chemistry For Measuring Rates Of Weathering And Rates Of Soil Formation In Iu River Watershed. South Western Japan, *Soil Sci. Plant. Nutr.* 40: 319-332
- Rosmarkam, A. dan N. W Yuwono. 2001. Ilmu Kesuburan Tanah. Yogyakarta. Kanisius. 224 halaman.
- Rosmarkam, A., dan Yuwono, W. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta. 224 hal.
- Soedarsono, J. 1981. Mikrobiologi Tanah (ringkasan kuliah) Yogyakarta. Departemen Mikrobiologi fakultas Pertanian UGM. 47 halaman.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 591 hal.
- Sumarsih. 2007. Bahan Kuliah Mikrobiologi. Faperta UPNVY. [http:// sumarsih07. Files.wordpress.com.](http://sumarsih07.files.wordpress.com)
- Sylvia, M., J.J. Furrman, P.G. Hartel , dan D. A. Zuberer. 1998. Principles And Aplication Of Soil Microbiology. New Jersey. Pentice Hall Upper Saddle River. 59 halaman.
- Tan, K. H. 1992. Dasar-Dasar Kimia Tanah. Diterjemahkan oleh Goenadi, D.H. dari Soil Principle of Chemistry. Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 295 hal.
- Trisno, J dan Habazar, T. 2002. Mikrobiologi Umum (Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium). Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 70 halaman.
- Vickery, M. L. 1984. Ecology Of Tropical Plants. Pittman Limited. Great Britain.

Vitousek, P. M. 1984. Litterfall Nutrient Cycling And Nutrient Limitation In Tropical Forest. *Ekology*. Halaman 285-298.

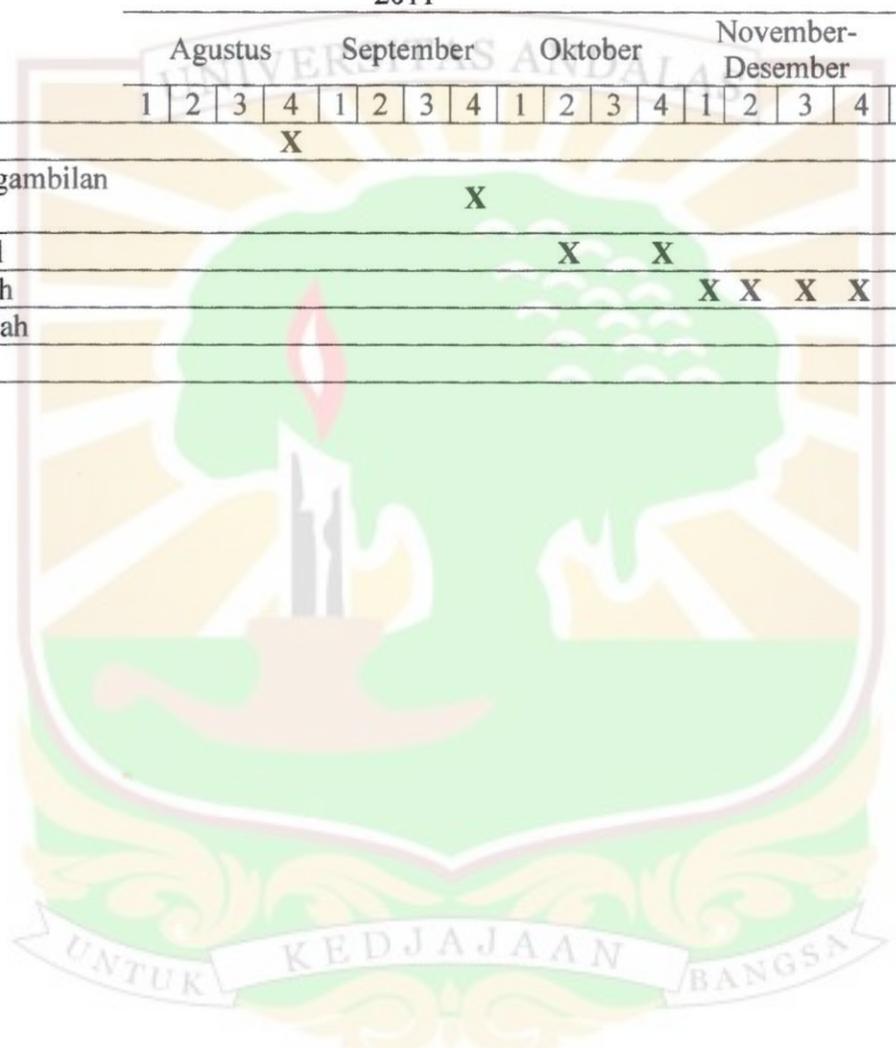
Winarto, M. 2003. Produktivitas Vegetasi Hutan Hujan Tropik. Makalah Pengantar Falsafah sains Program pasca sarjana IPB. Bogor. 10 hal.

Yuafriza.2001. Ciri Kimia dan Kualitas Air Hujan serta Pengaruhnya terhadap Kation Basa Lapisan Atas Tanah pada Lereng Bawah Gunung Gadut. Skripsi Sarjana Jurusan Tanah Faklutas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 50 hal.



Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	2011																2012											
		Agustus				September				Oktober				November-Desember				Januari-April				Mei - Juli							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1.	Survey awal				X																								
2.	Penentuan Titik Pengambilan Sampel								X																				
3.	Pengambilan Sampel										X		X																
4.	Analisis Kimia Tanah													X	X	X	X												
5.	Analisis Biologi Tanah																	X	X	X	X								
5.	Penulisan skripsi																					X	X	X	X	X	X	X	X



Lampiran 2. Peralatan dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

A. Alat-alat yang Digunakan di Lapangan

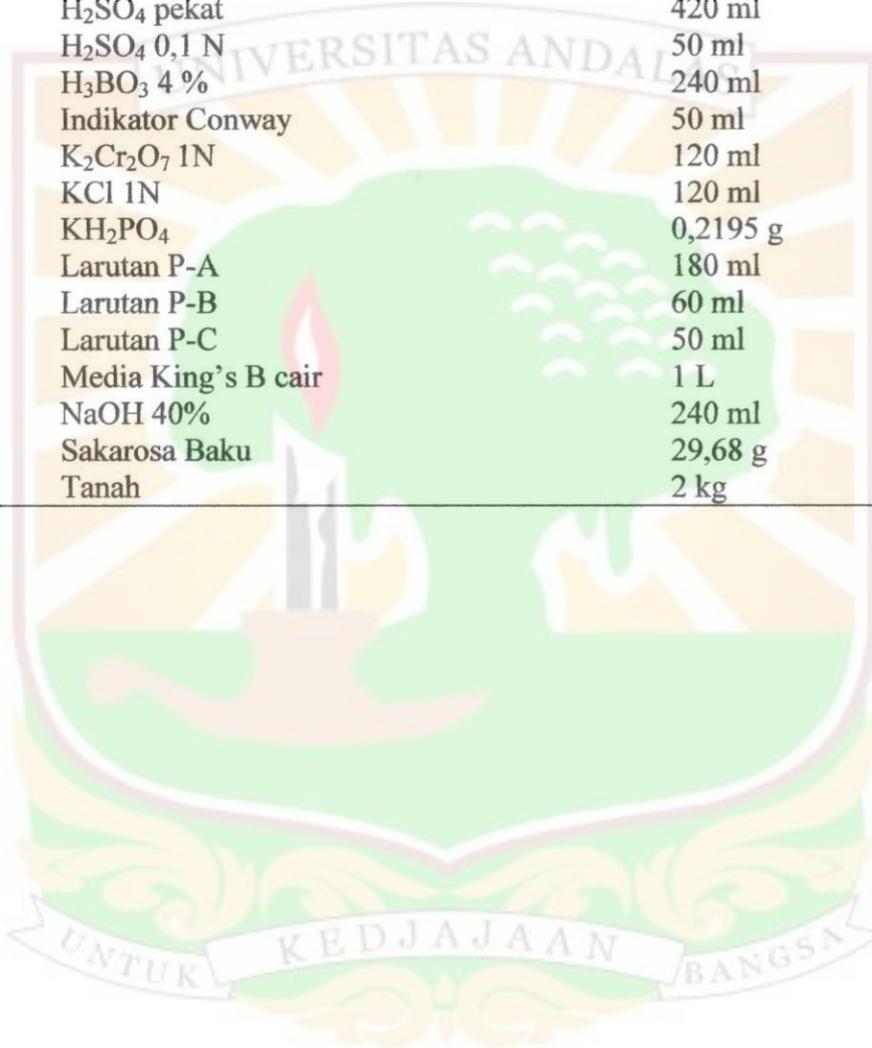
No	Nama Alat	Jumlah
1	Buku catatan	1 buah
2	Sendok tanah	1 buah
3	Kertas label	1 bungkus
4	Pisau	1 buah
5	Plastik + karet pengikat	0,5 kg
6	Spidol	2 buah

B. Alat-alat yang Digunakan di Laboratorium

No	Nama Alat	Jumlah
1	Alumunium Foil	1 gulung
2	Ayakan 2 mm	1 set
3	Autoclave	1 set
4	Botol semprot	1 buah
5	Corong Buchner	12 buah
6	Erlenmeyer 50 ml	12 buah
7	Erlenmeyer 250 ml	12 buah
8	Hot plate	1 set
9	Inkubator	1 set
10	Kertas tissue	1 gulung
11	Kertas saring	12 lembar
12	Kertas label	1 pak
13	Kulkas	1 set
14	Labu Kjheldhal	4 buah
15	Labu ukur 50 ml	6 buah
16	Labu ukur 100 ml	6 buah
17	Laminar flow	1 set
18	Oven	1 set
19	Pengaduk	1 buah
20	Petridish	36 buah
21	Pipet tetes	2 buah
22	pH meter	1 set
23	Skhaker Rotary	1 set
24	Spektrofotometer	1 set
25	Tabung film	12 buah
26	Timbangan analitik	1 set

C. Bahan-bahan yang Digunakan untuk Analisis di Laboratorium

No	Nama bahan	Jumlah
1	Alkohol pekat 97 %	2 L
2	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	1 g
3	Ammonium asetat pH 7 1N	2400 ml
4	Aquadest	10 L
5	BaCl_2 0,5 %	1700 ml
6	Bubuk Selenium	12 g
7	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1 g
8	H_2SO_4 pekat	420 ml
9	H_2SO_4 0,1 N	50 ml
10	H_3BO_3 4 %	240 ml
11	Indikator Conway	50 ml
12	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N	120 ml
13	KCl 1N	120 ml
14	KH_2PO_4	0,2195 g
15	Larutan P-A	180 ml
16	Larutan P-B	60 ml
17	Larutan P-C	50 ml
18	Media King's B cair	1 L
19	NaOH 40%	240 ml
20	Sakarosa Baku	29,68 g
21	Tanah	2 kg



Lampiran 3. Media untuk Mengisolasi Mikroorganisme

1. Media King's B Cair

Bahan Kimia	Komposisi
Protease Pepton	20 g
Gliserol	10 g
KH_2PO_4	1,2 g
MgSO_4	1,5 g
Aquades	1000 ml

Sumber: Anas (1989)

2. Media untuk Bakteri Besi

Bahan Kimia	Komposisi
Pepton	20 g
Gliserol	10 g
MgSO_4	1,5 g
KH_2PO_4	1,2 g
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10 g
Aquades	1000 ml

Sumber: Dimodifikasi dari Anas (1989)

3. Media untuk Bakteri Besi

Bahan Kimia	Komposisi
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,5 g
NaNO_3	0,5 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5 g
K_2HPO_4	0,5 g
CaCl_2	0,2 g
Ferrik Amonium Sitrat	10 g
Agar	15 g
Aquadest	1000 ml

Sumber: Rao (1994)

4. Media untuk Bakteri Alumunium

Bahan Kimia	Komposisi
Pepton	20 g
Gliserol	10 g
MgSO_4	1,5 g
KH_2PO_4	1,2 g
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	10 g
Aquades	1000 ml

Sumber : Dimonifikasi dari Anas (1989)

5. Media untuk Bakteri Alumunium

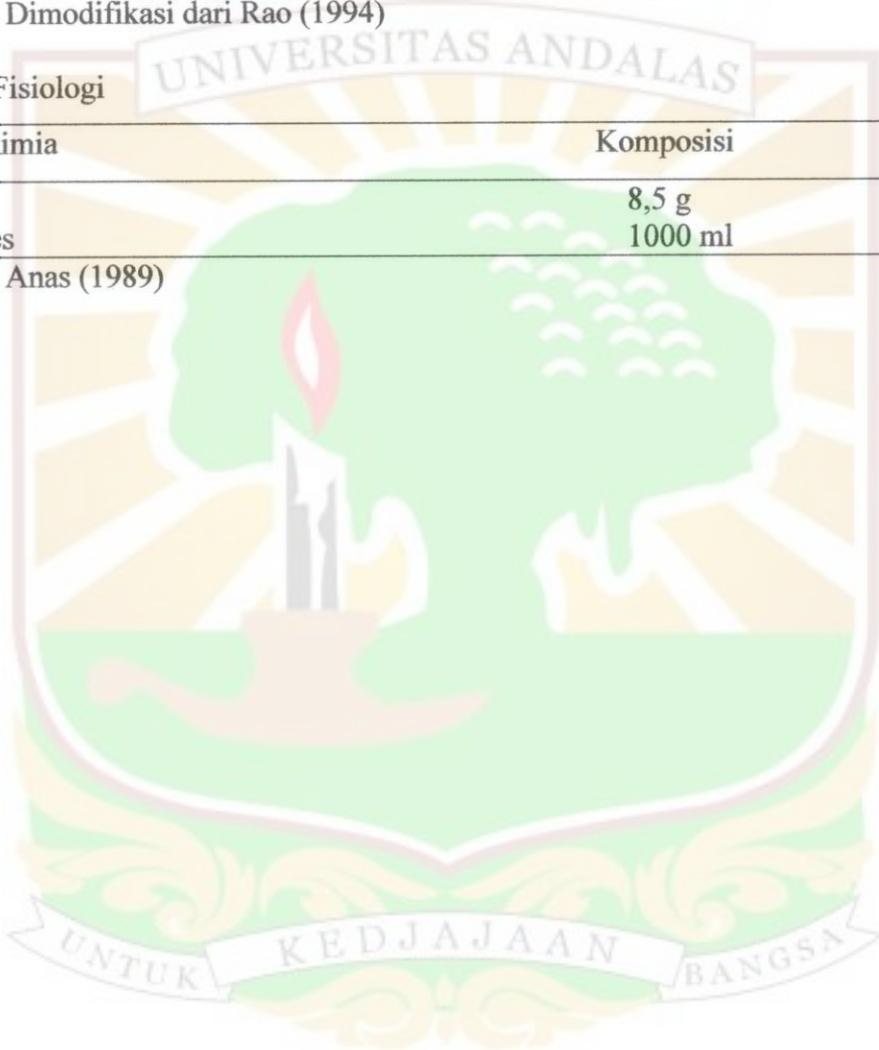
Bahan Kimia	Komposisi
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,5 g
NaNO_3	0,5 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5 g
K_2HPO_4	0,5 g
CaCl_2	0,2 g
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	10 g
Agar	15 g
Aquadest	1000 ml

Sumber: Dimodifikasi dari Rao (1994)

6. Larutan Fisiologi

Bahan Kimia	Komposisi
NaCl	8,5 g
Aquades	1000 ml

Sumber: Anas (1989)



Lampiran 4. Jenis Tumbuhan yang Menyerap Al Tinggi dan Rendah serta Fe Tinggi dan Fe Rendah.

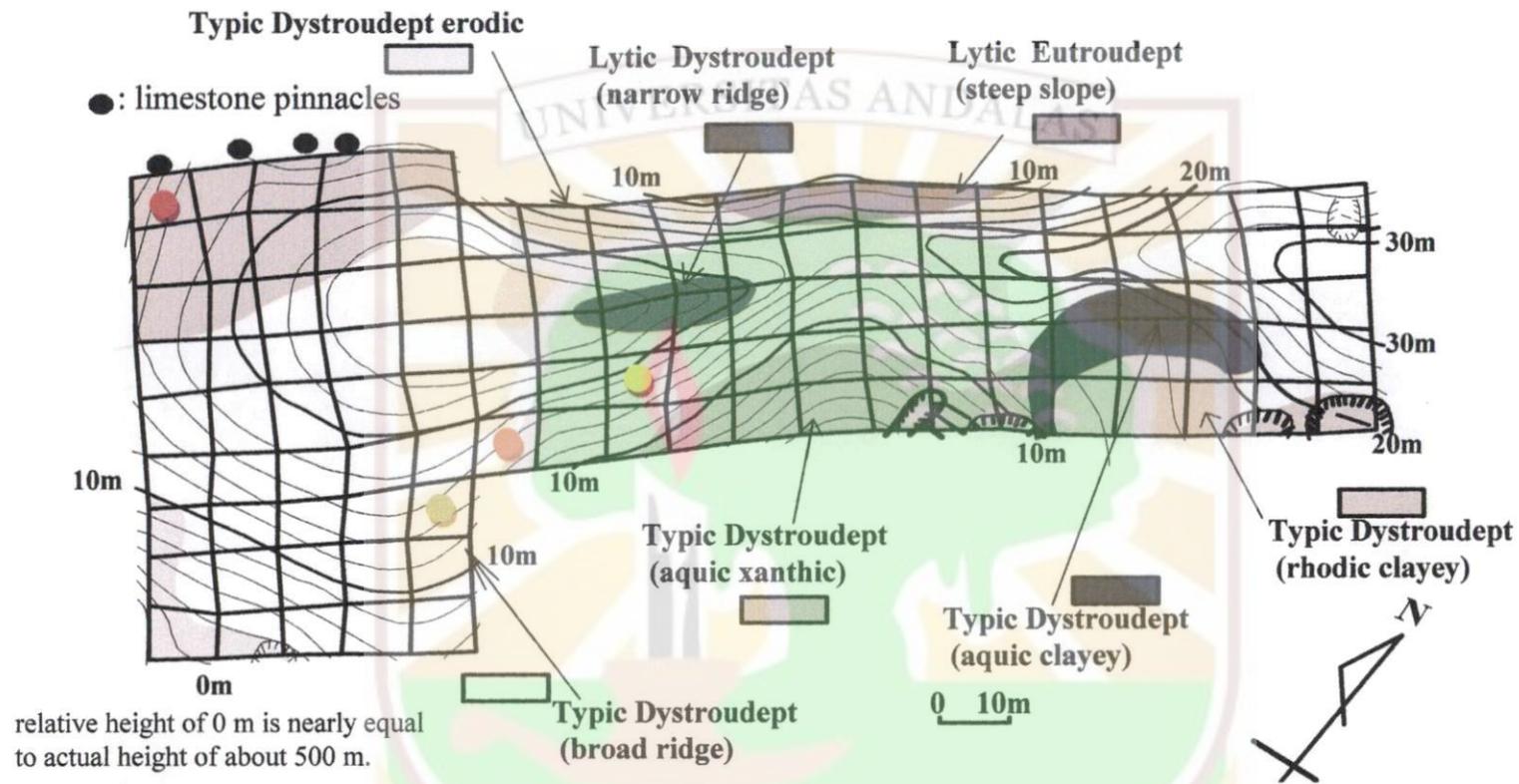
No. Sampel	No. Subplot	No. Tumbuhan	Spesies	Karakteristik
1	1	1	<i>Callaphylom soulatri</i>	Al Eks
2	43	230	<i>Eurya acuminata</i>	Al Akm
3	57	324	<i>Nephelium mutabile</i>	Fe Eks
4	46	255	<i>Ptenandra coerulescens</i>	Fe Akm

Sumber : Masunaga *et al.*, 1998

Keterangan : Akm = Akumulator, Eks = Ekskluder



Lampiran 5. Lokasi Pengambilan Titik Sampel



Sumber : Wakatsuki *et al.*, 1986

- Keterangan :
- = tumbuhan yang menyerap Al rendah (Al *eks*)
 - = tumbuhan yang menyerap Fe rendah (Fe *eks*)
 - = tumbuhan yang menyerap Al tinggi (Al *akm*)
 - = tumbuhan yang menyerap Fe tinggi (Fe *akm*)

Lampiran 6. Prosedur Analisis Kimia Tanah di Laboratorium

1. Penetapan pH H₂O dan KCl (1:1) dengan metoda Elektrometrik (Hakim *et al.*, 1984)
 - a. Bahan : KCl 1 N, H₂O, buffer pH 4 dan pH 7.
 - b. Cara Kerja :
Tanah sebanyak 10 g dimasukkan ke tabung film dan ditambahkan 10 ml aquadest. Dikocok 15 menit dengan mesin pengocok, kemudian didiamkan sebentar. Setelah itu dilakukan pengukuran dengan menggunakan pH meter yang dibakukan dengan larutan penyangga pH 4 dan 7 dengan prosedur yang sama dilakukan untuk 1 N KCl (pH KCl).
2. Penetapan N-total Tanah dengan metode Kjeldahl (Hakim *et al.*, 1984)
 - a. Bahan : H₂SO₄ pekat, NaOH 40 %, H₃BO₃ 4 %, Indikator Conway, H₂SO₄, 0,1 N, serbuk selenium.
 - b. Cara Kerja:
Ditimbang 0,5 g contoh tanah kering lolos ayakan 0,5 mm dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl. Ditambahkan 1 g bubuk selenium, dan 5 ml asam sulfat pekat, serta goyangkan. Lalu campuran tersebut didestruksi diatas tungku listrik dalam lemari asam dengan api kecil, kemudian dibesarkan sampai larutan menjadi putih susu, diangkat dan didinginkan, lalu tambahkan 50 ml aquadest. Larutan tersebut dipindahkan kedalam labu didih dan ditambahkan 20 ml NaOH 40%. Labu didih dihubungkan dengan alat destilasi dan kran air pendingin dibuka. Hasil destilasi ditampung dengan 20 ml 4 % H₃BO₃ dalam Erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 3 tetes indikator conway. Tungku pemanas dihidupkan dan didestilasi selama 15 menit, tetesan destilat akan turun melalui pipa penyuling ke dalam Erlenmeyer penampung. Destilasi dihentikan bila larutan penampung berubah menjadi warna hijau kebiruan. Bila tetesan destilat tidak lagi mengandung Amoniak, hasil destilat diangkat ujung pipa yang terendam destilat disemprot dengan air suling. Ujung pipa dimasukan ke dalam tabung yang berisi aquades dan api tungku dimatikan. Hasil destilasi dititar dengan larutan H₂SO₄ 0,1 N sampai warna hijau

berubah menjadi warna merah muda. Jumlah H_2SO_4 yang terpakai dicatat (a). Lalu dilakukan cara yang sama terhadap blanko (b).

Perhitungan: $N \text{ total } (\%) = (a - b) \times \underline{N} \times 14 \times 100/w \times KKA$

Dimana : a = ml H_2SO_4 untuk penitar contoh

b = ml H_2SO_4 untuk penitar blanko

\underline{N} = normalitas H_2SO_4 penitar (0,1)

14 = bobot atom nitrogen

KKA = 1 + kadar air

w = berat sampel tanah (mg)

3. Penetapan P-tersedia dengan metode Bray II (Hakim *et al.*, 1984)

a. Bahan : Larutan P-A, larutan P-B, larutan P-C

b. Cara kerja:

Larutan P-A: dibuat berdasarkan larutan baku ($1,25 \underline{N}$ HCl + $1,5 \underline{N}$ HF). Dalam hal ini 54 ml HF 48% + 700 ml aquadest. Kemudian dinetralkan dengan NH_4OH sehingga menjadi 1 liter.

Larutan P-B: dibuat dengan melarutkan 3,8 g NH_4 molibdat dengan 300 ml H_2O pada suhu $60^{\circ}C$ lalu didinginkan. Dilarutkan 5 g asam borat dalam 500 ml H_2O dan ditambahkan 75 ml HCl pekat. Lalu ditambahkan larutan NH_4 molibdat dan diencerkan menjadi 1 liter.

Larutan P-C: dibuat dari serbuk pereduksi baku yaitu sebanyak 2,5 g 1-aminol 2-naftol 4-sulfonol, 5 g Na_2SO_4 dan 146 g $Na_2S_2O_2$ ditumbuk bersama-sama dalam lumpang. Larutan pereduksi dibuat dengan cara melarutkan 8 g serbuk pereduksi dengan 50 ml air panas dan dibiarkan 12-16 jam sebelum dipakai.

Sebanyak 1,5 g tanah kering udara dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 ml, kemudian ditambahkan 15 ml larutan P-A dan dikocok selama 15 menit kemudian disaring. Hasil saringan dipipet sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 5 ml larutan P-B, dikocok dan ditambahkan 5 tetes larutan P-C, kocok, dan diamkan selama 15 menit. Kemudian diukur kadar P dengan spektrofotometer pada panjang gelombang $660 \mu m$. Untuk pembakuan dibuat satu deret baku berkadar 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm P. Larutkan 0,2195 g KH_2PO_4 dengan satu

liter larutan Bray II (50 ppm). Pipet berturut-turut 0, 4, 6, 8, 10 ml, larutkan 50 ppm P ke labu ukur 100 ml dan tambah larutan PA hingga tanda garis, maka didapatkan larutan baku yang dimaksud. Pipet 5 ml larutan baku ke dalam Erlenmeyer 100 ml, tambahkan 5 ml larutan P-B dan tambahkan 5 tetes larutan P-C dan seterusnya digunakan untuk standarisasi Spektrofotometer.

$$\text{Perhitungan : P tanah (ppm)} = \text{P terukur (ppm)} \times \frac{15}{1,5} \times \text{KKA}$$

4. Penetapan Fe dapat ditukarkan dengan metode KCL 1N (Jackson, 1965 *cit* International Institute of Agriculture, 2000)

a. Bahan :KCL 1N

b. Cara kerja :

Ditimbang 5 g contoh tanah lolos ayakan 2 mm dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Kemudian ditambahkan 50 ml KCL 1N dan dikocok selama 2 jam, lalu disaring ke dalam labu ukur 50 ml. Hasil saringan dicukupkan hingga batas tanda garis labu ukur 50 ml. Selanjutnya dibuat larutan standar yang mengandung 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm Fe, kemudian dilakukan pengukuran dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).

$$\text{Perhitungan :Fe tanah (ppm)} = \text{Fe dalam larutan (ppm)} \times 50/5 \times \text{KKA}$$

5. Penetapan Al dapat ditukarkan dengan metode KCL 1N (Jackson, 1965 *cit* International Institute of Agricultur, 2000

a. Bahan : KCL 1N

b. Cara kerja :

Ditimbang 5 g contoh tanah lolos ayakan 2 mm dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Kemudian ditambahkan 50 ml KCL 1N dan dikocok selama 30 menit, lalu disaring ke dalam erlenmeyer 150 ml. Pipet hasil saringan sebanyak 20 ml ke dalam erlenmeyer 100 ml, kemudian tambahkan 1 tetes indikator pp lalu titrasi dengan menggunakan NaOH 0,1N sampai muncul warna merah muda. Dicatat NaOH yang terpakai kemudian tambahkan HCl sampai warna merah muda hilang. Tambahkan 10 ml larutan NaF 4%, jika muncul warna merah artinya tanah

mengandung Al kemudian titrasi kembali dengan menggunakan HCl 0,1N sampai warna merah hilang. Namun jika tidak muncul warna merah, artinya tanah tidak mengandung Al.

Perhitungan : $\text{Al-dd (me/100 g)} = (\text{ml HCl} \times \text{N HCl}) \times 50/20 \times 100/5 \times \text{KKA}$

6. Penetapan K, Ca, Mg, Na dapat ditukar dengan metode pencucian ammonium asetat (Jackson, ML, 1962 *cit* International Institute of Tropical Agriculture, 1990).

a. Bahan : Ammonium asetat pH 7 1N, alkohol 40%

b. Cara kerja :

Ditimbang 2,5 g tanah yang lolos ayakan 2 mm diekstraksi dengan ammonium asetat H 7 1N sebanyak 5 ml kedalam labu ukur 50 ml sampai volumenya menjadi 50 ml. Untuk penetapan K, Na, Ca, dan Mg tanah dilakukan pengenceran 10 kali, kemudian ekstrak diukur dengan AAS yang telah distandarkan menurut analisis yang telah dilakukan.

Perhitungan :

$$\text{K-dd (me/100 g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times \text{ppm K} \times \text{KKA}}{10 \times \text{BE K-dd}}$$

$$\text{Ca-dd (me/100 g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times \text{ppm Ca} \times \text{KKA}}{10 \times \text{BE Ca-dd}}$$

$$\text{Na-dd (me/100 g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times \text{ppm Na} \times \text{KKA}}{10 \times \text{BE Na-dd}}$$

$$\text{Mg-dd (me/100 g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times \text{ppm Mg} \times \text{KKA}}{10 \times \text{BE Mg-dd}}$$

7. Penetapan C-organik Tanah dengan metode Walkley and Black (Hakim *et al.*, 1984).

a. Bahan : $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N, H_2SO_4 pekat, 0,5% BaCl_2 dan sukrosa baku

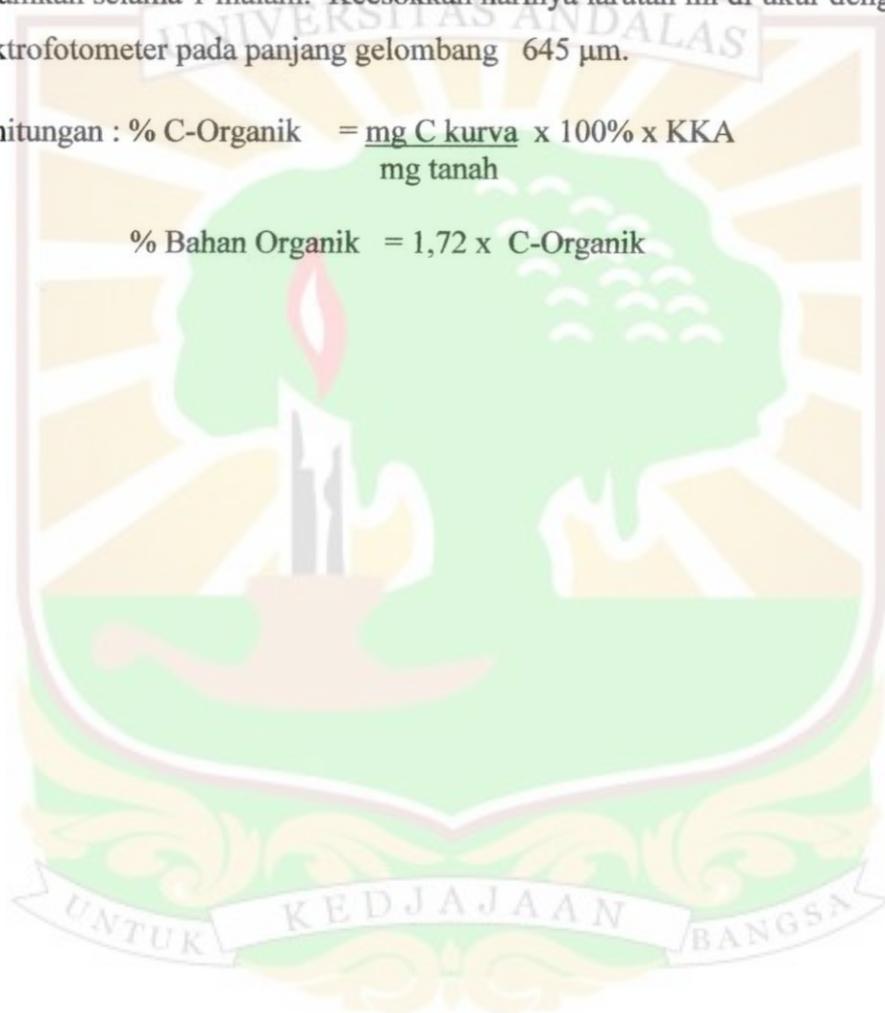
b. Cara kerja :

Pertama dibuat larutan sukrosa baku yang mengandung 5, 10, 15, 20 dan 25 mg C, yaitu dengan cara melarutkan 29,68 g sukrosa baku yang telah kering tanur dengan aquadest dalam labu ukur 250 ml. Lalu dipipet berturut-turut 5, 10, 15, 20 dan 25 ml larutan sakarosa tersebut kedalam

labu ukur 100 ml, diencerkan sehingga 100 ml dengan aquades. Masing-masing larutan yang telah diencerkan ini dipipet sebanyak 2 ml dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Ditimbang 0,5 g tanah dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer lalu ditambahkan 10 ml $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan 20 ml H_2SO_4 pekat, kocok, dan diamkan selama 30 menit. Setelah itu ditambahkan 100 ml Ba_2Cl_2 0,5% sehingga sulfat mengendap menjadi $BaSO_4$. Hal yang sama dilakukan terhadap larutan baku kemudian didiamkan selama 1 malam. Keesokan harinya larutan ini di ukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 645 μm .

$$\text{Perhitungan : \% C-Organik} = \frac{\text{mg C kurva}}{\text{mg tanah}} \times 100\% \times \text{KKA}$$

$$\% \text{ Bahan Organik} = 1,72 \times \text{C-Organik}$$



Lampiran 7. Prosedur Analisis Biologi Tanah di Laboratorium

1. Penetapan Makroorganisme Tanah

Bahan : Alkohol 96 %, Sampel Tanah Horizon perakaran.

Alat : Bola lampu, Kain Kasa, Corong, Gelas Penampung, Lampu Neon 50 watt.

Cara Kerja :

Timbang sampel tanah yang diambil dari lapangan sebanyak 200gr masukkan kedalam corong, tutup corong tersebut dengan menggunakan kain kasa sehingga makroorganismenya tidak lari, di bawahnya ditampung dengan gelas penampung yang berisi alkohol kira-kira seperempat gelas. Lalu letakkan di bawah lampu neon 50 watt. Amati makroorganisme yang jatuh. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan selama 14 hari. Pada akhir pengamatan dihitung jumlah makroorganisme yang jatuh. Perhitungan makroorganisme dihitung dengan cara manual berdasarkan jumlah makroorganisme yang jatuh pada gelas penampung. Jumlah yang terhitung langsung ditabulasikan dalam tabel.

2. Analisis Mikroorganisme dengan Media Spesifik (Al dan Fe)

Bahan : Media Fe, King's B cair, Sampel Tanah

Alat : Testub, Gelas ukur, Pipet Mikro, Erlemeyer.

Cara Kerja :

Sterilkan semua alat dan bahan yang akan kita gunakan. Siapkan media Fe dan Al lalu dimasukkan 9 ml ke dalam testub. Penetapan total populasi pada media spesifik ini dilakukan dengan menggunakan metoda isolasi pengenceran Trisno dan Habazar (2002). Dimana 10g tanah dilarutkan dalam 90ml aquades/larutan fisiologis, diambil 1ml dimasukkan ke dalam testub yang berisi media spesifik yang dimodifikasi (Al dan Fe) dilakukan sampai 5 kali pengenceran (10^{-6}). Setelah itu inkubasi selama 24 jam amati mikroorganisme yang tumbuh yang ditandai dengan adanya gelembung. Total populasi dihitung dengan *Hemacitometer* hanya pada pengenceran terakhir yang ditumbuhi bakteri. Perhitungan total populasi ini merupakan populasi total.

Komposisi media spesifik ini pada mulanya menggunakan komposisi media dari Rao (1994) dimana bahan kimia yang dibutuhkan yaitu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, K_2HPO_4 , CaCl_2 , Ferrik Amonium Sitrat, agar dan agudes namun salah satu komposisi media tidak ada yaitu Ferrik Amonium Sitrat maka komposisi media digantikan dengan menggunakan komposisi media dari Anas (1989) yaitu media King's B dimana komposisi media King's B cair dimodifikasi dengan menambahkan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Pada media spesifik Al karena komposisi medianya tidak ditemukan maka peneliti memodifikasi media spesifik Fe dimana bahan dasar dari media spesifik Fe yaitu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, K_2HPO_4 , CaCl_2 , Ferrik Amonium Sitrat, agar dan agudes namun pada media spesifik Al Ferrik Amonium Sitrat pada media Fe digantikan dengan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Tetapi media yang diinginkan tidak dapat memadat dan pH nya pun terlalu rendah berkisar 1,7 untuk menyeragamkan maka peneliti menggantinya dengan media cair King's B dimana komposisi media dari Anas (1989) yaitu media King's B cair dimodifikasi dengan menambahkan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

Lampiran 8. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah

Sifat Kimia Tanah	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N-total (%)	< 0,1	0,1 – 0,2	0,21 – 0,5	0,51 – 0,75	> 0,75
C-organik (%)	< 1	1 – 2	2,01 – 3	3,01 – 5	> 5,01
P-tersedia (ppm)	< 5	5 – 14	15 – 39	40 – 60	> 60
Ca-dd (me/100gr)	< 2,0	2,1 – 5,0	6 – 10	11 – 20	> 20
Mg-dd (me/100gr)	< 0,3	0,4 – 1,0	1,1 – 3,0	3,1 – 8,0	> 8,0
K-dd (me/100gr)	< 0,1	0,1 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,0	> 1,0
Na-dd (me/100 g)	< 0,1	0,1 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,0	> 1,0
Al-dd (me/100g)	< 1	1 – 3	4 – 8	9 – 40	> 40
Fe-dd (ppm)	< 1	1,0 – 4,9	5,0 – 18,9	19 – 56	> 56

Sifat Kimia Tanah	Nilai					
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Basa
pH (H ₂ O)	< 4,5	4,5 – 5,5	5,6 – 6,5	6,6 – 7,5	7,6 – 8,5	> 8,5

Sumber : Staf Pusat Penelitian Tanah (1983; *cit* Hardjowigeno, 2003)

Lampiran 9. Karakteristik Hara Tumbuhan yang Menyerap Al Tinggi dan Rendah serta Fe Tinggi dan Fe Rendah.

Jenis Tumbuhan	Al	K	Ca	Mg	Na	Fe	P	N
.....g/kg.....								
.....mg/kg.....								
Al <i>eks</i>	0.07	5.68	5.02	1.33	284	136	571.8	38.7
Al <i>akm</i>	19.63	5.59	34.55	2.78	115	166	725.1	62.8
Fe <i>eks</i>	0.09	6.53	4.09	1.24	100	45	1409.6	31.1
Fe <i>akm</i>	14.26	5.87	12.00	1.55	149	177	837.6	54.9

Sumber : Masunaga *et al.*, 1998



