

Kode>Nama Rumpun Ilmu** :151/Ilmu Tanah
Bidang Fokus : Ketahanan Pangan

LAPORAN AKHIR RISET DOSEN PEMULA



Pengaruh Bahan Humat *Lignite* dan Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Unsur Hara Kakao Belum Berproduksi pada Oxisol

TIM PENGUSUL

DEWI REZKI, SP, MP	/ 0020018506	KETUA
SISKA EFENDI, SP. MP	/ 1025108601	ANGGOTA

Dibiayai oleh Dana BOPTN Universitas Andalas TA. 2018

**UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
TAHUN 2018**

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Pengaruh Bahan Humat *Lignite* dan Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Unsur Hara Kakao Belum Berproduksi pada Oxisol

2. Tim Pelaksana

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	Dewi Rezki, SP.MP	Ketua	Ilmu Tanah	14
2	Siska Efendi, SP. MP	Anggota	Hama dan Penyakit Tanaman	7

3. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan: Juni tahun: 2018

Berakhir : bulan: Desember tahun: 2018

4. Dana BOPTN : Rp. 18.000.000,-

5. Lokasi Penelitian : Kampus III Unand di Kabupaten Dharmasraya

6. Permasalahan yang ditemukan dan solusi yang ditawarkan :

Rendahnya produksi kakao pada tanah Oxisol, maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah tsb, diantaranya yaitu penambahan bahan organik dan pupuk buatan. Bahan organik yang biasa digunakan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk bereaksi didalam tanah, oleh karena itu dalam penelitian ini akan menggunakan bahan humat yang cepat reaksinya didalam tanah. Bahan humat yang digunakan adalah bahan humat yang diekstrak dari batubara muda (*lignite*), kandungan bahan humatnya tergolong tinggi yaitu 46 %. Pada penelitian sebelumnya sudah diketahui bahwa bahan humat yang mampu dilarutkan dari lignite adalah sebanyak 46 % dan mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao pada dosis 4 % C-organik yang dikombinasikan dengan 50 % dari rekomendasi pupuk buatan. Pada penelitian yang akan dilaksanakan adalah melakukan uji lanjutan tentang bagaimana reaktifitas dari bahan humat *lignite* didalam tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan serapan unsur hara tanaman kakao belum berproduksi.

7. Luaran yang dicapai :

a. Diperoleh produk berupa bahan humat yang diekstrak dari *lignite*

b. Terbitnya artikel yang dimuat pada jurnal nasional terakreditasi tahun 2019

c. Pemakalah dalam pertemuan ilmiah

**HALAMAN PENGESAHAN
RISET DOSEN PEMULA**

Judul Penelitian : Pengaruh Bahan Humat *Lignite* dan Kompos Terhadap
: Pertumbuhan dan Serapan Unsur Hara Kakao Belum
Berproduksi pada Oxisol

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 151/Ilmu Tanah

Ketua Peneliti :

a. Nama Lengkap : Dewi Rezki, SP, MP
b. NIDN : 0020018506
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
d. Program Studi : Agroekoteknologi Kampus III Dharmasraya
e. Nomor HP : 082383652817
f. Alamat surel (e-mail) : dewirezki@unand.agr.ac.id

Anggota Peneliti :

a. Nama Lengkap : Siska Efendi, SP, MP
b. NIDN : 1025108601
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Mahasiswa yang terlibat (1)

a. Nama Lengkap : R. Alfisyahrin
b. No BP : 1510241003

Mahasiswa yang terlibat (2)

a. Nama Lengkap : Afrilliani Wulandari
b. No BP : 1510241018

Nama Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Herviyanti, MS
Penelitian Tahun ke : I (Satu)

Biaya Penelitian : Dana internal PT (BOPTN) Rp. 18.000.000,-



Padang, 30 November 2018
Ketua Peneliti,

(Dewi Rezki, SP, MP)
NIP. 198501202010012022

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	ii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	11
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

RINGKASAN

Pertumbuhan dan produksi kakao sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Ketersediaan unsur hara ditentukan oleh sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pada tanah marginal seperti Oxisol memiliki tingkat ketersediaan unsur hara sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh proses pelapukan yang intensif. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan kesuburan pada tanah marginal. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk memperbaiki kesuburan tanah Oxisol agar kakao memiliki produksi yang tinggi adalah dengan melakukan penambahan bahan organik dan pupuk buatan.

Bahan organik yang telah digunakan seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos memerlukan proses pelapukan yang cukup lama untuk dapat bereaksi di dalam tanah, oleh karena itu didalam penelitian ini juga akan digunakan komponen bahan organik yang cepat reaksinya, paling aktif dalam tanah dengan muatan listrik dan kapasitas tukar kation (KTK) yang lebih besar dari mineral liat yaitu bahan humat yang diekstrak dari batubara (*Lignite*).

Pada penelitian sebelumnya sudah diketahui bahwa bahan humat yang mampu dilarutkan dari lignite adalah sebanyak 46 % dan mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao pada dosis 4 % C-organik yang dikombinasikan dengan 50 % dari rekomendasi pupuk buatan. Kandungan bahan humat pada *lignite* lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan humat pada jerami padi dan gambut, akan tetapi kemampuan reaktifitas bahan humat yang diekstrak dari *lignite* pada Oxisol di lahan belum diketahui. Hal ini disebabkan karena aktifitas bahan humat seperti bahan humat sangat tergantung pada berat molekul dan posisi gugus fungsionalnya dalam persenyawaan bahan humat tersebut (Rezki, 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan uji lanjutan tentang bagaimana reaktifitas dari bahan humat *lignite* didalam tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan serapan unsur hara tanaman kakao yang belum berproduksi pada Oxisol.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu tanaman perkebunan yang memiliki peranan penting dalam perekonomian nasional adalah tanaman kakao (*Theobroma cacao*), khususnya sebagai sumber devisa negara. Kakao juga memiliki harga yang relatif stabil dan mahal di pasaran, jika dibandingkan dengan karet dan kelapa sawit. Biji yang dihasilkan oleh tanaman kakao mempunyai prospek untuk dikembangkan menjadi berbagai produk olahan, seperti bahan minuman, makanan dan industri kosmetik.

Pemerintah Provinsi Sumatera Barat sangat mendukung pengembangan komoditi kakao, karena komoditi ini memiliki peranan yang sangat penting di masa mendatang, oleh karena itu perlu dilakukan pembudidayaan tanaman kakao secara intensif. Supaya pertumbuhan tanaman kakao menjadi baik dan memiliki produksi tinggi, maka perlu dilakukan teknologi budidaya yang baik seperti menggunakan bibit unggul, pemupukan, penyiangan, pemangkasan dan lain-lain.

Rata-rata produksi tanaman kakao di Indonesia masih tergolong rendah, yaitu sebesar 900 kg/ha/tahun. Angka ini masih jauh di bawah rata rata potensi produksi tanaman yang diharapkan, yakni sebesar 2.000kg/ha/tahun. Selain itu, produktivitas tanaman kakao juga masih sangat beragam antar wilayah. Diantara faktor penyebab rendahnya produktivitas kakao, mayoritas disebabkan antara lain karena penggunaan bahan tanam yang kurang baik, teknologi budidaya yang kurang optimal, kekurangan unsur hara serta masalah dengan serangan hama dan penyakit (Wahyudi *et al*, 2008). Produksi kakao sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan kesuburan tanah seperti penambahan bahan organik dan pemupukan agar unsur hara tersedia didalam larutan tanah.

Sebagian besar tanah yang ada di Indonesia di dominasi oleh tanah yang kurang subur seperti Oxisol. Akan tetapi, tanah Oxisol memiliki beberapa faktor pembatas, seperti tingkat kesuburan tanah yang rendah dan keracunan unsur mikro seperti Fe. Menurut Hidayat *et al* (2004), Oxisol merupakan salah satu tanah marginal yang penyebarannya sangat luas di Indonesia yaitu 13,44 juta ha. Oxisol biasa disebut tanah tua karena telah mengalami pelapukan lanjut. Tanah

ini tergolong sangat miskin unsur hara dan cadangan mineral, Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah serta retensi P yang tinggi.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk memperbaiki kesuburan tanah Oxisol sehingga petani bisa memperoleh produksi yang tinggi adalah dengan melakukan penambahan bahan organik dan pupuk buatan, pengolahan tanah yang baik, pengendalian keracunan Fe dan penambahan unsur hara dengan pupuk buatan. Pemberian bahan organik kedalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah yaitu memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah, tetapi bahan organik yang telah digunakan seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos memerlukan proses pelapukan yang cukup lama untuk dapat bereaksi di dalam tanah, oleh karena itu didalam penelitian ini juga akan digunakan komponen bahan organik yang cepat reaksinya, paling aktif dalam tanah dengan muatan listrik dan kapasitas tukar kation (KTK) yang lebih besar dari mineral liat yaitu bahan humat yang diekstrak dari batubara (*Lignite*).

Bahan humat merupakan komponen tanah yang sangat penting, yaitu terlibat dalam reaksi kompleks dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung bahan humat dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisika, kimia dan biologi dalam tanah. Sedangkan secara langsung dapat merangsang pertumbuhan tanaman, membantu menyediakan unsur hara dan terhadap sejumlah proses fisiologi lainnya (Tan, 1995).

Bahan humat yang terdapat dalam *lignite* atau *leonardite* dan bermacam-macam tipe batubara disebut dengan bahan humat geologi. Pada bagian geologi dan paleontologi kandungan bahan humat dapat menjadi dasar dari umur deposit geologi (Tan, 2003). *Lignite* merupakan batubara muda yang berada dekat dengan permukaan tanah, sehingga sangat kecil kemungkinan *lignite* dapat berubah menjadi batubara tua, karena perubahan batubara muda menjadi batubara tua memerlukan tekanan yang tinggi dan waktu yang sangat lama yaitu mencapai ribuan tahun.

yang cukup banyak yaitu sekitar 20 - 40 ton ha⁻¹, sedangkan penambahan bahan humat hanya membutuhkan 0,4 - 1,2 ton ha⁻¹, sehingga sangat efektif dalam aplikasi dan transportasi kelapangan.

Penambahan bahan organik saja pada tanah Oxisol belum bisa mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan penambahan pupuk buatan untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara pada tanah tersebut. Akan tetapi, harga pupuk yang semakin mahal menyulitkan petani dalam melakukan kegiatan pertanian. Disamping harga pupuk yang semakin meningkat, pemberian pupuk buatan yang terus menerus juga dapat menyebabkan menurunnya kualitas tanah secara fisik, kimia dan biologi, oleh karena itu perlu dilakukan efisiensi penggunaan pupuk buatan dalam budidaya tanaman. Reijntjes *et al* (2006), menjelaskan bahwa penggunaan pupuk buatan yang terus-menerus dapat menurunkan kualitas tanah secara fisika, kimia, dan biologi tanah. Oleh sebab itu perlu dicari alternatif lain untuk mengurangi pemakaian pupuk buatan.

Berdasarkan informasi dan permasalahan yang telah dikemukakan di atas maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul **"Pengaruh Bahan Humat Lignite dan Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Unsur Hara Kakao Belum Berproduksi pada Oxisol"**.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Tanaman kakao merupakan komoditi perkebunan yang memiliki peranan penting dalam perekonomian di Indonesia, akan tetapi produksi kakao di Indonesia masih tergolong rendah, karena sebagian besar budidaya tanaman kakao dilakukan pada tanah marginal yang miskin hara. Hal ini disebabkan oleh banyaknya alih fungsi lahan dari lahan pertanian menjadi lahan non pertanian yang menyebabkan semakin berkurangnya lahan pertanian yang produktif, sehingga petani harus menggunakan tanah marginal yang tersebar luas di Indonesia seperti Oxisol untuk budidaya pertanian. Supaya produktifitas tanah Oxisol dapat meningkat, maka perlu dilakukan penambahan bahan organik dan pupuk buatan. Bahan organik yang sering digunakan seperti kompos merupakan bahan organik yang memiliki reaksi relatif lambat didalam tanah, maka

diperlukan sumber bahan organik lain yang memiliki reaktifitas yang cepat didalam tanah seperti bahan humat. Bahan humat dapat diekstrak dari *lignite* dalam jumlah yang cukup besar yaitu 46 %, akan tetapi reaktifitas *lignite* didalam tanah belum diketahui, sehingga perlu dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui peranan bahan humat dari *lignite* dalam meningkatkan kesuburan tanah. Penambahan bahan organik saja pada tanah Oxisol pada umumnya belum bisa mendukung pertumbuhan tanaman karena tanah ini sangat miskin unsur hara, oleh karena itu budidaya pertanian pada tanah ini membutuhkan penambahan pupuk buatan.

Berkaitan dengan hal-hal yang telah dikemukakan diatas, masalah yang telah diidentifikasi dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana pengaruh kompos bila dibandingkan dengan bahan humat dari batubara (*Lignite*) jika pada masing-masing dikombinasikan dengan takaran pupuk buatan yang berbeda, terhadap serapan hara dan pertumbuhan kakao belum berproduksi pada Oxisol.
- 2) Apakah terdapat interaksi antara bahan humat, kompos dan pupuk buatan serta dapatkah bahan humat yang diekstrak dari batubara (*Lignite*) menggantikan kompos sebagai sumber bahan organik dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan pertumbuhan kakao belum berproduksi pada Oxisol.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan ini bertujuan untuk :

- 1) Membandingkan interaksi dan pengaruh yang terjadi pada pemupukan antara kompos dengan bahan humat dari batubara (*Lignite*) yang dikombinasikan dengan pupuk buatan terhadap ketersediaan unsur hara, dan pertumbuhan belum berproduksi untuk mendapatkan takaran yang baik dalam menggantikan pemakaian pupuk buatan yang tinggi pada Oxisol. Hal ini dapat dilihat dengan memperbandingkan hasil perlakuan pupuk kompos dengan bahan humat dari batubara (*Lignite*) tersebut.
- 2) Memperoleh suatu teknologi baru untuk dapat dipertimbangkan sebagai sumber bahan organik lain yaitu bahan humat dari batubara (*Lignite*)

dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan pertumbuhan belum berproduksi pada Oxisol.

- 3) Menilai hal-hal yang implementatif dalam kaitannya dengan pemanfaatan bahan humat batubara.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu teknologi baru dalam pemanfaatan bahan humat yang diekstrak dari batubara (*Lignite*) untuk dapat menggantikan kompos dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan pertumbuhan bibit kakao pada Oxisol.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Oxisol dan Permasalahannya

Dengan pesatnya pembangunan pada saat ini, pemanfaatan lahan-lahan marjinal menjadi pilihan perluasan lahan pertanian. Lahan ini didominasi oleh Ultisol dan Oxisol yang mempunyai kesuburan dan produktifitas yang rendah. Oxisol adalah salah satu ordo tanah yang terbentuk di daerah tropika humid yang sudah mengalami pelapukan dan proses hancuran iklim yang sangat lanjut. Penampang tanah dalam sampai sangat dalam (>2 m) bertekstur liat dengan warna merah gelap (dusky red) sampai kuning, dan kandungan oksida-oksida Fe dan Al relatif tinggi, sebaliknya kandungan mineral dapat lapuk (sebagai cadangan hara) sangat sedikit (Pusat penelitian dan pengembangan tanah dan agroklimat, 2005).

Sifat dan ciri yang penting dari tanah Oxisol adalah mempunyai subsurface horizon oxic yang dalam. Horizon ini umumnya mempunyai partikel liat yang sangat tinggi dan didominasi oleh hidrous oksida Fe dan Al. Pelapukan dan leaching yang intensif akan melepaskan sebagian besar silika (Si) dari horizon ini, yang tersisa adalah kuarsa dan mineral liat tipe 1:1, tapi didominasi oleh hidrous oksida (Brady dan Weil, 1999).

2.2. Peranan bahan organik dan pupuk buatan terhadap kesuburan tanah

Secara garis besar Sutanto (2006), mengemukakan bahwa keuntungan yang diperoleh dengan memanfaatkan bahan organik adalah: (1) mempengaruhi sifat fisika tanah, bahan organik membuat tanah menjadi gembur sehingga aerasi menjadi lebih baik serta tanah lebih mudah ditembus perakaran tanaman, (2) mempengaruhi sifat kimia tanah, dimana KTK dan ketersediaan hara meningkat dengan penggunaan bahan organik, (3) mempengaruhi sifat biologi tanah, dimana bahan organik akan menambah energi yang diperlukan bagi kehidupan mikroorganisme tanah, (4) mempengaruhi kondisi sosial, dimana limbah perkotaan atau pemukiman dapat meningkatkan lapangan kerja melalui daur ulang yang menghasilkan pupuk organik sehingga akan meningkatkan pendapatan.

Selain pupuk organik, pupuk yang lazim digunakan petani adalah pupuk buatan, merupakan pupuk yang dibuat oleh pabrik-pabrik dengan kandungan unsur hara tertentu dan dengan kadar hara yang tertentu pula. Salah satunya pupuk nitrogen (N) misalnya Urea. Tetapi berdasarkan susunan kimianya pupuk Urea termasuk kedalam golongan pupuk organik (Hakim *et al.*, 1987). Pupuk N dalam bentuk nitrat akan lebih mudah bergerak/mobil daripada NH_4^+ , dengan demikian akan lebih mudah tercuci, demikian juga dengan N dalam bentuk amida yang pada umumnya terdapat pada pupuk urea dimana bentuk inipun mudah larut dalam air. Dalam tanah umumnya amida segera berubah menjadi bentuk amonium karbonat dan kemudian menjadi amonia. Oleh karena itu harus diberikan beberapa kali (Hakim *et al.*, 1986)

2.3 Bahan Humat dan Peranannya

Bahan organik tanah sering dibedakan menjadi bahan tidak terhumifikasi dan terhumifikasi. Bahan-bahan tidak terhumifikasi adalah senyawa yang terdapat didalam tanaman atau organisme dengan ciri khas tertentu, seperti karbohidrat, asam amino, protein, lipid, dan asam nukleat. Fraksi terhumifikasi dikenal sebagai humus, atau sekarang disebut sebagai senyawa humat. Bahan humat dapat dipisahkan dalam beberapa fraksi berdasarkan kelarutannya kedalam asam dan alkali (Tan, 1995).

Bahan humat merupakan komponen organik, yang dapat terdisosiasi menjadi ion yang aktif serta bersifat koloidal dan relatif stabil. Bahan humat memiliki peranan besar dalam memperbaiki tingkat kesuburan tanah, baik secara kimia, fisika dan biologi tanah. Bahan humat dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas memegang air tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, serta dapat menurunkan kelarutan unsur yang dapat meracuni seperti Fe dan Al. Bahan humat mempunyai muatan negatif pada gugus fungsionalnya (karboksil dan hidroksil) yang dapat menyebabkan terikatnya kation-kation logam seperti Fe, membentuk senyawa khelat atau kompleks organo-logam, sehingga aktifitas logam didalam tanah dapat berkurang (Stevenson, 1994 dan Tan, 2003).

2.4 Pembentukan Batubara

Batubara adalah sisa tumbuhan yang berubah bentuk, awalnya berakumulasi di rawa dan lahan gambut. Penimbunan lumpur dan sedimen lainnya, bersama dengan pergeseran kerak bumi (dikenal sebagai pergeseran tektonik) mengubur rawa dan gambut yang seringkali sampai ke kedalaman yang sangat dalam. Dengan penimbunan tersebut, material tumbuhan mengalami suhu dan tekanan yang tinggi. Suhu dan tekanan yang tinggi tersebut menyebabkan tumbuhan tersebut mengalami proses perubahan fisika dan kimiawi yang mengubah tumbuhan tersebut dari gambut menjadi batubara (IEA Coal Information, 2004).

Tahap pembatubaraan (coalification) merupakan gabungan proses biologi, kimia dan fisika yang terjadi karena pengaruh pembebanan dari sedimen yang menutupinya, temperatur, tekanan, dan waktu terhadap komponen organik dari gambut (Stach ; 1982, *dalam* Susilawati, 1992 *dalam* Tirasonjaya, 2006). Proses ini akan menghasilkan batubara dalam berbagai tingkat kematangan material organiknya mulai dari *lignite*, *Lignite*, *bituminus*, *semi antrasit*, *antrasit* hingga *meta antrasit* (Tirasonjaya, 2006).

2.5. Batubara sebagai Sumber Bahan Humat

Stevenson (1986 *dalam* Tan 2003), mengemukakan bahwa bahan humat juga terdapat dalam banyak deposit geologi seperti lignite, batubara, serpihan minyak dan bahan bakar fosil. Hatcher (1985 *dalam* Tan 2003), juga berpendapat bahwa deposit geologi kaya dengan bahan humat yang telah terbentuk mulai dari rawa dan gambut.

Stevenson (1986 *dalam* Tan 2003), menyatakan bahwa bahan humat yang mampu diekstrak dari lignite dengan kualitas yang tinggi bisa mencapai 80 – 90 %, tapi *Lignite* yang banyak dipasarkan di Dahkota Utara, Utah, New Mexico dan Texas mengandung bahan humat sebanyak 60 – 70 % dan beberapa daerah lain melaporkan bahwa lignite juga bisa mengandung 30 – 60 %. Rezki (2016), menambahkan bahwa bahan humat yang mampu diekstrak dari batubara (*Lignite*) bisa mencapai 46 %.

2.6 Pentingnya Komoditi Kakao

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas ekspor yang mampu memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan devisa Indonesia. Komoditas kakao menempati peringkat ketiga ekspor sektor perkebunan dalam menyumbang devisa negara, setelah komoditas CPO dan karet. Kakao juga memiliki pasar yang cukup stabil dan harga yang relatif mahal. Pengembangan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) supaya berhasil dengan baik, melalui langkah awal usaha budidayanya dengan mempersiapkan bahan tanam di tempat pembibitan. Karena pembibitan merupakan pertumbuhan awal suatu tanaman sebagai penentu pertumbuhan selanjutnya maka pemeliharaan dalam pembibitan harus lebih intensif dan diperhatikan. Selain pemupukan, pertumbuhan bibit kakao juga dipengaruhi jenis tanah yang digunakan sebagai media (Syamsulbahri, 2007).

Media yang cukup bahan organik lebih cepat pertumbuhannya jika dibandingkan dengan media tanam yang kurang bahan organik. Kondisi fisik tanah menentukan penetrasi akar kedalam tanah, penyerapan air, drainase, aerasi dan nutrisi tanaman. Sifat-sifat fisik tanah tergantung pada jumlah, ukuran, bentuk, susunan komposisi mineral dari partikel-partikel tanah, macam bahan organik, jumlah bahan organik, volume dan bentuk pori-pori serta perbandingan air dan udara menempati pori-pori pada waktu terbentuk (Hakim *et al.*, 2005).

Pembibitan tanaman kakao dapat tumbuh dengan baik, sebaiknya ditanam pada tanah yang mengandung bahan organik pada umumnya terdiri dari tanah, sekam padi dan pupuk kandang. Penggunaan sekam padi sebagai campuran bahan organik dimaksud untuk mendapatkan drainase dan aerasi tanah yang bersifat gembur dan dapat menahan kelembapan serta air dalam waktu relatif lama (Warintek, 2004).

BAB 3. BAHAN DAN METODA

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Juni sampai Desember 2018 yang bertempat di Kebun Percobaan Kampus III Unand Dharmasraya. Kemudian dilanjutkan dengan analisis tanah dan tanaman di Laboratorium tanah, pupuk, daun dan kultur jaringan Kab. Dharmasraya dan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat.

3.2 Bahan dan Alat

Lahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah Oxisol yang berada di Kecamatan Sitiung Kabupaten Dharmasrya. Sebagai perlakuan digunakan 2 jenis bahan organik yaitu bahan humat dari batubara (*Lignite*) yang diambil dari Kiliran Jao Kabupaten Sijunjung dan Kompos. Tanaman yang akan digunakan adalah kakao yang sudah berumur 1 tahun. Pupuk buatan yang dipakai sebagai perlakuan yaitu Urea, SP-36, KCl.

Peralatan yang digunakan antara lain cangkul, pisau, plastik, ember, dan lain-lain, serta alat-alat di laboratorium untuk analisis tanah dan tanaman. Selengkapny alat yang digunakan di Laboratorium ditampilkan pada Lampiran 4.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk percobaan tanaman dengan menggunakan rancangan Faktorial $2 \times 3 \times 3$ dengan 3 ulangan dalam rancangan petak petak terbagi, sehingga diperoleh 18 perlakuan dan 54 satuan percobaan. Tata letak unit perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 5. Data yang didapat dianalisis dengan Uji Fisher taraf 5%. Apabila F hitung berbeda nyata maka akan di lanjutkan dengan uji lanjutan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

Petak utama adalah sumber pupuk organik :

A = Bahan humat dari batubara (*Lignite*)

K = Kompos

Anak petak adalah dosis C-organik (B) dari sumber-sumber pupuk organik :

B1 = Tanpa penambahan C-organik tanah (C-organik tanah Oxisol 1,5 % / dasar)

B2 = 3 % C-organik tanah (penambahan C-organik tanah sebanyak 1,5 %)

B3 = 4 % C-organik tanah (penambahan C-organik tanah sebanyak 2,5 %)

Anak dari anak petak adalah takaran pupuk buatan (C) :

C1 = Tanpa pemberian pupuk buatan

C2 = 50 % dari rekomendasi

C3 = 100 % dari rekomendasi

Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi perlakuan

Sumber pupuk organik (A)	Dosis C- organik (B)	Takaran pupuk buatan (C)		
		0 % (C1)	50 % (C2)	100 % (C3)
A (Bahan Humat)	Dasar (B1)	AB1C1	AB1C2	AB1C3
	3 % (B2)	AB2C1	AB2C2	AB2C3
	4 % (B3)	AB3C1	AB3C2	AB3C3
K (Kompos)	Dasar (B1)	KB1C1	KB1C2	KB1C3
	3 % (B2)	KB2C1	KB2C2	KB2C3
	4 % (B3)	KB3C1	KB3C2	KB3C3

Pemberian pupuk buatan didasarkan pada rekomendasi dosis pupuk buatan secara umum (Urea, SP-36, KCl) untuk bibit kakao sampai umur enam bulan yaitu 46 kg Urea/ha, 30 kg TSP/ha, 16 kg KCl/ha. Pemberian takaran kompos sebagai pupuk organik didasarkan pada dosis pemberian pupuk kandang pada tanaman kakao sebanyak 20 – 30 ton/ha (Kristanti, 2011).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan lahan, bahan humat dan kompos

Lahan yang akan digunakan dibersihkan dari gulma. Kompos yang akan digunakan adalah kompos yang berasal dari limbah tandan kosong kelapa sawit. Bahan humat yang akan digunakan berasal dari ekstraksi bahan humat dari batu bara *Lignite* (Cara ekstraksi dapat dilihat pada Lampiran 6).

3.4.2 Pemberian perlakuan dan penanaman

Pemberian pupuk organik berdasarkan masing-masing sumber bahan organik dengan memberikan perlakuan ke lahan. Pemberian pupuk organik didasarkan pada % C-organik dengan acuan maksimal 20 ton/ha (Kristanto, 2011). Pemberian perlakuan untuk pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan banyaknya bahan humat dan kompos yang diberikan selengkapnya di tampilkan pada Lampiran 7.

Tabel 3. Pemberian perlakuan untuk pupuk organik

Sumber pupuk organik	Dosis C-organik	Jumlah pupuk organik yang diberikan (g/tanaman)
Bahan humat (C-organiknya 21,04 %)	(AB1) 1.5 %	Tanpa penambahan pupuk organik
	(AB2) 3 %	712
	(AB3) 4 %	1.188
Kompos (C-organiknya 13 %)	(KB1) 1.5 %	Tanpa penambahan pupuk organik
	(KB2) 3 %	1.100
	(KB3) 4 %	1.834

Pupuk organik diaplikasikan disekeliling tanaman dan disiram dengan air sampai keadaan kapasitas lapang. Tanah disiram setiap hari, agar air tanah berada dalam kondisi kapasitas lapang sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

3.4.3 Pemberian pupuk

Pupuk buatan diberikan berdasarkan rekomendasi pemupukan secara umum (Urea, SP-36, KCl) untuk kakao belum berproduksi yaitu 46 kg Urea/ha, 30 kg TSP/ha, 16 kg KCl/ha. Perhitungan banyak pupuk per tanaman didasarkan pada populasi tanaman dengan jarak tanam 3 m x 3 m, jadi jumlah populasi untuk 1 hektar adalah 1.100 tanaman/ha (Kristanto, 2011). Pupuk buatan diberikan 1 minggu setelah aplikasi pupuk organik, yaitu masing-masing tanaman diberi pupuk N (Urea), P (SP-36) dan K (KCl) sesuai dengan perlakuan. Adapun banyaknya pupuk untuk perlakuan disajikan pada Tabel 4. Perhitungan banyaknya pupuk buatan yang diberikan selengkapnya di tampilkan pada Lampiran 8.

Tabel 4. Pemberian perlakuan untuk pupuk buatan

Perlakuan	Urea (g/tanaman)	SP-36 (g/tanaman)	KCl (g/tanaman)
C1 (Tanpa pemberian pupuk buatan)	-	-	-
C2 (50 % dari rekomendasi)	20,9	13,6	7,2
C3 (100 % dari rekomendasi)	41,8	27,2	14,5

3.4.4. Pemeliharaan

Pemeliharaan secara umum meliputi penyisipan, penyiraman, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan setiap pagi dengan cara menyiramkan air secara merata pada setiap tanaman tanaman sampai tanah diperkirakan mencapai kapasitas lapang. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh dan dikembalikan ke tanah.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Analisis tanah

Pengamatan tanah yang dilakukan adalah analisis tanah awal dan analisis tanah akhir. Analisis meliputi: analisis pH H₂O (1 : 1) dan pH KCl (1 : 1), C-organik, N total, P-tersedia, Al-dd, Fe-dd dan KTK, K-dd. Prosedur analisis tanah ditampilkan pada Lampiran 9.

3.5.2 Tanaman kakao

- a. Pertambahan tinggi tanaman
- b. Pertambahan jumlah daun
- c. Analisis serapan unsur hara

Untuk mengetahui serapan hara N, P dan K tanaman dilakukan analisis sampel tanaman yang telah dikering oven. Sampel tanaman dihaluskan dengan mesin penghalus (grinder). Metode dan prosedur analisis tanaman disajikan pada Lampiran 10.

Analisis N, P dan K ini dilakukan pada masing-masing tanaman. Serapan N, P dan K dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Serapan N/tanaman (g/tanaman) = % N tanaman x bobot kering tanaman

Serapan P/tanaman (g/tanaman) = % P tanaman x bobot kering tanaman

Serapan K/tanaman (g/tanaman) = % K tanaman x bobot kering tanaman

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil analisis awal tanah Oxisol

Secara umum analisis awal tanah Oxisol mempunyai tingkat kesuburan yang relatif rendah. Hal ini dapat dilihat dari reaksi tanah yang masam, C-organik, N-Total, P-tersedia, KTK serta kation-kation basa (Ca, Mg, Na, K-dd) yang tergolong rendah seperti dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis beberapa sifat kimia dan fisika tanah Oxisol sebelum diberi perlakuan

No	Sifat Kimia Tanah	Nilai	Kriteria*)
1	pH H ₂ O (1:1)	3.68	Sangat masam
	pH KCl (1:1)	3.34	
2	C-organik (%)	1.5	Rendah
3	N-Total (%)	0.12	Sangat rendah
4	P-Tersedia (ppm)	6.65	Rendah
5	KTK (me/100 g)	10.55	Rendah
6	K-dd (me/100 g)	0.2	Rendah
7	Ca-dd (me/100 g)	0.17	Sangat rendah
8	Mg-dd (me/100 g)	0.16	Sangat rendah
9	Fe-dd (ppm)	294.6	Tinggi
10	Al-dd (me/100 g)	6.2	
11	Tekstur		
	Pasir (%)	10.83	
	Debu (%)	17.85	Liat
	Liat (%)	70.32	

*) Kriteria berdasarkan Staf Pusat Penelitian Tanah (1983 *dalam* Hardjowigeno, 2003)

Jumlah Al yang cukup banyak pada permukaan tanah juga menyebabkan terjadinya defisiensi P didalam tanah. Jumlah P tersedia pada tanah Oxisol tergolong rendah yaitu 6.65 ppm. Hal ini disebabkan karena sebagian besar P yang ada pada tanah difiksasi oleh Al dan Fe. Tan (1995), menjelaskan bahwa dalam kondisi tanah yang masam ion fosfat bereaksi cepat dengan Al oktahedral pada struktur liat, yaitu dengan cara menggantikan gugus OH yang terletak pada bidang permukaan liat. Reaksi tersebut menghasilkan ikatan yang sangat kuat

antara ion P dan Al oktahedral sehingga hanya sedikit ion P yang dapat terlepas kembali. Brady and Weil (1999), menambahkan bahwa pada kondisi tanah masam dengan pH rendah yaitu berkisar antara 4 – 5, muatan positif berperan dalam adsorpsi dan pertukaran anion pada patahan mineral, terutama pada lapisan Al oktahedral yaitu dengan munculnya ekspos grup OH pada patahan kaolinit. Pada kebanyakan tanah, H_2PO_4^- adalah anion yang paling banyak dijerap dan dapat ditahan oleh partikel tanah melalui reaksi adsorpsi.

Jumlah Fe yang tinggi pada tanah Oxisol yaitu 294.6 ppm juga menyebabkan rendahnya ketersediaan P didalam tanah, karena P yang ada didalam tanah difiksasi oleh Al dan Fe. Brady and Weil (1999), menjelaskan bahwa ketersediaan P pada tanah oxisol sangat rendah karena P cenderung terfiksasi oleh Al, Fe oksida dan hidroksida menjadi bentuk yang tidak tersedia tergantung pH tanah.

Jumlah C-organik dan Kapasitas tukar kation (KTK) tanah Oxisol tergolong rendah, hal ini disebabkan karena tanah Oxisol telah mengalami proses pelapukan yang sangat lanjut. Kondisi kesuburan tanah yang rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kurang baik. Oleh sebab itu, untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman yang baik diperlukan perbaikan kondisi kesuburan tanah terlebih dahulu. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan bahan organik dan pupuk buatan kedalam tanah. Hakim *et al* (1986), menjelaskan bahwa bahan organik didalam tanah berperan penting dalam memperbaiki kesuburan tanah, baik dari segi fisika, kimia maupun biologi

4.2. Analisis Tanah Setelah Inkubasi (pH H_2O , Al-dd, Fe-dd dan P tersedia)

Hasil analisis sifat kimia tanah Oxisol setelah diinkubasi selama 2 minggu menunjukkan bahwa pemberian bahan organik memberikan pengaruh terhadap sifat kimia tanah. Hasil analisis pH, Al-dd, Fe-dd dan P-tersedia tanah Oxisol setelah inkubasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis pH, Al-dd, Fe-dd dan P-tersedia tanah setelah aplikasi dengan bahan humat dan kompos selama 1 bulan

Sumber pupuk organik	% C-organik	Sifat Kimia Tanah *)			
		pH H ₂ O	Al-dd (me/100 g)	Fe-dd (ppm)	P-tersedia (ppm)
Bahan humat	Dasar	3.68 sm	6.2	294.6 ^t	6.65 ^r
	3 %	5.26 ^m	tu	92.83 ^s	12.6 ^r
	4 %	5.27 ^m	tu	84.15 ^s	12.88 ^r
Kompos	Dasar	3.68 sm	6.2	294.6 ^t	6.65 ^r
	3 %	4.41 sm	2.6	143.19 ^s	13.05 ^r
	4 %	4.86 ^m	2.2	126.17 ^s	13.83 ^r

*) Kriteria berdasarkan Staf Pusat Penelitian Tanah (1983 *dalam* Hardjowigeno, 2003)

Pada Tabel 6 bisa dilihat bahwa penambahan bahan humat pada dosis 2 - 4 % C-organik bisa merubah pH tanah awal dari sangat masam menjadi masam, namun dari segi nilai masih terjadi sedikit peningkatan, sedangkan kompos mempunyai kemampuan untuk merubah pH tanah awal dari sangat masam menjadi masam pada dosis 4% C-organik. Perbedaan kemampuan antara bahan humat dan kompos dalam meningkatkan pH dapat dipengaruhi oleh kemampuan bahan humat yang lebih tinggi dalam membentuk reaksi kompleks dengan Al dan Fe dibandingkan kompos.

Pengaruh penambahan bahan organik terhadap pH tanah dapat meningkatkan atau menurunkan tergantung oleh tingkat kematangan bahan organik dan jenis tanahnya. Penambahan bahan organik yang belum masak atau bahan organik yang masih mengalami proses dekomposisi, biasanya akan menyebabkan penurunan pH tanah, karena selama proses dekomposisi akan melepaskan asam-asam organik yang menyebabkan menurunnya pH tanah. Namun apabila diberikan pada tanah yang masam dengan kandungan Al tertukar tinggi, akan menyebabkan peningkatan pH tanah, karena asam-asam organik hasil dekomposisi akan mengikat Al membentuk senyawa kompleks (khelat), sehingga Al-tidak terhidrolisis lagi (Suntoro, 2001; Cahyani, 1996 *dalam* Atmojo, 2003).

4.3. Pengamatan pertumbuhan tanaman kakao

Penambahan bahan organik dan pupuk buatan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman kakao pada Oxisol. Pengaruh ini dapat dilihat dari kondisi fisiologis tanaman seperti jumlah daun dan tinggi tanaman. Penambahan bahan organik tanpa diiringi dengan penambahan pupuk buatan tidak bisa mendukung pertumbuhan optimal tanaman kakao pada Oxisol. Hal ini disebabkan karena Oxisol merupakan tanah kurang subur yang disebabkan oleh proses pelapukan yang cukup lanjut, sehingga unsur hara yang ada pada tanah ini sangat sedikit.

1. Pertambahan jumlah daun kakao umur 1 Tahun

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara pupuk organik dengan pupuk buatan terhadap pertambahan jumlah daun kakao umur 1 tahun. Pengaruh bahan organik dan pupuk buatan terhadap pertambahan jumlah daun dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pertambahan jumlah daun kakao umur 1 Tahun

Jenis pupuk organik	% C-organik tanah	Takaran pupuk buatan (% dari rekomendasi)					
		C1 (0 %)		C2 (50 %)		C3 (100%)	
Bahan humat A	Dasar (B1)	13	C	38	c	71	c
		C		B		A	
	3% (B2)	93	b	176	b	156	b
		C		A		B	
	4 % (B3)	328	a	467	a	482	a
		C		B		A	
Kompos B	Dasar (B1)	17	S	39	s	86	s
		C		B		A	
	3% (B2)	101	R	149	r	151	r
		B		A		A	
	4 % (B3)	176	q	391	q	429	q
		C		B		A	

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5 %.

Penambahan bahan organik saja tidak mampu mendukung pertumbuhan tanaman kakao, karena unsur hara yang terkandung didalam pupuk organik relatif sedikit. Hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa terdapat interaksi antara penambahan bahan organik dan pupuk buatan.

Dari Tabel 8 diketahui bahwa tanaman kakao yang diaplikasikan bahan organik menunjukkan respon pertumbuhan yang baik. Pertambahan jumlah daun yang paling tinggi terdapat pada perlakuan aplikasi 4 % C-organik dari bahan humat yang dikombinasikan dengan 100 % dari rekomendasi pupuk buatan yaitu terdapat daun sebanyak 482 lembar. Sementara itu pada pertumbuhan tanaman kakao yang tidak di aplikasikan bahan organik memperlihatkan pertumbuhan yang kerdil pada Oxisol. Hal ini dapat dilihat dari jumlah daun yang jauh lebih sedikit yaitu berkisar 13 – 86 lembar. Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi dan efektivitas pemupukan untuk pertumbuhan yang sehat dan berproduksi tinggi adalah tersedianya unsur hara yang seimbang dan cukup di dalam tanah.

Menurut Nyakpa, *et al.* (1998) menyatakan bahwa proses pembentukan daun tidak terlepas dari peranan unsur hara seperti N dan P. Pada kompos searasah karet tersedia unsur hara terutama nitrogen dan posfor, nitrogen dapat diserap dan digunakan untuk pertumbuhan vegetatifnya, Nitrogen memiliki fungsi utama sebagai bahan sintesis klorofil, protein dan asam amino salah satunya dalam pembentukan daun dimana terbentuknya daun tanaman kakao melalui proses pembelahan dan pembesaran sel sel tanaman sedangkan P mempunyai peranan penting sebagai penyimpanan dan pemindahan energi kerja osmosis, reaksi fotosintesis dan glikolisis. Menurut Lingga dan Marsono (2001) menyatakan bahwa nitrogen dalam jumlah yang cukup berperan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya batang dan daun. Kandungan nitrogen yang terdapat dalam tanah akan dimanfaatkan oleh tanaman kakao dalam pembelahan sel. Pembelahan dan pembesaran sel akan memicu terbentuknya daun tanaman kakao.

Bila kebutuhan hara untuk perkembangan daun sudah terpenuhi hingga mencapai ukuran yang maksimum maka ukurannya tidak akan bertambah lagi. Prawiranata *et al.* (1981) menyatakan bahwa secara fisiologis daun mempunyai

pertumbuhan yang terbatas. Oleh sebab itu, bila telah mencapai bentuk ukuran yang maksimal dan sesuai karakteristiknya maka ukuran daun tidak akan bertambah lagi.

2. Pertambahan tinggi tanaman (cm) kakao umur 1 Tahun

Penambahan bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah Oxisol menjadi lebih baik, seperti dapat memperbaiki tekstur tanah menjadi lebih remah dan gembur. Semakin tinggi dosis pupuk organik yang diberikan akan semakin meningkatkan ketersediaan unsur hara didalam tanah. Dari hasil analisis statistik diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara penambahan pupuk organik dan pupuk buatan terhadap pertambahan tinggi tanaman. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pertambahan tinggi tanaman (cm) kakao umur 1 Tahun

Jenis pupuk organik	% C-organik tanah	Takaran pupuk buatan (% dari rekomendasi)					
		C1 (0 %)		C2 (50 %)		C3 (100%)	
Bahan humat A	Dasar (B1)	42	C	64	c	116	C
		C		B		A	
	3% (B2)	110	b	125	b	132	b
		C		B		A	
	4 % (B3)	160	a	151	a	143	a
		B		A		A	
Kompos B	Dasar (B1)	39	S	69	s	112	S
		C		B		A	
	3% (B2)	42	R	64	r	116	R
		C		B		A	
	4 % (B3)	109	Q	113	q	120	Q
		B		A		A	

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %.

Pada tabel 9 diketahui bahwa penambahan bahan humat memberikan pengaruh lebih baik jika dibandingkan dengan penambahan kompos terhadap pertambahan tinggi tanaman kakao umur 1 tahun. Penambahan bahan humat pada taraf 4 % yang dikombinasikan dengan pupuk buatan dengan takaran 50 % dan

100 % dari rekomendasi menunjukkan pertambahan tinggi yang paling baik pada pertumbuhan tanaman kakao umur 1 tahun pada tanah Oxisol yaitu 143 – 151 cm. Tanaman kakao yang tidak ditambahkan pupuk organik dan pupuk buatan menunjukkan pertambahan tinggi tanaman yang lebih sedikit yaitu hanya bertambah 39 – 42 cm saja. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan pupuk organik dan pupuk buatan mampu meningkatkan kesuburan tanah Oxisol.

Menurut Heddy (1987) menyatakan bahwa pertambahan tinggi tanaman dapat disebabkan oleh terjadinya pembelahan dan perpanjangan sel yang didominasi pada bagian pucuk. Seperti yang disampaikan oleh Dwijosaputra (1996) pertumbuhan menjadi lebih mudah terjadi kearah tegak lurus terhadap poros tanaman seperti pada akar, tinggi tanaman dan panjang daun yang sedang memanjang yang dapat dipengaruhi oleh pupuk organik yang menjadi bagian penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Tanaman tumbuh subur apabila unsur hara yang diperlukan cukup tersedia, sehingga mampu memberikan hasil lebih baik bagi pertumbuhan tanaman.

3. Serapan unsur hara Nitrogen (g/tanaman) kakao umur 1 Tahun

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang nyata antara penambahan bahan organik dan pupuk buatan terhadap serapan hara N pada tanaman. Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa tanaman yang tumbuh pada tanah yang ditambahkan kompos saja memiliki serapan N yang lebih banyak dari pada jumlah unsur N yang diserap oleh tanaman kakao yang ditambahkan bahan humat saja. Hal ini disebabkan karena pada kompos juga terdapat sejumlah N yang dapat meningkatkan ketersediaan N didalam tanah, yaitu sebanyak 1,15 %, sedangkan pada bahan humat tidak terdapat unsur N karena didominasi oleh unsur Carbon.

Jumlah serapan Nitrogen tertinggi terdapat pada penambahan kompos pada taraf 4 % yang dikombinasikan dengan 100 % pupuk buatan, yaitu 1,95 g/tanaman. Sementara serapan Nitrogen yang paling rendah terdapat pada tanaman kakao yang tidak ditambahkan pupuk organik dan pupuk buatan, yaitu 0,09 g/tanaman. Hal ini disebabkan karena ketersediaan Nitrogen yang sangat rendah pada tanah Oxisol.

Tabel 10. Serapan unsur hara Nitrogen (g/tanaman) kakao umur 1 Tahun

Jenis pupuk organik	% organik tanah	C- Takaran pupuk buatan (% dari rekomendasi)					
		C1 (0 %)		C2 (50 %)		C3 (100%)	
Bahan humat B	Dasar (B1)	0.09	c	0.14	c	0.61	C
		C		B		A	
	3% (B2)	0.12	b	0.65	b	0.86	b
		C		B		A	
	4 % (B3)	0.27	a	1,45	a	1.86	a
		C		B		A	
Kompos A	Dasar (B1)	0.09	q	0.18	r	0.82	R
		C		B		A	
	3% (B2)	0.16	q	0.87	q	0.96	Q
		C		B		A	
	4 % (B3)	0.28	p	1.72	p	1.95	P
		C		B		A	

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5 %.

Efisiensi penyerapan N oleh tanaman sangat ditentukan oleh beberapa faktor seperti ketersediaan N yang ada didalam tanah dan kemampuan dari tanaman itu sendiri dalam menyerap N. Selain itu panjang akar juga menentukan jumlah N yang dapat diserap oleh tanaman (Kristensen, 2004).

Nitrogen diambil dan diserap oleh tanaman dalam bentuk : NO_3^- dan NH_4^+ . Fungsi Nitrogen bagi tanaman adalah: (a) Diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar ; (b) Berperan penting dalam hal pembentukan hijau daun yang berguna sekali dalam proses fotosintesis ; (c) Membentuk protein, lemak dan berbagai persenyawaan organik ; (d) Meningkatkan perkembangbiakan mikro-organisme di dalam tanah. Sedangkan akibat kekurangan unsur N adalah : (a) Warna daun hijau agak kekuning-kuningan ; (b) Pertumbuhan tanaman lambat dan kerdil ; (c) Perkembangan buah tidak sempurna atau tidak baik, seringkali masak sebelum waktunya (d) Dapat menimbulkan daun penuh dengan serat, hal ini dikarenakan menebalnya membran sel daun sedangkan selnya sendiri berukuran kecil-kecil ; (e) Dalam keadaan kekurangan yang parah, daun menjadi kering, dimulai dari

bagian bawah terus ke bagian atas (Yudhi, 2009).

4. Serapan unsur hara Posfor (g/tanaman) kakao umur 1 Tahun

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa terdapat interaksi yang nyata terhadap peningkatan jumlah P yang diserap oleh tanaman setelah ditambahkan pupuk organik. Semakin banyak pupuk organik yang diberikan pada tanah maka semakin banyak P yang diserap oleh tanaman kakao. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang ditambahkan bahan humat menyerap P yang jauh lebih banyak dari pada tanaman yang tumbuh pada tanah yang ditambahkan kompos. Hal ini disebabkan karena bahan humat mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam mengikat Al dan Fe, sehingga unsur P yang diberikan melalui pupuk buatan dapat diserap lebih banyak oleh akar tanaman kakao. Sedangkan kompos memiliki kemampuan yang lebih rendah dari pada bahan humat dalam mengikat Al dan Fe, sehingga diperkirakan sebagian unsur P yang ditambahkan dari pupuk buatan difiksasi oleh Al dan Fe (dapat dilihat pada Tabel 6).

Tabel 11. Serapan unsur hara Posfor (g/tanaman) kakao umur 1 Tahun

Jenis pupuk organik	% organik tanah	C-	Takaran pupuk buatan (% dari rekomendasi)				
			C1 (0 %)	C2 (50 %)	C3 (100%)		
Bahan humat A	Dasar (B1)	0.012	a	0.303	B	0.457	C
		C		A		B	
	3% (B2)	0.029	a	0.715	A	0.675	b
		C		A		B	
	4 % (B3)	0.095	a	0.792	A	0.821	a
		C		B		A	
Kompos B	Dasar (B1)	0.017	Q	0.182	R	0.204	Q
		C		B		A	
	3% (B2)	0.016	Q	0.345	Q	0.402	P
		C		B		A	
	4 % (B3)	0.023	p	0.407	P	0.462	P
		C		B		A	

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %.

Pada Tabel 11 diketahui bahwa semakin banyak P yang diserap oleh akar tanaman maka pertumbuhan tanaman akan semakin baik, karena dengan banyaknya jumlah P yang diserap maka akan merangsang pertumbuhan akar tanaman. Serapan Posfor tertinggi terdapat pada penambahan bahan humat pada taraf 4 % yang dikombinasikan dengan pupuk buatan 100 % rekomendasi, yaitu 0,821 g/tanaman. Sementara serapan Posfor yang paling sedikit terdapat pada tanaman kakao yang tidak ditambahkan pupuk organik dan pupuk buatan yaitu 0,012 – 0,017 g/tanaman.

Penambahan kompos ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan P karena terbentuknya kompleks fosfohumat yang lebih mudah tersedia untuk tanaman, dan pertukaran anion P oleh anion asal humus, sehingga terjadi peningkatan pelarutan P (Ismunadji *et al.* , 1991 *dalam* Andayani 2005). Dengan demikian peningkatan P tersedia tanah disertai kemampuan akar mengabsorpsi unsur P akan meningkatkan konsentrasi P. Menurut Tisdale *et al.*, (1993 *dalam* Andayani 2005) persentase liat di dalam tanah juga mempengaruhi laju difusi P menuju akar. Dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman, pasokan unsur hara harus berada dalam keadaan cukup dan seimbang (Soepardi, 1993 *dalam* Andayani 2005).

Menurut Gardner *et al.* (1991 *dalam* Andayani 2005), kurangnya serapan unsur P menyebabkan proses fotosintesis menjadi terhambat. Terhambatnya proses fotosintesis akan menurunkan pembentukan karbohidrat sehingga menyebabkan pertumbuhan akar tanaman menurun (Barber, 1984 *dalam* Andayani 2005).

5. Serapan unsur hara Kalium (g/tanaman) kakao umur 1 Tahun

Pengaruh penambahan kompos, bahan humat dan pupuk buatan terhadap serapan K pada kakao umur 1 tahun (g/pot) dapat dilihat pada Tabel 12. Dari hasil analisis statistik penambahan bahan organik dan pupuk buatan memberikan pengaruh yang berinteraksi nyata terhadap serapan K pada tanaman kakao.

Tabel 12. Serapan unsur hara Kalium (g/tanaman) kakao umur 1 Tahun

Jenis pupuk organik	% organik tanah	C- Takaran pupuk buatan (% dari rekomendasi)					
		C1 (0 %)		C2 (50 %)		C3 (100%)	
Bahan humat A	Dasar (B1)	0.21	a	0.33	c	0.47	c
		C		B		A	
	3% (B2)	0.19	a	0.58	b	0.67	b
		C		B		A	
	4 % (B3)	0.15	a	0.67	a	0.72	a
		C		B		A	
Kompos B	Dasar (B1)	0.17	q	0.42	q	0.48	q
		B		A		A	
	3% (B2)	0.26	p	0.35	r	0.42	q
		C		B		A	
	4 % (B3)	0.24	p	0.58	p	0.64	p
		C		B		A	

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5 %.

Jumlah K yang diserap oleh tanaman yang ditambahkan kompos saja terlihat lebih tinggi dari pada jumlah K yang diserap oleh akar tanaman yang ditambahkan bahan humat saja, hal ini disebabkan karena kompos juga menyumbangkan sejumlah unsur K. Namun jika pupuk organik dan pupuk buatan dikombinasikan maka terdapat interaksi yang nyata terhadap serapan unsur K pada tanaman kakao. Jumlah unsur K yang paling banyak diserap terdapat pada penambahan bahan humat pada taraf 4 % yang dikombinasikan dengan 100 % pupuk buatan, yaitu 0,72 g/tanaman. Sementara serapan hara K yang paling sedikit terdapat pada tanpa penambahan pupuk organik dan pupuk buatan, yaitu 0,17-0,21 g/tanaman.

Ketersediaan unsur hara N, P, K, Ca, Mg dan Cu didalam tanah sangat ditentukan oleh jumlah bahan organik yang ada pada tanah. Semakin banyak jumlah bahan organik didalam tanah, maka ketersediaan unsur tersebut juga akan semakin banyak tersedia bagi tanaman (Robbins, 1999).

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian perbandingan pengaruh anantara penambahan bahan humat, kompos dan pupuk buatan terhadap tanaman kakao belum menghasilkan pada Oxisol yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan bahan humat dan kompos sampai pada dosis 4 % C-organik yang dikombinasikan dengan pupuk buatan mampu meningkatkan ketersediaan hara dan produksi terhadap tanaman kakao pada Oxisol.
2. Takaran yang paling baik dari masing-masing perlakuan adalah penambahan bahan humat pada dosis 4 % C-organik yang dikombinasikan dengan pupuk buatan 100 % dari rekomendasi.
3. Bahan humat batubara dapat dipertimbangkan sebagai sumber bahan organik lain dalam meningkatkan ketersediaan dan serapan unsur hara pada tanaman kakao. Bahan humat memberikan pengaruh yang lebih baik dari pada kompos dalam meningkatkan ketersediaan dan serapan unsur hara pada tanaman kakao belum berproduksi.
4. Penambahan bahan organik saja (bahan humat dan kompos) tidak mampu mendukung pertumbuhan tanaman kakao dengan baik.

5.2. Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu tentang bagaimana pengaruh pupuk alam dan pupuk buatan terhadap produksi kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, N.C., R.R. Weil. 1999. The nature and properties of soils. Twelfth Edition Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 07458, 881p.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis,A.M., Nugroho, S.G., Saul, M.R., Diha, A., Hong,G.B., Bailey,H.H. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung. 488 halaman.
- Hakim, N., Lubis,A.M., Pulung, M.A., Nyakpa, M.Y., Amrah, M.G., Hong,G.B. 1987. Pupuk dan Pemupukan. BKS-PTN-Barat. Palembang. 289 halaman.
- Hakim, N, M. Y. Nyakpa, S.G. Nugroho, A. M. Lubis, M. R. Saul, M. A. Diha, G. B. Hong, dan H. H. Bailey. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Lampung: Universitas Lampung
- Herviyanti. 2007. Upaya pengendalian keracunan besi (Fe) dengan bahan humat dan pengelolaan air untuk meningkatkan produktifitas Ultisol yang baru disawahkan. Disertasi Doktor. Ilmu-ilmu Pertanian. Universitas Andalas. 179 halaman.
- Hidayat, A., Hikmatullah dan Djoko. 2004. Tanamanensi dan Pengelolaan Lahan Kering Dataran Rendah. *Dalam* Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Halaman 197 – 225.
- IEA Coal Information, 2004. *Sumber daya batubara : Tinjauan lengkap mengenal batubara bagian 1*. World institute.com. 5 halaman.
- Kristanto, A. 2001. Panduan budidaya kakao. Pustaka baru press. 136 halaman.
- Murbandono, L. 2006. Membuat Kompos. Penebar Swadaya. Jakarta. 54 halaman
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2005. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. 245 halaman
- Rahardjo, P. 2011. Menghasilkan benih dan bibit kakao unggul. Penebar swadaya. 132 halaman.
- Reijntjes, C, B. Havercort dan Bayer, A.W. 2006. Pertanian Masa Depan. Kanisius. Yogyakarta. 270 halaman
- Rezki, D. 2016. Karakterisasi bahan humat dari batubara tipe *lignite* sebagai sumber bahan organik. Laporan Akhir Dosen Muda. 37 halaman

- Rezki, D. 2017. Pengaruh Kompos, Bahan Humat dari Batubara (*Lignite*) dan Pupuk Buatan Terhadap Bibit Kakao (*Theobroma cacao*) pada Oxisol. Laporan akhir dosen pemula. 59 halaman
- Stevenson, F.J. 1994. Humus chemistry. Genesis, composition, reaction. Second Edition. Department of Agronomy University of Illinois. Jhon Wiley & Sons, Inc. New York. 496 p
- Sutanto, R. 2006. Penerapan Pertanian Organik Pemasyarakatan dan Pengembangannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 219 halaman
- Syamsulbahri, 2007. Bercocok Tanam Perkebunan Tahunan. UGM Press. Yogyakarta
- Tan, K.H. 1995. Dasar-dasar Kimia Tanah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 295 halaman
- Tan, K.H. 2003. Humic Matter in Soil and Environment. Principles and Controversies. University of Georgia. USA. 386 p
- Tirasonjaya. Fariz. 2006. *Batubara. Kuliah umum, teknologi dan penelitian*.wordpress.com. 7 Oktober 2006. 16 Halaman
- Warintek. 2004. Komposisi media tanam pada pembibitan kakao (*Theosbroma cacao* L.). <http://www.warintek.com>. (Diakses pada tanggal 22 April 2015).

Lampiran 1. Bahan dan alat yang digunakan di lapangan dan di laboratorium

Bahan	Jumlah
Tanaman kakao	54 tanaman
Label perlakuan	54 buah
Kertas label	2 set
Kantong plastik	100 lembar
Buku catatan	2 buah
Spidol dan pena	1 buah
Cangkul	1 buah
Gelas piala 250	3 buah
Labu Kjeldh 50 ml	18 buah
Kuvet	1 buah
Pipet gondok	1 buah
Mesin pengocok	1 buah
Corong	18 buah
Botol semprot	2 buah
Timbangan analitik	1 buah
pH meter	1 buah
Spektrofotometer	1 buah
Alat destruksi	1 set

Lampiran 2. Denah penempatan percobaan di Lahan

Kelompok I

AB1C1	KB1C1
AB1C2	KB1C2
AB1C3	KB1C3
AB2C1	KB2C1
AB2C2	KB2C2
AB2C3	KB2C3
AB3C1	KB3C1
AB3C2	KB3C2
AB3C3	KB3C3

Kelompok II

AB3C1	KB3C1
AB3C2	KB3C2
AB3C3	KB3C3
AB1C1	KB1C1
AB1C2	KB1C2
AB1C3	KB1C3
AB2C1	KB2C1
AB2C2	KB2C2
AB2C3	KB2C3

Kelompok III

AB2C1	KB2C1
AB2C2	KB2C2
AB2C3	KB2C3
AB3C1	KB3C1
AB3C2	KB3C2
AB3C3	KB3C3
AB1C1	KB1C1
AB1C2	KB1C2
AB1C3	KB1C3

Keterangan :

Petak utama adalah sumber pupuk organik :

A = Bahan humat dari batubara (*Lignite*)

K = Kompos

Anak petak adalah dosis C-organik (B) :

B1 = Tanpa penambahan C-organik (dasar)

B2 = 3 % C-organik

B3 = 4 % C-organik

Anak-anak petak adalah takaran pupuk buatan (C) :

C1 = Tanpa pupuk buatan

C2 = 50 % dari rekomendasi

C3 = 100 % dari rekomendas

Lampiran 3. Ekstraksi bahan humat dari batubara

Batubara yang telah di haluskan dengan pengayakan 63 μm akan diekstraksi dengan menggunakan 10 tipe pelarut. Prosedurnya adalah : Ditimbang 1 gram batubara, dimasukkan ke tabung sentrifuse 50 ml yang telah diketahui beratnya. Dimasukkan 10 ml pelarut, dikocok 30 menit, kemudian diamkan semalam dan kemudian dikocok lagi selama 30 menit. Disentrifuse dengan kecepatan > 4000 rpm selama 15 - 30 menit (sampai endapan terpisah dari larutan), dituangkan aliquot ke dalam labu ukur 100 ml, melalui corong yang telah dilapisi kertas saring. Ditambahkan 10 ml aquadest ke dalam tabung sentrifuse dan dikocok dengan endapan selama 30 menit, disentrifuse dan dituangkan larutan ke dalam labu ukur yang sama (Dilakukan sebanyak 2 kali). Ditambahkan 10 ml alkohol 70%, dikocok selama 30 menit, disentrifuse selama 30 menit, cairan dimasukkan ke dalam labu ukur yang sama. Dikeringkan endapan + tabung sentrifuse didalam oven pada suhu $40^{\circ} - 50^{\circ} \text{C}$ selama 24 jam atau lebih, dikeluarkan dari oven, dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang. Ditetapkan berat batubara yang tersisa, dihitung batubara yang terlarut. Digenapkan volume isi labu ukur menjadi 100 ml dengan aquadest dan ditetapkan kosentrasi larutan.

Lampiran 4. Perhitungan banyaknya bahan humat dan kompos yang diberikan.

1. Jumlah bahan humat yang diberikan untuk tiap perlakuan adalah :

AB1 = 1,5 % (dasar/tanpa penambahan pupuk organik)

AB2 = 3 % (penambahan pupuk organik sebanyak 1.5 %) :

: Dosis C-organik x berat tanah/tanaman

C-organik bahan humat

: 1.5 % x 10 kg/tanaman

21.04 %

: 712 g/tanaman

AB3 = 4% (penambahan pupuk organik sebanyak 2.5 %) :

: Dosis C-organik x berat tanah/tanaman

C-organik bahan humat

: 2.5 % x 10 kg/tanaman

21.04 %

: 1.188 g/tanaman

2. Jumlah kompos yang diberikan untuk tiap perlakuan adalah :

KB1 = 1,5 % (dasar/tanpa penambahan pupuk organik)

KB2 = 3 % (penambahan pupuk organik sebanyak 1.5 %) :

: Dosis C-organik x berat tanah/tanaman

C-organik Kompos

: 1.5 % x 10 kg/tanaman

13.63 %

: 1100 g/tanaman

KB3 = 4% (penambahan pupuk organik sebanyak 2.5 %) :

: Dosis C-organik x berat tanah/tanaman

C-organik Kompos

: 2.5 % x 10 kg/tanaman

13.63 %

: 1.834 g/tanaman

Lampiran 5. Perhitungan banyaknya pupuk buatan yang diberikan.

1. Urea

Rekomendasi pupuk urea yang digunakan adalah 46 kg/ha, maka dosis pupuk untuk tiap perlakuan adalah :

C1 (Tanpa pemberian pupuk buatan)

$$\begin{aligned} \text{C2 (50 \% dari rekomendasi)} &: \frac{\text{Kebutuhan pupuk /ha}}{\text{Jumlah Populasi}} \times 50 \% \\ &: \frac{46 \text{ kg/ha}}{1100} \times 50 \% \\ &: 20,9 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C3 (100 \% dari rekomendasi)} &: \frac{\text{Kebutuhan pupuk /ha}}{\text{Jumlah Populasi}} \times 100 \% \\ &: \frac{46 \text{ kg/ha}}{1100} \times 100 \% \\ &: 41,8 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

2. KCl

Rekomendasi pupuk KCl yang digunakan adalah 30 kg/ha, maka dosis pupuk untuk tiap perlakuan adalah :

C1 (Tanpa pemberian pupuk buatan)

$$\begin{aligned} \text{C2 (50 \% dari rekomendasi)} &: \frac{\text{Kebutuhan pupuk /ha}}{\text{Jumlah Populasi}} \times 50 \% \\ &: \frac{30 \text{ kg/ha}}{1100} \times 50 \% \\ &: 13,6 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C3 (100 \% dari rekomendasi)} &: \frac{\text{Kebutuhan pupuk /ha}}{\text{Jumlah Populasi}} \times 100 \% \\ &: \frac{60 \text{ kg/ha}}{1100} \times 100 \% \\ &: 27,2 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

3. TSP

Rekomendasi pupuk TSP yang digunakan adalah 16 kg/ha, maka dosis pupuk untuk tiap perlakuan adalah :

C1 (Tanpa pemberian pupuk buatan)

$$\begin{aligned} \text{C2 (50 \% dari rekomendasi)} &: \frac{\text{Kebutuhan pupuk /ha}}{\text{Jumlah Populasi}} \times 50 \% \\ &: \frac{16 \text{ kg/ha}}{1100} \times 50 \% \\ &: 7,2 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C4 (100 \% dari rekomendasi)} &: \frac{\text{Kebutuhan pupuk /ha}}{\text{Jumlah Populasi}} \times 100 \% \\ &: \frac{16 \text{ kg/ha}}{1100} \times 100 \% \\ &: 14,5 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Prosedur analisis tanah di laboratorium

1. Penetapan pH tanah dengan metoda elektrometrik

Bahan : Aquadest, KCl 1 N, standar pH 4 dan pH 7

Cara kerja :

Ditimbang 10 g contoh tanah, di masukkan ke dalam tabung film dan ditambahkan dengan 10 ml aquadest. Kemudian sebanyak 10 g contoh tanah yang sama dimasukkan ke dalam tabung film dan ditambahkan 10 ml KCl 1 N, dikocok selama 15 menit. Setelah itu diukur pH dengan menggunakan pH meter yang telah distandarkan dengan larutan buffer pH 4 dan pH 7.

2. Penetapan KTK dengan pencucian Amonium asetat

Bahan : NH_4OAc pH 7, etanol 95 %, NaOH 45 %, indicator Conway, H_2SO_4 0,1 N, dan H_3BO_3 4 %.

Cara kerja : Masukkan 2,5 g sampel tanah ke dalam tabung film, kemudian tambahkan 25 ml NH_4Oac , kocok selama 15 menit. Diamkan semalam. Lalu saring dengan menggunakan kertas saring, dan tampung filtratnya dengan erlemeyer. Pindahkan semua tanah ke kertas saring dan lakukan pencucian dengan alkohol hingga volume filtrat mencapai 50 ml. Setelah itu keringkan tanah sampai kering. Setelah kering masukkan tanah dan kertas saring ke dalam labu kjedhal 100 ml, kemudian tambahkan 50 ml aquadest dan 20 ml NaOH, kemudian didestilasi. Hasil destilasi ditampung pada erlemeyer yang berisi 15 ml asam borat dan 3 tetes indikator conway hingga warna menjadi merah. Lakukan destilasi hingga warna merah berubah menjadi hijau. Setelah itu dititrasi dengan 0,1 N H_2SO_4 hingga warna hijau berubah merah kembali. Gunakan blanko dengan mendistilasi air suling dengan pereaksi yang sama dengan sampel tanah.

Perhitungan : $\text{KTK (me/100g)} = (t-b) \times N \times 100/w$

Dimana : t = ml H_2SO_4 untuk mentiter sampel tanah

b = ml H_2SO_4 untuk mentiter blanko

N = Normalitas H_2SO_4

W = berat sampel tanah

3. Penetapan K, Ca, Mg, dan Na-dd dengan metode pencucian Amonium Asetat

Bahan : 1 N NH₄OAc pH 7

Cara kerja :

Sebanyak 2,5 g tanah lolos ayakan 2 mm diperkolasi dengan 1N NH₄OAc pH 7 sebanyak 100 ml. Untuk penetapan K, Ca, Mg dan Na-dd dilakukan pengenceran 10 kali ekstrak diukur dengan AAS yang telah distandarkan menurut jenis analisis .

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

Untuk penetapan Ca, Mg dan Na-dd dilakukan dengan cara yang sama, hanya saja BE nya diganti dengan BE masing-masing unsur.

4. Penetapan Al-dd tanah dengan metoda volumetri (Hakim et al, 1984)

Pereaksi : Larutan KCl 1 N (74,5 g KCl dijadikan volume 1000 ml dengan aquadest), indikator pp (0,1 g phenolptalein dilarutkan hingga volume 100 ml dengan etanol 96 %), Larutan NaF 4 %, HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N (4 g dijadikan volume 1000 ml).

Cara kerja :

5 g contoh tanah yang telah ditimbang, dimasukkan kedalam erlemeyer 250 ml dan ditambahkan 50 ml KCl dan dikocok selama 15 menit. Lalu larutan disaring dan hasil saringan dipipet sebanyak 25 ml dan ditambahkan 3 tetes indikator pp. Larutan dititrasi dengan NaOH sampai warna merah muda muncul, catat NaOH yang terpakai. Kemudian tambahkan beberapa tetes HCl sampai warna merah hilang. NaF ditambahkan sebanyak 5 ml dan warna merah akan muncul. Larutan tersebut dititar dengan HCl sampai warna merah hilang dan catat jumlah HCl yang terpakai.

$$\text{Perhitungan : Al-dd (me/100 g)} = (\text{ml} \times \text{N}) \text{HCl} \times 50/25 \times 50/10 \times \text{KKA}$$

5. Penetapan N-total tanah dengan metoda Kjeldhal

Bahan : Campuran Se, CuSO₄, Na₂SO₄ (1:1:9), H₂SO₄, aquadest

Cara kerja :

0,5 g contoh tanah dimasukkan kedalam labu kjedhal 50 ml. Kemudian ditambahkan 1g katalisator Se, CuSO₄, Na₂SO₄ (1:1:9) dan 3 ml H₂SO₄ pekat. Masukkan dua buah batu didih lalu dipanaskan dengan api kecil selama 15 menit. Kemudian api dibesarkan sedikit demi sedikit sampai larutan mendidih dan hentikan setelah larutan berwarna jernih atau keputih-putihan. Setelah dingin tambahkan aquadest sampai 50 ml. Cairan ini dipindahkan kedalam alat destilasi dan tambahkan 15 ml NaOH 40 %. Hasil destilasi ditampung dengan 15 ml H₃BO₃ 1% yang telah diberikan 5 tetes indikator conway. Volume destilasi dititer dengan H₂SO₄ 0,01 N sampai terjadi perubahan warna hijau ke warna merah muda. Dengan cara yang sama ditetapkan blanko.

Perhitungan

$$N(\%) = \text{ml H}_2\text{SO}_4 (\text{contoh} - \text{blanko}) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 100/W \times 14 \times \text{KKA}$$

6. Penetapan C-organik tanah dengan metode Walkley and Black

Bahan : Larutan Kalium kromat 1 N, larutan BaCl₂ 0,5 %, H₂SO₄ pekat, sakarosa baku.

Cara kerja :

Sakarosa baku dilarutkan dengan air suling dalam labu ukur 250 ml. Kemudian di pipet berturut-turut 5,10, 15, 20 dan 25 ml, lalu dimasukkan ke dalam 5 buah labu ukur 100 ml dan diencerkan sampai 100 ml dengan aquadest. Pipet masing-masing larutan tadi sebanyak 2 ml, masukkan kedalam erlemeyer yang berturut-turut mengandung 5, 10, 15, 20 dan 25 mg C. Ditimbang contoh tanah 0,2 g dan dimasukkan kedalam erlemeyer 250 ml, ditambah 10 ml kalium kromat 1 N dan 20 ml asam sulfat pekat dan digoyang-goyang hingga bercampur, diamkan selama 30 menit, tambahkan 100 ml BaCl₂ 0,5 % hingga mengendap menjadi BaSO₄. Kemudian diamkan selama semalam, hingga menjadi jernih. Lakukan hal yang sama terhadap larutan baku dan blanko. Bagian larutan yang jernih dipipet,

masukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian diukur dengan spectrophotometer. Warna kuning menunjukkan kadar C rendah, sedangkan warna hijau sampai biru menunjukkan kadar kadar C yang tinggi. Catat hasil pembacaan.

$$\text{Perhitungan} \quad : \% C = \frac{\text{mg C kurva}}{\text{mg contoh tanah}} \times 100 \% \times kka$$

$$\text{Persentase bahan organik} = 1,72 \times \% C\text{-organik}$$

7. Penetapan P-tersedia dengan metode Bray II

Bahan : Larutan P-A, Larutan P-B, Larutan P-C

Cara kerja :

Ke dalam labu erlemeyer 50 ml dimasukkan tanah kering udara sebanyak 1,5 g dan tambahkan 15 ml larutan Bray II serta 1 g karbon aktif kemudian dikocok selama 15 menit dengan mesin pengocok lalu saring, 5 ml dari hasil saringan dipipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Tambahkan dengan 5 ml larutan P-B dan dikocok. Kemudian tambahkan pula 5 tetes larutan P-C dan kembali dikocok selama 15 menit, dan kadar P diukur dengan spectrofotometer pada panjang gelombang 660 nm. Untuk pembakuan dibuat satu deret larutan baku berkadar 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm P dengan melarutkan 0,2195 g KHP_2O_4 dengan satu liter larutan Bray II. Lakukan pemipetan berturut-turut 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 ml larutan 50 ppm P labu ukur 100 ml, maka didapatkan larutan baku yang dimaksud. Pipet 5 ml larutan baku ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan 5 ml larutan P-B dan larutan P-C dan seterusnya sampai rata untuk penetapan contoh.

$$\text{Perhitungan} \quad : P \text{ tanah (ppm)} = P \text{ dalam larutan (ppm)} \times \frac{15}{1,5} \times \frac{5}{5} \times \frac{100}{100} \times KKA$$

8. Penetapan Fe-dd dengan metoda 1 N KCl

Tanah ditimbang 5 gram masukkan kedalam tabung sentrifus 100 ml. Tambahkan 50 ml larutan 1 N KCl, dan dikocok dengan mesin pengocok selama 3 jam. Larutan supernatant kemudian dipisahkan dari tanah dengan disentrifus pada 2400 rpm selama 30 menit. Supernatant kemudian disaring kedalam labu ukur

100 ml dan cuci sisa tanah dengan aquadest. Hasil pencucian ditampung dengan labu ukur 100 ml. Ekstrak dicukupkan menjadi 100 ml dengan aquadest dan digunakan untuk penetapan Fe dengan AAS (Atomic Absorption Spektrofotometer)

Perhitungan : $\text{me Fe/ 100 g} = (20 \times 100 \times \text{ppm kurva}) / (1000 \times 27/3) \text{ me/100 g}$

Lampiran 7 . Prosedur analisis tanaman di Laboratorium

1. Pembuatan ekstrak tanaman

Bahan : H_2SO_4 pekat, H_2O_2 30 % dan kadar karborandum.

Cara kerja :

Sebanyak 0,25 g contoh tanaman yang sudah dihaluskan dimasukkan ke dalam Kjeldahl 50 ml. Ditambahkan 2,5 ml H_2SO_4 pekat dan tambahkan karborandum lalu biarkan semalam untuk menghindari pembuihan yang berlebihan. Dilakukan destruksi di ruang asam, selama 15 menit ditambahkan H_2O_2 30 % 3 tetes dalam selang waktu 10 menit sampai larutan jernih. Selanjutnya larutan didinginkan dan tambahkan aquades sampai tanda garis. Ekstrak dikocok dan disaring sebanyak 50 ml. Larutan ini digunakan untuk penetapan N-total tanaman. Dipipet 5 ml larutan destruksi pekat dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml lalu encerkan sampai tanda garis. Larutan ini dinamakan larutan encer yang digunakan untuk penetapan P dan K tanaman.

2. Penetapan N tanaman

Bahan : Asam borat 3 %, asam sulfat 0,05 N, natrium hidroksida 30 %, karborandum dan indikator conway.

Cara kerja:

Sebanyak 20 ml larutan destruksi pekat dimasukkan ke dalam labu destilasi, encerkan dengan aquades sampai 100 ml. Kemudian ditambahkan 15 ml NaOH 30 % dan segera hubungkan dengan alat pendingin. Lakukan penyulingan selama 15 menit. Sulingan ditampung dengan 100 ml erlenmeyer yang berisi 20 ml asam borat 3 % dan 3 tetes conway. Amoniak yang tersuling dititer dengan H_2SO_4 0,05 N sampai terjadi perubahan warna hijau menjadi merah.

Perhitungan : % N = $\text{ml H}_2\text{SO}_4$ (contoh - blanko) x NH_2SO_4 x 14 x KKA

3. Penetapan P tanaman

Bahan : Pereaksi (asam sulfat 5 N, amonium molibdat 4 %, kalium antimolitartrat, kalium antimolitartrat, asam askorbat 0,1 N)

Cara kerja :

Pipet cairan destruksi encer sebanyak 2 ml dan dimasukkan ke dalam tabung film. Untuk penetapan deret standar yang mengandung 0 ppm P yang digunakan untuk menyetel titik 100 % T pada kalorimeter. Tambahkan 8 ml campuran pereaksi P dan dikocok. Setelah 15 menit diukur dengan kalorimeter filter 630 nm dan kuvet 1 cm. Deret standar P digunakan sebagai pembanding P dalam contoh T (Transmittance) dibaca pada kalorimeter.

Perhitungan : $P = \text{ppm P dari kurva setelah koreksi blanko} \times 0,2 \times KKA$

4. Penetapan K tanaman

Bahan : Deret standar campuran dalam H_2SO_4 0.15 N

Cara kerja :

Kadar K diukur dari cairan destruksi encer pada AAS dengan standar campuran K sebagai pembanding.

Perhitungan : $K = \text{ppm K dari kurva setelah dikoreksi blanko} \times 0,2 \times KKA$