



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.

**PENGARUH BAHAN HUMAT DARI EKSTRAK BATUBARA  
MUDA (subbituminus) DAN PUPUK P TERHADAPA  
KETERSEDIAAN DAN SERAPAN HARA TANAMAN JAGUNG (*zea  
mays*L) PADA ULTISOL**

**SKRIPSI**



**SABAM PARLINDUNGAN P  
04113027**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG 2011**

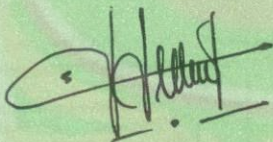
**PENGARUH BAHAN HUMAT DARI EKSTRAK BATUBARA MUDA (*Subbituminus*) DAN PUPUK P TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN HARA P TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L*) PADA ULTISOL**

Oleh :

**SABAM PARLINDUNGAN P  
NO. BP. 041 130 27**

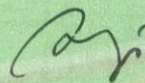
**MENYETUJUI :**

**Dosen Pembimbing I**



**(Dr. Ir. Herviyanti, MS)  
NIP. 196401271989032002**

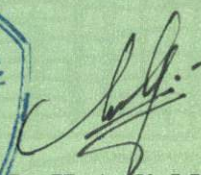
**Dosen Pembimbing II**



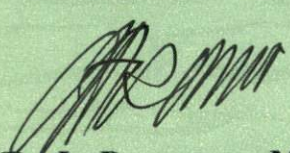
**(Ir. Irwan Darfis, MP)  
NIP. 196812271992031002**

**Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas**



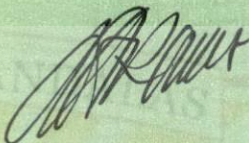
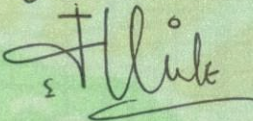
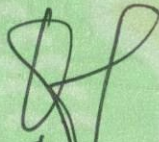

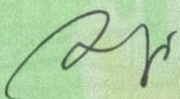
  
**(Prof. Ir. H. Ardi, MSc)  
NIP. 195312161980031004**

**Ketua Jurusan Tanah  
Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas**

  
**(Dr. Ir. Darmawan, MSc)  
NIP. 196609011992031003**

**Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, pada tanggal 07 November 2011.**

---

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Dr. Ir. Darmawan, MSc		Ketua
2.	Ir. Oktanis Emalinda, MP		Sekretaris
3.	Dr. Ir. Gusnidar, MS		Anggota
4.	Dr. Ir. Herviyanti, MS		Anggota
5.	Ir. Irwan Darfis, MP		Anggota

---

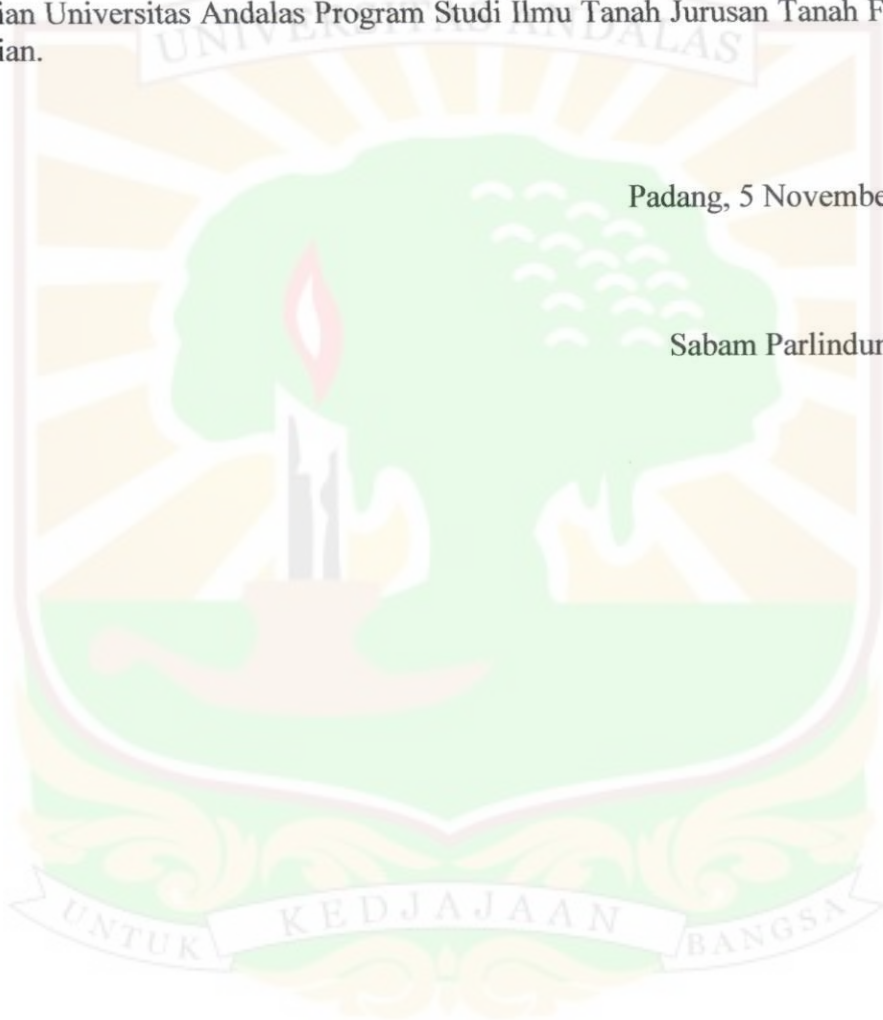


## BIODATA

Penulis dilahirkan di Sipintuagin pada tanggal 20 November 1985 sebagai anak ketiga dari empat bersaudara, dari pasangan Hermanus Purba (alm) dan Delina Simbolon. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di Sekolah Dasar Negeri 01 Sipintuagin (1992 – 1998), Kecamatan Dolok Pardamean, Kabupaten Simalungun. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) ditempuh di SLTPN 01 Sipintuagin, Kabupaten Simalungun, lulus tahun 2001. Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) ditempuh di SMAN 04 Pematang Siantar, Kabupaten Simalungun, lulus pada tahun 2004. Pada tahun 2004 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian.

Padang, 5 November 2011

Sabam Parlindungan P



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul **“Pengaruh Bahan Humat Dari Ekstrak Batubara Muda (*Subbituminus*) Dan Pupuk P Terhadap Ketersediaan Dan Serapan Hara P Tanaman Jagung (*Zea mays L*) Pada Ultisol**“. Penyusunan skripsi merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada Ibu Dr. Ir. Herviyanti, MS dan Bapak Ir. Irwan Darfis, MP, selaku Pembimbing I dan Pembimbing II serta sekaligus juga menjadi orang tua yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, bimbingan serta dorongan pada penulis dalam menyelesaikan studi maupun dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga kepada teman-teman dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Serta penghormatan dan penghargaan kepada kedua orang tua yang telah memberikan semangat, dorongan, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan dan masih perlu banyak perbaikan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini, sehingga bermanfaat bagi kita semua dan penulis khususnya.

Padang, Oktober 2011

S.P

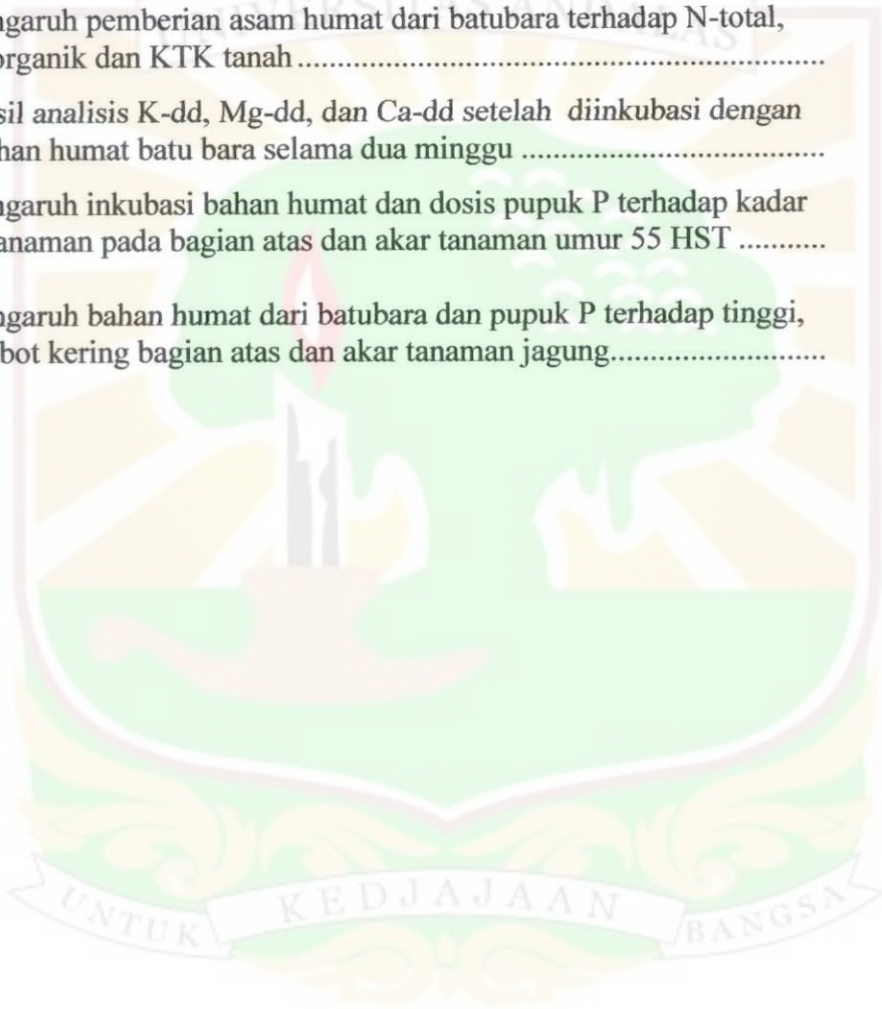


## DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
<b>KATA PENGHANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>ABSTRAK</b> .....	xi
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Permasalahan Ultisol .....	4
2.2 Peranan Bahan Humat terhadap Ketersediaan P .....	5
2.3 Kebutuhan Hara P Tanaman Jagung .....	7
<b>III. BAHAN DAN METODA</b> .....	9
3.1 Waktu dan Tempat .....	9
3.2 Bahan dan Alat .....	9
3.3 Rancangan Percobaan .....	9
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	10
3.5 Pengamatan .....	11
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	14
4.1. Pengamatan Tanah.....	14
4.1.1. Analisis Awal.....	14
4.2. Analisis Tanah Setelah Inkubasi.....	16
4.3. pengamatan terhadap tanaman jagung .....	22
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	26
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran.....	26
<b>VI. RINGKASAN</b> .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	30
<b>LAMPIRAN</b> .....	33

## DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Beberapa fraksi humat berdasarkan kelarutannya dalam asam dan basa .....	6
2. Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah Ultisol sebelum diberi Perlakuan .....	14
3. Hasil analisis pH, Al-dd dan P-tersedia tanah setelah diinkubasi dengan bahan humat dari batubara selama dua minggu.....	16
4. Pengaruh pemberian asam humat dari batubara terhadap N-total, C-organik dan KTK tanah .....	19
5. Hasil analisis K-dd, Mg-dd, dan Ca-dd setelah diinkubasi dengan bahan humat batu bara selama dua minggu .....	21
6. Pengaruh inkubasi bahan humat dan dosis pupuk P terhadap kadar P tanaman pada bagian atas dan akar tanaman umur 55 HST .....	23
7. Pengaruh bahan humat dari batubara dan pupuk P terhadap tinggi, bobot kering bagian atas dan akar tanaman jagung.....	24



## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

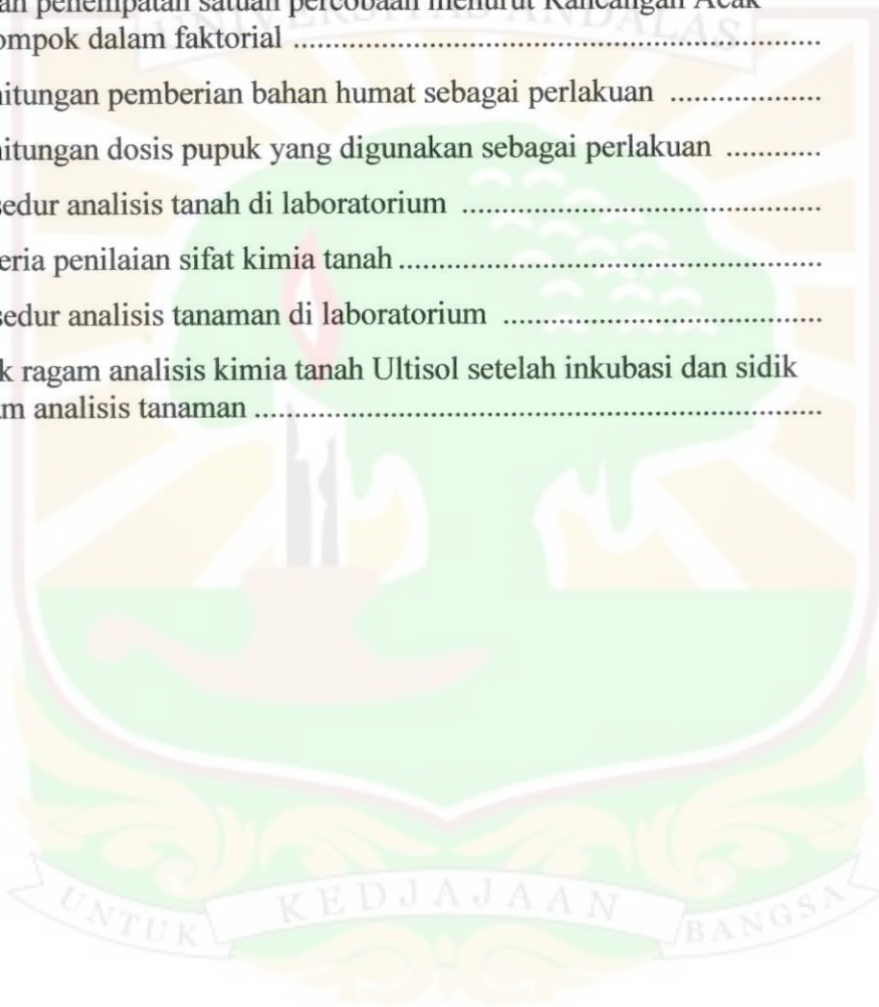
### Halaman

1. Hipotesis struktur asam humat menurut Kononova  
(1966 dalam Stevenson) ..... 7



## DAFTAR LAMPIRAN

<b><u>Lampiran</u></b>	<b><u>Halaman</u></b>
1. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	33
2. Deskripsi Tanaman Jagung Bima 3 (Depertemen Pertanian) .....	34
3. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis di laboratorium .....	35
4. Alat yang digunakan dalam penelitian .....	36
5. Denah penempatan satuan percobaan menurut Rancangan Acak Kelompok dalam faktorial .....	37
6. Perhitungan pemberian bahan humat sebagai perlakuan .....	38
7. Perhitungan dosis pupuk yang digunakan sebagai perlakuan .....	39
8. Prosedur analisis tanah di laboratorium .....	41
9. Kriteria penilaian sifat kimia tanah .....	46
10. Prosedur analisis tanaman di laboratorium .....	47
11. Sidik ragam analisis kimia tanah Ultisol setelah inkubasi dan sidik ragam analisis tanaman .....	48



**PENGARUH BAHAN HUMAT DARI EKSTRAK BATUBARA  
MUDA (*Subbituminus*) DAN PUPUK P TERHADAP  
KETERSEDIAAN DAN SERAPAN HARA P TANAMAN  
JAGUNG (*Zea mays L*) PADA ULTISOL**

**ABSTRAK**

Penelitian dengan judul Pengaruh Bahan Humat Dari Ekstrak Batubara Muda (*Subbituminus*) dan Pupuk P Terhadap Ketersediaan dan Serapan Hara P Tanaman Jagung (*Zea mays L*) Pada Ultisol. Dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2001, di Kanagarian Sari Lamak Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota dan Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian bahan humat dari ekstrak batubara muda yang dikombinasikan dengan Pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan hara P tanaman Jagung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima perlakuan dan tiga kelompok. Perlakuan yang diberikan adalah A = Tanpa pupuk P dan bahan humat (kontrol), B = 400 ppm bahan humat ( 0,8 ton ha-1) dikombinasikan dengan pupuk P 75 % R, C = 400 ppm bahan humat ( 0,8 ton ha-1) dikombinasikan dengan pupuk P 100 % R, D = 800 ppm bahan humat (1,6 ton ha-1) dikombinasikan dengan pupuk P 75 % R dan E = 800 ppm bahan humat (1,6 ton ha-1) dikombinasikan dengan pupuk P 100 % R. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji F dan uji lanjut DMRT pada taraf 5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antar bahan humat ditambah pupuk P yang diinkubasi selama 2 minggu dalam meningkatkan pH (H<sub>2</sub>O) sebesar 0,53 unit, P-tersedia sebesar 6,35 ppm, kandungan C-organik sebesar 0,01%, begitu juga dalam penurunan Al-dd sebesar 0,70 me/100 g. Bahan humat ditambah pupuk P yang direkomendasikan juga dapat meningkatkan kadar P dan bobot kering tanaman yaitu sebesar 0,07 % dan 2,34 kg/petak. Hasil tertinggi dari parameter tersebut berada pada pemberian bahan humat dari batubara muda (*Subbituminus*) pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % rekomendasi..



**EFFECT OF HUMIC MATERIAL FROM YOUNG COAL  
EXTRACTS (*Subbitumitus*) AND P FERTILIZER THE  
AVAILABILITY AND P NUTRIENT OF CORN PLANT (*Zea  
Mays L*) IN ULTISOL**

**ABSTRACT**

Research about effect of humic material from young coal extracts (*Subbitumitus*) and P fertilizer the availability and P nutrient of corn plant (*Zea Mays L*) in ultisol. Conducted from June to October 2001, at Kanagarian Sari Lamak, Harau Sub-District, 50 kota Major and Soil Laboratory Agriculture Faculty, Andalas University Padang. The purpose of this study was to determine the effect of humic materials from a young coal extracts are combined with P fertilizer on P availability and P nutrient uptake Corn plant. This research used Randomized Design Group (RDG) with five treatments and three groups. The treatments were A = Without P fertilizer and humic materials (control), B = 400 ppm humic materials ( $0.8 \text{ ton ha}^{-1}$ ) in combination with P fertilizer 75% R, C = 400 ppm humic materials ( $0.8 \text{ tons ha}^{-1}$ ) in combination with P fertilizer 100% R, D = 800 ppm humic materials ( $1.6 \text{ t ha}^{-1}$ ) in combination with P fertilizer 75% R and E = 800 ppm humic materials ( $1.6 \text{ t ha}^{-1}$ ) combined with P fertilizer 100% R. The data results were analyzed statistic with the F test and advanced test DMRT at 5 % level. The results showed that there are interactions between humic materials plus P fertilizer were incubated for 2 weeks in increasing the pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) amounted to 0.53 units, P-available at 6.35 ppm, C-organic content of 0.01%, as well in the reduction of Al-dd me/100 of 0.70 g. Humic materials plus the recommended P fertilizer can also increase the levels of P hight dried plant that is 0.07% and 2.34 kg / plot. The results of these parameters were highest in the provision of materials from coal humic young (*Subbituminus*) at doses of 800 ppm 100% plus P fertilizer recommendations.



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan produksi pertanian pangan pada hakekatnya bertujuan untuk mengatasi kasus pengadaan pangan dimasa mendatang. Berbagai upaya telah ditempuh untuk mencapai maksud tersebut, salah satu diantaranya melalui pengelolaan tanah secara intensif. Tindakan pengelolaan atau manajemen tanah memegang peranan penting dalam peningkatan produktifitas tanah. Hal ini disebabkan karena sebagian besar lahan pertanian di Indonesia merupakan lahan marginal atau tanah yang kurang subur karena bereaksi masam dan miskin hara, seperti Ultisol.

Sifat kimia Ultisol yang paling dominan adalah reaksi tanah yang masam, disebabkan oleh pengaruh Aluminium (Al) dalam larutan tanah yang cenderung terhidrolisis menjadi Al-hidroksida ( $Al(OH)_3$ ). Dalam proses tersebut membebaskan sejumlah ion hidrogen ke dalam larutan tanah sehingga tanah bereaksi masam (Soepardi, 1983). Selanjutnya Hakim *et al*, (1986) menyatakan bahwa masalah utama yang dihadapi pada tanah masam adalah kelarutan Al, Besi (Fe) dan mangan (Mn) yang berlebihan sehingga bersifat meracun bagi tanaman. Selain itu kation Al, Fe dan Mn pada tanah masam menyebabkan P tidak tersedia bagi tanaman. Ahmad (1988), menambahkan bahwa kation Al, Fe dan Mn diduga sebagai penyebab utama terikatnya P pada tanah.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada pada tanah Ultisol adalah dengan penambahan bahan organik yakni pemberian ekstrak bahan humat dari batubara muda. Penggunaan komponen bahan humat seperti asam humat telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya Ahmad (1989) melaporkan bahwa pemberian asam humat dengan kepekatan  $300 \text{ mg kg}^{-1}$  tanah dan diberi pupuk P sebanyak 50 ppm dapat meningkatkan ketersediaan P sebesar 26,37 ppm dan dapat menetralsir pengaruh Al-dd yang meracun.

Penambahan bahan humat kedalam tanah dapat mengikat logam Al, Fe dan Mn dimana akan membentuk senyawa metal organo kompleks atau khelat sehingga dapat mengatasi pengikatan pupuk P yang akan ditambahkan ketanah.

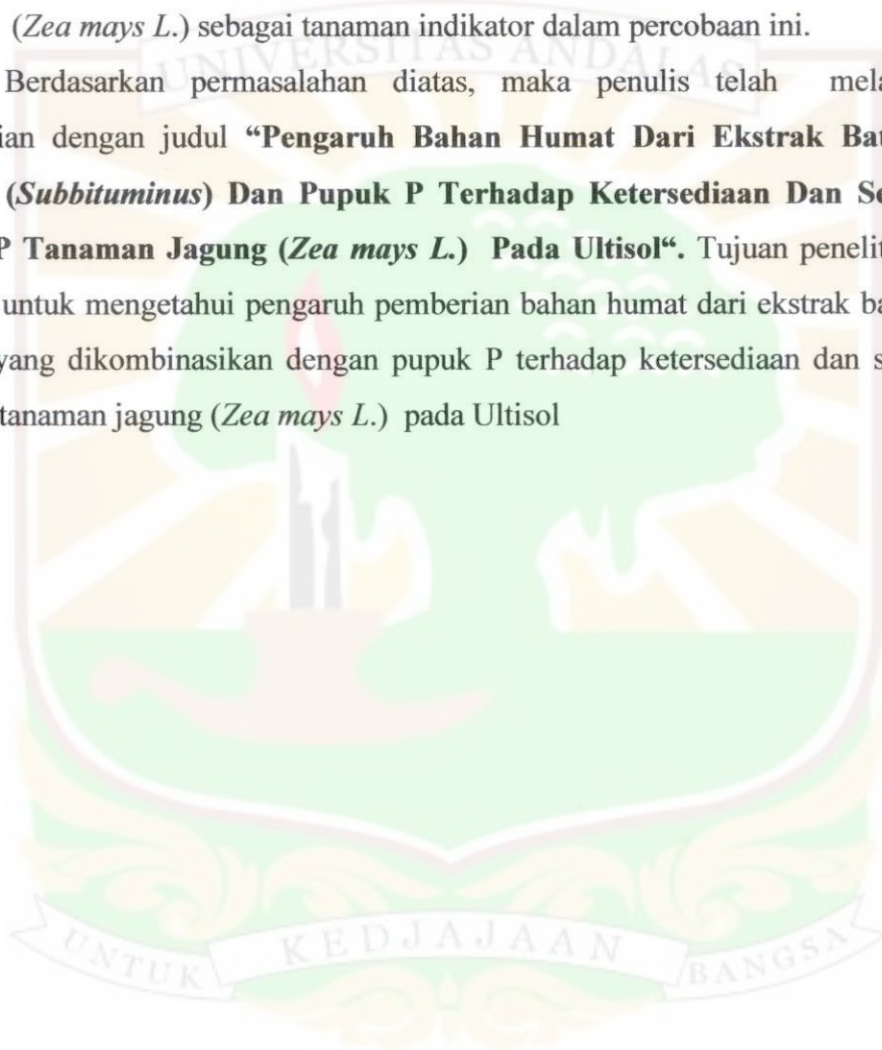
Pembentukan kompleks logam dengan senyawa humat juga dapat mengatasi fiksasi P dan K. Tan (1998) telah menunjukkan bukti bahwa asam humat dapat melepaskan K yang terfiksasi dalam ruang antar misel liat. Pengkkelatan atau pembentukan kompleks juga dapat menyebabkan P anorganik yang tidak larut menjadi lebih larut seperti  $AlPO_4$ ,  $FePO_4$ , atau  $Ca_3(PO_4)_2$ .

Dengan banyaknya peranan bahan humat, maka diperlukan suatu teknologi untuk mendapatkan bahan humat secara mudah dan dalam jumlah yang banyak. Teknologi yang telah digunakan selama ini untuk memperoleh bahan humat adalah hasil ekstraksi dari bahan organik yang telah terdekomposisi seperti pupuk kandang, kompos, dan tanah gambut, tetapi kadar dari bahan humat yang diperoleh sedikit sekali yaitu 5-10%. Herviyanti *et al*, (2007) memperoleh asam humat dari pupuk kandang hanya 1,5%; kompos sampah kota 1,4%; kompos jerami padi 5% dan dari tanah gambut 9,2%. Oleh karena itu perlu ditemukan suatu sumber bahan humat yang mudah didapat dalam jumlah banyak yaitu dari batubara muda (*subbituminus*). Hal ini telah dibuktikan oleh Rezki (2007) dengan mengekstrak batubara muda (*Subbituminus*) dengan menggunakan 0,5 N NaOH dan mendapatkan hasil 31,5% bahan humat dalam 1 g batubara muda, selanjutnya Fadhilah (2009) melakukan pra penelitian dengan mengekstrak batu bara muda (*Subbituminus*) dengan prosedur yang sama yaitu 0,5 N NaOH dan diperoleh di dalam 1 g batubara muda (*Subbituminus*) mengandung 29,75% bahan humat dan 21,5% asam humat. Sedangkan dengan prosedur yang sama penulis juga melakukan ekstraksi batubara muda ini dan hasilnya untuk 1 g batubara mengandung 31,5% bahan humat. *Subbituminus* merupakan batubara muda dengan tingkat pembatubaraan rendah yang biasanya lebih lembut dengan materi yang rapuh dan berwarna suram seperti tanah, memiliki kelembaban yang lebih tinggi dan kadar karbon yang lebih rendah, sehingga kandungan energinya juga rendah. Oleh karena itu *subbituminus* ini tidak efektif dimanfaatkan sebagai sumber energi dan sebaiknya dimanfaatkan sebagai sumber bahan humat.

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) merupakan sumber makanan pokok kedua di Indonesia, bahkan di beberapa tempat tanaman jagung ini adalah sumber makanan pokok utama karena kalori yang dihasilkannya cukup tinggi. Jagung

dapat tumbuh baik hampir pada semua macam tanah. Tanaman ini akan tumbuh lebih baik pada tanah yang gembur dan kaya akan humus. Selain itu jagung merupakan salah satu tanaman yang membutuhkan unsur P cukup banyak jika dibandingkan dengan tanaman sayur – sayuran dan umbi – umbian (Suprpto dan Marzuki, 2002). Apakah tanaman jagung akan berproduksi lebih tinggi, bila disubstitusi dengan bahan humat dari batubara, hal ini adalah pertanyaan yang perlu dijawab melalui penelitian ini. Oleh karena itu penulis memilih tanaman jagung (*Zea mays L.*) sebagai tanaman indikator dalam percobaan ini.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Bahan Humat Dari Ekstrak Batubara Muda (*Subbituminus*) Dan Pupuk P Terhadap Ketersediaan Dan Serapan Hara P Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Pada Ultisol“**. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian bahan humat dari ekstrak batubara muda yang dikombinasikan dengan pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan hara P tanaman jagung (*Zea mays L.*) pada Ultisol



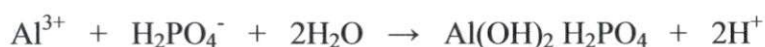
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Permasalahan Ultisol

Tanah-tanah yang bermasalah di Indonesia adalah ordo Oxisol, ordo Ultisol dan ordo Histosol (Radjagukguk, 1983). Walaupun mempunyai banyak kendala untuk pemanfaatannya, tetapi Ultisol mempunyai potensi yang cukup besar untuk usaha pertanian karena tanah ini cukup luas di Indonesia yaitu mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25 % dari total luas daratan Indonesia. Tanah ini tersebar di Kalimantan (21.938.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha) dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Tanah ini dapat dijumpai pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung (Subagyo *et al.*, 2004).

Dengan meningkatnya kandungan Al dan Fe akan terjadi fiksasi P. Unsur tersebut menyebabkan pengendapan P sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Tan. 1992). Dilaporkan oleh Jayadinata (1992) semakin tinggi konsentrasi Al dan Fe, maka semakin tinggi pula kapasitas fiksasi P pada tanah tersebut. Dengan demikian pemberian pupuk yang mengandung P pada tanah tersebut mempunyai efisiensi rendah jika dibandingkan dengan tanah yang kandungan Al dan Fe nya rendah. Soepardi (1983) menyatakan bahwa rendahnya produktifitas Ultisol disebabkan oleh 1) bahan induknya miskin akan mineral primer yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanah; 2) tingkat hancuran iklim yang sudah lanjut, sehingga menambah miskin unsur hara serta meningkatkan kadar Al, Fe dan Mn; 3) curah hujan yang tinggi sehingga basa-basa tercuci ke lapisan bawah dan tanah peka terhadap erosi.

Salah satu masalah yang terpenting dari permasalahan P adalah tidak tersedianya sebahagian P bagi tanaman. Ketersediaan P tanah untuk tanaman terutama dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah itu sendiri (Soepardi, 1983). Unsur P dalam tanah bersumber dari pelapukan mineral-mineral, salah satunya apatit ( $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ ) yang mempunyai kadar P tinggi yang terdapat pada kerak bumi. P menjadi tidak tersedia dan tidak larut disebabkan oleh fiksasi mineral-mineral liat dan ion-ion Al, Fe dan Mn. Secara umum mekanisme reaksi fiksasi P pada tanah-tanah masam oleh Al dan Fe yang larut dalam air dapat ditulis sebagai berikut : (Nyakpa *et al.*, 1988) .



ion terlarut      mudah larut                      sukar larut

Jumlah P yang terdapat dan tersedia didalam tanah pertanian umumnya sangat sedikit, hal ini yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. P diambil tanah dalam bentuk ion P ( $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$ ,  $\text{HPO}_4^{-2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ) serta dalam bentuk fosfolipida dan asam nukleat (Ahmad, 1980).

Ketersediaan P tanah tergantung kepada faktor (a) pH tanah, (b) Fe, Al, dan Mn yang terkandung dalam mineral, (c) ketersediaan Ca dan mineral Ca, (d) jumlah dekomposisi bahan organik dan (e) aktivitas mikroorganisme (Hakim *et al.*, 1986).

## 2.2 Peranan Bahan Humat terhadap Ketersediaan P

Bahan humat adalah bahan koloidal terpolidispersi yang bersifat amorf, berwarna kuning hingga coklat sampai hitam dan mempunyai molekul yang relatif tinggi. Bahan humat berasal dari dekomposisi bahan organik oleh pembentukan barn yang disebut humifikasi dan biasanya diperoleh dari ekstraksi tanah, fraksionasi dan cara isolasi dengan larutan asam dan basa (Tan, 2003).

Karakteristik yang paling khusus dari bahan humat adalah kemampuannya berintegrasi dengan ion logam, oksida, hidroksida mineral dan organik, termasuk pencemar beracun, untuk membentuk asosiasi, baik yang larut dalam air maupun yang tidak larut didalam air dari berbagai stabilitas kimia dan biologi yang berbeda. Interaksi ini dijelaskan sebagai reaksi pertukaran ion, jerapan permukaan, pengkhelatan, peptisasi, dan koagulasi (Huang dan Schnitzer, 1997). Karena itu, P yang dijerap oleh logam dan penjerap P lainnya dapat dibebaskan dan menjadi tersedia bagi tanaman (Roni *et al.*, 2005).

Bahan humat dapat membentuk reaksi kompleks yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung bahan humat diketahui dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Secara langsung dilaporkan merangsang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap metabolisms dan terhadap sejumlah proses fisiologi lainnya (Tan, 1995).

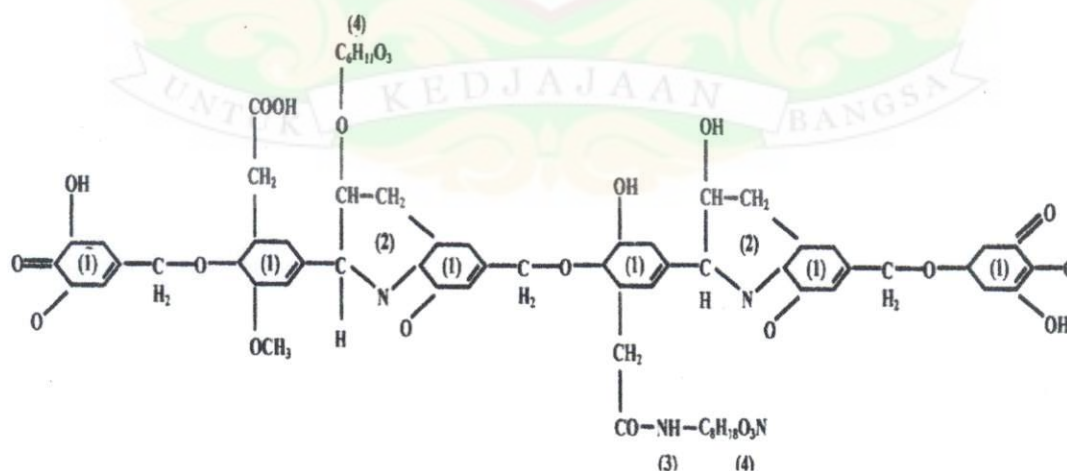
Brady dan Weil (1999), berpendapat bahwa bahan humat sebagai hasil akhir dari dekomposisi bahan organik akan berperan dalam meningkatkan kesuburan dan mengatasi masalah tidak tersediannya P bagi tanaman pada Ultisol. Bahan humat dapat menutupi sisi dari partikel logam hidrous-oksida pada Fe dan Al sehingga, mencegah terjadinya interaksi dengan ion P, dengan kata lain fiksasi P dapat dihindari dan P dapat tersedia bagi tanaman.

Tabel 1. Beberapa Fraksi Humat Berdasarkan Kelarutannya dalam Asam dan Basa

Fraksi	Basa	Asam	Alkohol
Asam Fulvat	Larut	Larut	-
Asam Humat	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut
Asam Himatomelanat	Larut	Tidak Larut	Larut
Humin	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut

Huang and Schnitzer (1997) menyatakan bahwa, asam humat berbeda komposisi dan sifat kimianya dari asam fulvat, secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut : (a) asam humat dengan ciri-ciri : Kandungan unsur C 56,2 % ; O<sub>2</sub> 35,5 % ; N 3,2 % ; H 4,7 % ; Sulfur (S) 0,8 %, (b) asam fulvat dengan ciri-ciri : Kandungan unsur C 45,7 % ; Oksigen 44,8 % ; N 2,1 % ; H 5,4 % ; Sulfur (S) 1,9 %. Tan (1998) menyatakan bahwa, dari analisa dengan cara ESR (Elektron Spin Resonance) asam humat memiliki inti aromatik (aromatik core) mengandung protein, polisakarida, fenol sederhana dan logam yang terikat secara fisik maupun kimia.

Dari Gambar 1. Dapat dilihat bahwa asam humat terdiri dari OH fenolik dan quinon yang banyak sekali, tetapi molekul COOH umumnya sedikit.



Gambar 1. Hipotesis struktur asam humat menurut Kononova (1966 dalam

Stevenson).

Keterangan :

- (1). Cincin aromatik dihydroxybenzene dan trihydroxybenzene, bagian yang mempunyai ikatan ganda dari kelompok Quinon
- (2). N dalam bentuk siklus ring
- (3). N dalam rantai
- (4). Sisa karbohidrat

### 2.3 Kebutuhan Hara P Tanaman Jagung

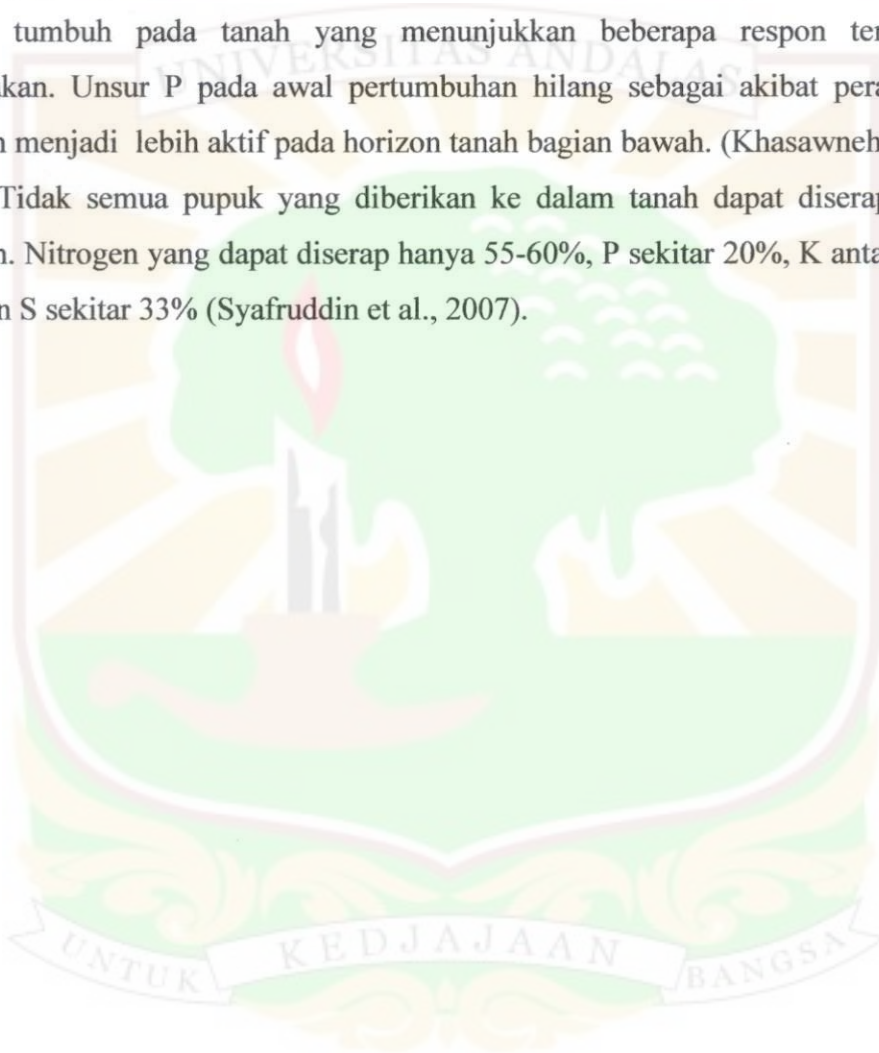
Fosfor (P) merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (unsur makro). Jumlah P dalam tanah lebih sedikit dibandingkan dengan nitrogen dan kalium, tetapi P dianggap sebagai kunci kehidupan. Peranan P secara umum sangat penting dalam menyimpan dan transfer energi seperti ATP, ADP, penyusun protein, perbaikan kualitas tanaman dan untuk ketahanan tanaman (Hardjowigeno, 2003), disamping itu P dapat mempercepat pembungaan, pemasakan buah dan biji serta gabah, dan meningkatkan produksi biji-bijian (Sutedjo, 1994).

Kekurangan unsur P pada tanaman jagung adalah tanaman akan menjadi kuning pada pertumbuhannya dan warna daun menjadi keungu-unguan dan kecoklatan serta ujung daun menjadi coati dan berwarna coklat gelap (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Tanaman yang masih mampu berbuah, akan menghasilkan tongkol yang tidak sempurna dan barisan bijinya menjadi tidak teratur. Tanaman jagung yang masih muda membutuhkan persentase unsur P lebih tinggi dibandingkan stadia selanjutnya (Suprpto dan Marzuki, 2002). Untuk mendapatkan hasil panen yang maksimal, tanaman jagung perlu diberi pupuk. Pemberian pupuk ini dapat meningkatkan panen jagung secara kuantitatif dan kualitatif. Kadar P dalam pupuk P adalah dalam bentuk P205 (Warisno, 1998; Rinsema, 1983 ).

Menurut Barnito (2009) rekomendasi umum pupuk P untuk tanaman jagung adalah 40-80 kg/ha TSP. Pada tanah dengan kandungan P rendah diperlukan 100 kg/ha TSP. Sys *et al* (1993), lebih rinci mengemukakan kebutuhan hara jagung sebagai berikut: untuk memperoleh produksi 6,27 ton/ha biji

dibutuhkan hara 165 kg N, 55 kg  $P_2O_5$ , dan 135 kg  $K_2O$  ; dan untuk memperoleh hasil 4 ton biji/ha dibutuhkan 60 – 100 kg N, 50 – 100 kg  $P_2O_5$ , dan 30 – 60  $K_2O$  per musim tanam. Aplikasi pupuk P pada lahan pertanian akan berkurang efisiensinya menurut cara pemberian pupuk P. Aplikasi pupuk dengan menebar rata pada permukaan tidak efektif untuk tanaman jagung. Cara yang efektif adalah dengan membenamkan sedalam 4-5 cm di dekat benih yang ditanam. Efisiensi pupuk P juga dipengaruhi oleh ketersediaan P pada horizon tanah permukaan.

Jagung tumbuh pada tanah yang menunjukkan beberapa respon terhadap pemupukan. Unsur P pada awal pertumbuhan hilang sebagai akibat perakaran tanaman menjadi lebih aktif pada horizon tanah bagian bawah. (Khasawneh et al., 1980). Tidak semua pupuk yang diberikan ke dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Nitrogen yang dapat diserap hanya 55-60%, P sekitar 20%, K antara 50-70% dan S sekitar 33% (Syafuruddin et al., 2007).



### III. BAHAN DAN METODA

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2011, di Kenagarian Sari Lamak Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. Untuk analisis tanah dan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah batubara dengan tipe *subbituminus* yang diambil dari Kecamatan Bonjol, Kabupaten Pasaman. Pelarut yang digunakan untuk mengekstrak bahan humat dari batubara 0,5 N NaOH. Tanah yang digunakan sebagai media tumbuh yaitu Ultisol di Kenagarian Sari Lamak Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. Pupuk buatan yang dipakai adalah TSP sebagai perlakuan serta Urea dan KCl sebagai pupuk dasar. Benih jagung yang dipakai adalah Bima 3 (Deskripsi disajikan pada Lampiran 2). Untuk mencegah penyakit bulai digunakan Sevin sebanyak 1,5 g/L air. Untuk lengkapnya bahan dan alat disajikan pada Lampiran 3 dan 4.

#### 3.3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 5 perlakuan dan 3 Kelompok. Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam, jika F hitung perlakuan memperlihatkan hasil yang beda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjutan DNMRT pada taraf nyata 5%. Perlakuan yang diberikan sebagai berikut :

- A = Tanpa pupuk P dan bahan humat (kontrol).
- B = 400 ppm bahan humat ( 0,8 ton ha<sup>-1</sup>) dikombinasikan dengan pupuk P 75 % R.
- C = 400 ppm bahan humat ( 0,8 ton ha<sup>-1</sup>) dikombinasikan dengan pupuk P 100 % R.
- D = 800 ppm bahan humat (1,6 ton ha<sup>-1</sup>) dikombinasikan dengan pupuk P 75 % R.

E = 800 ppm bahan humat 1,6 ton ha<sup>-1</sup>) dikombinasikan dengan pupuk P 100 % R.

Penempatan satuan percobaan dilaksanakan secara acak sesuai dengan RAK dan denahnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji F pada taraf 5%. Jika hasil pengujian dengan uji F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjutan DMRT taraf nyata 5 %.

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.4.1. Persiapan Tanah dan Ekstraksi Bahan Humat dari Batubara**

Tanah yang dipersiapkan sebagai media tumbuh bagi tanaman jagung di lapangan adalah Ultisol di Kenagarian Sari Lamak Kabupaten Lima Puluh Kota . Tanah dibersihkan dari gulma dan diolah sampai gembur. Kemudian dibuat petak dengan ukuran 3m x 2m sebanyak 15 petak, kemudian dirapikan dan dibuat parit antara petak tanam jagung yang berjarak 50 cm antar baris.

Batubara yang diambil di Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman kemudian digiling halus dengan menggunakan mesin penghalus batu (grondong), batubara muda sebanyak 4 kg dan 20 liter NaOH 0.5 N (ratio1:5) dimasukkan kedalam tabung mesin selanjutnya katup di tutup dan di giling selama 3 jam kemudian disaring, hasil saringan merupakan bahan humat yang diperlakukan pada Ultisol.

#### **3.4.2 Pemberian Perlakuan**

Bahan humat dan pupuk P diberikan ketanah secara bersamaan sesuai dengan takaran perlakuan dan diinkubasi selama 2 minggu. Setelah itu dilakukan pengambilan sampel tanah untuk pengamatan sifat kimia tanah. Perhitungan banyaknya bahan humat yang diberikan sebagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 6.

#### **3.4.3 Pemupukan Dan Penanaman**

Pemberian pupuk N dan K sesuai rekomendasi masing-masing pupuk untuk tanaman jagung yaitu 300 kg Urea, dan 250 kg KCI ha<sup>-1</sup> (Sembiring, 1996) dilakukan pada saat tanam. Pupuk tersebut ditebarkan secara merata ke tanah

perlubang pada kedalaman 5 cm dibawah permukaan tanah dengan cara mengeluarkan tanah sedalam 5 cm dan ditutup kembali setelah pupuk ditebarkan, untuk penanaman benih jagung dilakukan dengan cara ditugalkan ke dalam tanah sebanyak 3 biji dengan kedalaman 3 cm tetapi benih jagung sebelum ditanam terlebih dahulu dilumasi dengan Rhidomil guna mencegah dari hama tanah. Seminggu setelah penanaman tanaman diseleksi dan ditinggalkan 2 tanaman yang terbaik untuk setiap lubang. Untuk Urea diberikan 2 kali yakni  $\frac{1}{2}$  pada saat tanam bersamaan dengan pemberian pupuk KCl dan  $\frac{1}{2}$  lagi pada saat 4 minggu setelah tanam. Untuk jumlah pemberian pupuk Urea dan KCl dapat dilihat pada Lampiran 7.

#### **3.4.4 Pemeliharaan**

Pemeliharaan secara umum meliputi penyiraman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh. Untuk perlindungan dan pengendalian tanaman dari serangan hama dan penyakit dilakukan penyemprotan insektisida dengan Sevin sebanyak 1,5 g/L air, setelah jagung berumur 31 HST dilakukan penjagaan setiap malam agar terhindar dari serangan hama babi hutan, kambing dan kerbau yang berkeliaran pada malam hari.

#### **3.4.5 Panen bahan segar tanaman**

Panen dilakukan saat vegetatif maksimum pada tanaman yaitu dengan ciri terbentuknya bunga pada tanaman dan dilakukan pada saat berumur 55 HST. Panen ini dilakukan dengan cara mengambil bahan segar dari bagian atas tanaman dan akar pada masing-masing tanaman yang dianalisis untuk mengetahui kadar P tanaman.

### **3.5 Pengamatan**

#### **3.5.1 Analisis tanah awal dan setelah inkubasi**

Analisis tanah awal dilakukan sebelum diberikan perlakuan. Analisis tanah awal meliputi analisis KTK dengan  $\text{NH}_4 \text{OAc}$  pH 7, pH  $\text{H}_2\text{O}$  dan KCl dengan perbandingan 1:1 diukur dengan pH meter, C-organik dengan metoda Walkley and Black, P-tersedia dengan metoda Bray 2 diukur dengan Spektrofotometer, Al-

dd dengan metoda volumetric yang diekstrak dengan 1N KCl, N-total dengan metoda Kjeldahl, Ca-dd, Mg-dd, K-dd dan Na-dd dengan metoda pencucian dengan Amonium Asetat pH 7 diukur dengan AAS. Prosedur analisis dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil analisis sifat kimia tanah dinilai berdasarkan kriteria sifat kimia tanah disajikan pada Lampiran 9.

Setelah tanah di inkubasi dilakukan lagi analisis yaitu KTK, pH, C organik, P-tersedia, Al-dd, Ca-dd, Mg-dd dan K-dd. Pada analisis setelah inkubasi ini, prosedurnya sama dengan analisis tanah awal. Hal ini dilakukan untuk melihat perubahan sifat kimia setelah dilakukan inkubasi.

### **3.5.2. Pengamatan terhadap tanaman jagung**

#### **3.5.2.1 Kadar P tanaman**

Pada analisis ini meliputi analisis kadar P tanaman. Caranya adalah sampel tanaman dikeringkan dengan oven pada suhu 65° C selama  $\pm 2 \times 24$  jam. Lalu tanaman dihaluskan dengan grinder dan dilakukan analisis dengan metoda pengabuan basah. Akar pada tanaman juga diambil dan dibersihkan dengan air sampai bersih dari tanah-tanah yang menempel. Kemudian akar di cuci dengan aquadest yang telah ditambahkan deterjen sebanyak 2 % lalu bilas dengan aquades. Setelah itu akar dikering anginkan dan ditimbang berat basahnya. Kemudian akar tanaman tadi di ovenkan dengan suhu 65° C selama  $\pm 2 \times 24$  jam. Setelah kering akar dipotong-potong, dihaluskan dan dilakukan analisis kadar hara P tanaman dengan metoda destruksi basah. Prosedur analisis tanaman dapat dilihat pada Lampiran 10.

#### **3.5.2. Tinggi, bobot kering bagian atas dan akar tanaman**

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada waktu pengambilan sampel dilapangan dan diukur dari pangkal batang sampai ujung daun terpanjang. Pengambilan sampel tanaman untuk analisis, dilakukan pada waktu tanaman berumur 7 minggu, yaitu pada masa peralihan fase vegetatif ke fase generatif (untuk analisis serapan hara). Sampel terdiri dari bagian atas tanaman (batang dan daun) dan bagian bawah tanaman (akar) dengan memotong pangkal batang pada batas leher akar. Bagian akar tanaman yang dianalisis dibersihkan, lalu dicuci

dengan detergen 0,2% dan dibilas dengan aquadest. Untuk menentukan bobot kering tanaman, bagian-bagian tersebut dimasukkan kedalam amplop kertas berlobang. Berat amplop harus telah ditetapkan lebih dulu. Lalu, diovenkan pada suhu 60°C selama 2 x 24 jam lalu ditimbang kembali. Data berat kering tanaman dianalisis secara statistik.



MILIK  
UPT PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS ANDALAS

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengamatan Tanah

#### 4.1.1. Analisis Awal

Hasil analisis awal dilakukan terhadap tanah sebelum diberi perlakuan, yang meliputi pH H<sub>2</sub>O, C-organik, P-tersedia, Al-dd, N-total, KTK, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Na-dd ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah Ultisol sebelum diberi perlakuan

No	Sifat Kimia Tanah	Nilai	Kriteria*)
1	pH H <sub>2</sub> O (1:1)	4,71	Masam
2	P-tersedia (ppm)	1,47	Sangat Rendah
3	N-total (%)	0,24	Sedang
4	C-organik (%)	0,91	Sangat Rendah
5	KTK ( me/100g )	9,31	Rendah
6	K-dd ( me/100g )	0,32	Rendah
7	Ca-dd ( me/100g )	1,21	Sangat Rendah
8	Mg-dd ( me/100g)	3,36	Tinggi
9	Na-dd (me/100 g)	0,29	Rendah
10	Al-dd ( me/100g )	3,50	
11	Kejenuhan Al (%)	40,32	Tinggi

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

Ultisol di kanagarian Sari Lamak Kabupaten Lima Puluh Kota yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kesuburan yang rendah. Dilihat dari hasil analisis kimia tanah pH H<sub>2</sub>O 4,71 termasuk kriteria masam ini disebabkan karena kejenuhan Al yang sangat tinggi dengan kandungan Al yang dapat dipertukarkan (Al-dd) sebesar 3,50 me/100g. Kejenuhan Al yang sangat tinggi adalah penyebab tanah bereaksi masam. Kandungan Al-dd yang terjerap pada permukaan koloid tanah menjadi penyebab terjadinya hidrolisis dan menyumbangkan ion H<sup>+</sup> dalam jumlah banyak. Semakin banyak ion Al yang mengalami hidrolisis, semakin banyak pula ion H yang disumbangkan, sehingga tanah tersebut akan semakin masam dan pH tanah akan semakin rendah. Menurut Hakim *dkk* (1986), kation Al<sup>3+</sup> lebih dominan terjerap pada permukaan koloid tanah jenis Ultisol yang

menyebabkan pH tanah menjadi rendah. Unsur Al yang terlarut dalam tanah mudah terhidrolisis, yang akan menghasilkan ion  $H^+$ , sehingga terjadi peningkatan konsentrasi ion  $H^+$ . Ini akan menyebabkan penurunan pH tanah dan tanah bersifat masam, hal ini dapat dilihat dari reaksi :



Kandungan Al yang tinggi dapat menyebabkan terikatnya P dalam bentuk Al, sehingga ketersediaan P pada tanah menjadi rendah. Bahkan pupuk P yang ditambahkan kedalam tanah juga dapat diikat Al sehingga efektivitas pemupukan P pada tanah Ultisol sangat rendah hanya 5-10 %.

Kandungan C-organik dan basa-basa kecuali Mg tergolong pada kriteria rendah sampai sangat rendah. Hal ini disebabkan Ultisol terbentuk pada tanah yang beriklim basah dengan suhu dan curah hujan tinggi sehingga proses pelapukan lebih intensif (cepat) dan terjadi pencucian terhadap kation-kation basa. Hakim *et al.* (1986) menjelaskan bahwa Ultisol merupakan tanah yang terbentuk didaerah tropik basah dengan curah hujan dan suhu tinggi. Iklim yang demikian menyebabkan pelapukan dan perkembangan tanah akan berlangsung cepat dan menyebabkan pencucian kation-kation basa yang intensif sehingga kandungan Al menjadi tinggi dan kandungan hara lainnya rendah.

Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006) Ultisol mempunyai tingkat perkembangan lanjut, dicirikan oleh penampang tanah yang dalam, kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalam tanah yakni mencapai 38%, reaksi tanah masam dan kejenuhan basa rendah. Tanah ini juga miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Na dan K rendah. KTK yang rendah karena didominasi oleh mineral liat. Stevenson (1994) menyatakan bahwa mineral liat tipe 1:1 seperti kaolinit mempunyai KTK antara  $3-15 \text{ me}(100 \text{ g})^{-1}$ .

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan Ultisol Kanagarian Sarilamak Kabupaten Lima Puluh Kota memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Agar tanah ini dapat memberikan hasil optimal apabila ditanami, maka perlu dilakukan perbaikan sifat kimia tanah dengan pemberian bahan ameliorant berupa bahan humat dari ekstrak batubara muda (*Subbituminus*). Brady dan Weil (1999), menyatakan bahwa bahan humat sebagai hasil dari dekomposisi bahan organik akan berperan dalam meningkatkan

kesuburan dan mengatasi masalah ketersediaan P yang rendah bagi tanaman pada Ultisol.

## 4.2. Analisis Tanah Setelah Inkubasi

### 4.2.1 Kandungan pH H<sub>2</sub>O, Al-dd dan P-tersedia

Hasil analisis analisis statistik terhadap pengaruh pemberian bahan humat yang dikombinasikan dengan pupuk P pada pH H<sub>2</sub>O, Al-dd dan P-tersedia disajikan pada Tabel 3 dan sidik ragam disajikan pada Lampiran 11.

Tabel 3. Hasil analisis pH, Al-dd dan P-tersedia tanah setelah diinkubasi dengan bahan humat dari batubara selama dua minggu

Bahan humat (ppm) + pupuk (% R )	pH H <sub>2</sub> O	Al-dd (me /100g)	P-tersedia (ppm)
Kontrol	4,60 a	2,18 a	1,97 b
400 + 75	4,75 a	1,98 ab	4,75 ab
400 + 100	5,03 a	1,97 ab	5,26 ab
800 + 75	4,90 a	1,90 ab	6,40 ab
800 + 100	5,13 a	1,48 b	8,32 a
	KK = 6,28 %	KK = 12,71 %	KK = 50,29%

Catt : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT pada taraf 5 %.

Dilihat dari Tabel 3 pemberian bahan humat takaran 400 ppm ditambah pupuk P 75% R dibanding kontrol memperlihatkan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap pH tanah, begitu juga pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 100 % R dan pada takaran 800 ppm bahan humat ditambah pupuk P 75 % dan 100 % R. Peningkatan takaran bahan humat dari batubara muda dan pupuk P yang diberikan ke tanah jelas dapat meningkatkan pH tanah. Pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R meningkatkan pH sebesar 0,15 unit pH H<sub>2</sub>O dibanding dengan kontrol (dari 4,60 menjadi 4,75), pemberian perlakuan pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 100 R meningkatkan pH sebesar 0,43 unit (dari 4,60 menjadi 5,03), pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R meningkatkan pH sebesar 0,30 unit (dari 4,60 menjadi 4,90) dan pemberian bahan humat pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R meningkatkan pH tanah sebesar 0,53 unit (dari 4,60 menjadi 5,13)

Peningkatan pH tanah akibat pemberian bahan humat disebabkan oleh asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik dapat bereaksi dengan Al

membentuk senyawa kompleks yang tidak larut sehingga kejenuhan Al turun dan pH meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Soepardi (1983) yang menyatakan bahwa, bahan organik dapat mengurangi kelarutan Al dengan membentuk senyawa kompleks yang tidak larut sehingga kemungkinan untuk terjadinya hidrolisis Al menjadi berkurang dan  $H^+$  penyebab kemasaman tanah menurun sehingga mengakibatkan pH tanah menjadi meningkat.

Selanjutnya dilihat dari analisis Al-dd tanah, peningkatan pemberian bahan humat dari batubara sebanyak 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R, 400 ppm ditambah pupuk P 100 % R dan pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kontrol, tetapi pada pemberian bahan humat pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R memberikan pengaruh yang nyata. Peningkatan pemberian bahan humat dari batubara dengan takaran 400 ppm ditambah pupuk P (75 % dan 100 % R) dan 800 ppm ditambah pupuk P (75 % dan 100 % R) dapat menurunkan Al-dd tanah. Pada takaran 400 ppm bahan humat ditambah pupuk P 75 % R menurunkan Al-dd sebesar 0,14 unit (dari 2,18 menjadi 1,98), pemberian perlakuan sebesar 400 ppm ditambah pupuk P 100 %, Al-dd tanah menurun sebesar 0,21 unit (2,18 – 1,97), pada pemberian perlakuan 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R, Al-dd menurun sebesar 0,28 unit (2,18 – 1,90), dan pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R, Al-dd menurun sampai 0,70 unit (2,18 -1,48).

Menurut Huang dan Schnitzer (1997), dengan adanya peningkatan takaran bahan humat maka terjadi pula peningkatan gugus kapasitas fungsional bahan humat tersebut, sehingga dapat membentuk kompleks melalui gugus fungsional –COOH dan phenolic –OH dengan  $Al^{3+}$  dalam jumlah yang cukup banyak. Akibatnya  $Al^{3+}$  yang dapat dipertukarkan menjadi berkurang. Tan (1998) juga menambahkan bahwa, penurunan Al-dd ini disebabkan oleh adanya aktivitas bahan humat. Bahan humat tersebut mempunyai afinitas yang tinggi terhadap Al serta Fe membentuk khelat melalui gugus fungsional OH dan COOH, dimana  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  yang terlarut akan diikat oleh  $-COO^-$  dan  $-OH$ . Dengan demikian konsentrasi ion  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  yang bebas dalam tanah berkurang jumlahnya.

Untuk P-tersedia pada Tabel menunjukkan bahwa antara kontrol dibanding dengan pemberian bahan humat dengan takaran 400 ppm ditambah pupuk P (75%

dan 100 % R) dan takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R memperlihatkan pengaruh yang tidak nyata tetapi pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R memberikan pengaruh yang nyata. Peningkatan kandungan P tanah tertinggi terlihat pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100% R. Kandungan P tanah setelah inkubasi, meningkat P-tersedia seiring dengan peningkatan takaran bahan humat dan rekomendasi pupuk P yang diberikan. Pemberian takaran bahan humat sebanyak 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R meningkatkan kandungan P sebesar 2,78 unit (1,97-4,75) dibanding dengan kontrol, pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 100% R P-tersedia meningkat sebesar 3,29 unit (1,97- 5,26). Pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75% R, P tanah meningkat sebesar 4,43 unit (1,97- 6,40), dan pada takaran 800 ppm ditambah 100% pupuk P mengalami peningkatan sebesar 6,35 unit (1,97-8,32).

Peningkatan P tersedia akibat pemberian bahan humat dan pupuk P terjadi karena adanya reaksi asam-asam organik dari bahan humat yang membentuk senyawa kompleks dan khelat dengan  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  sehingga mengurangi fiksasi P dalam tanah. Asam-asam organik tersebut akan membentuk anion-anion organik yang efektif dalam mengurangi pengikatan P oleh Al dan Fe. Seperti yang dikemukakan Ahmad (1988), dengan adanya penambahan asam organik ke dalam tanah akan terjadi reaksi kompleks dan khelat dengan ion  $Al^{3+}$ . Pembentukan kompleks mineral liat dengan bahan humat dapat meningkatkan muatan negatif dari mineral liat, akibatnya kompleks mineral liat bahan humat memperlihatkan jerapan P yang lebih rendah dari mineral liat saja.

Dari data di atas dapat dijelaskan bahwa, dengan peningkatan takaran bahan humat dan pupuk P dapat meningkatkan pH tanah dan P-tersedia. Dengan meningkatnya pH dan P-tersedia maka Al-dd tanah menurun seiring dengan peningkatan takaran bahan humat dari batubara. Hal ini disebabkan karena pada takaran 800 ppm ditambah 100 % pupuk P terjadi pembentukan kompleks. Menurut Tan (2003), bahan humat mempunyai afinitas tinggi terhadap Al dan Fe. Akibatnya akan bersaing atas unsur-unsur tersebut dengan senyawa-senyawa fosfat melalui pembentukan kompleks, sehingga ion fosfat terbebaskan ke dalam larutan tanah.

Tan (2003) menambahkan bahwa, bahan organik dapat mempengaruhi kelarutan dari senyawa P yang tidak larut didalam tanah. Adanya bahan organik dapat meningkatkan kelarutan dari logam fosfat dengan mengurangi aktifitas Al dan Fe dengan kompleksasi. Uehara dan Sanchez (1980 dalam Nanda, 2005) juga menyatakan bahwa, pada tanah dengan kandungan seskuioksida tinggi asam-asam organik dapat menghalangi gugus hidroksil Fe atau Al oksida yang akan memfiksasi P, sehingga dapat mengurangi fiksasi P.

#### 4.2.2 Kandungan C-organik, N-total, dan KTK tanah

Hasil analisis C-organik, N-total dan KTK tanah terlihat pada Tabel 4, dan untuk hasil sidik ragam analisis kimia tanah C-organik, N-total, dan KTK tanah Ultisol setelah inkubasi disajikan pada Lampiran 11.

Tabel 4. Pengaruh pemberian asam humat dari batubara terhadap C - organik, N - total dan KTK tanah.

Bahan humat (ppm) + pupuk (% R )	C-Organik (%)	N-Total (%)	KTK (me/100g)
Kontrol	0,91c	0,20 b	9,20 b
400 + 75	0,91 bc	0,24 a	12,47 ab
400 + 100	0,92 ab	0,26 a	15,38 a
800 + 75	0,91 ab	0,23 a	10,73 ab
800 + 100	0,92 a	0,25 a	16,30 a
	KK = 0,19 %	KK = 11,59 %	KK = 34,19 %

Catt : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menurut kolom adalah berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT pada taraf 5 %.

Nilai pada C-organik Ultisol setelah inkubasi selama dua minggu memberikan perbedaan yang tidak nyata antara kontrol terhadap pemberian bahan humat dengan takaran 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R tetapi pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 100 % R, 800 ppm ditambah pupuk P (75 % dan 100 % R) memberikan hasil perbedaan yang nyata. Perlakuan 400 ppm dan 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R merupakan perlakuan yang memiliki kandungan C-organik yang paling tinggi yakni sebesar 0,92 %. Hakim *et al.* (1986) menjelaskan bahwa karbon merupakan unsur hara utama yang terdapat pada bahan organik sehingga dekomposisi bahan organik akan membebaskan sejumlah karbon yang

dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa walaupun bahan organik dalam tanah jumlahnya tidak besar, hanya sekitar 3-5 % tetapi pengaruhnya terhadap sifat-sifat tanah besar sekali.

Pada tabel juga dapat dilihat bahwa N-total tanah pada pemberian bahan humat dengan rekomendasi pupuk P memperlihatkan hasil yang berbeda nyata antara kontrol terhadap semua perlakuan. Secara angka perbedaan pemberian bahan humat dari batubara muda dan pupuk P yang diperlakukan ke tanah dapat meningkatkan N-total tanah. Terlihat pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R, dapat meningkatkan N-total tanah sebesar 0,04 unit dibanding kontrol (dari 0,20 menjadi 0,24), pada pemberian perlakuan sebesar 400 ppm ditambah pupuk P 100% R, N-total tanah meningkat sebesar 0,06 unit N-total (dari 0,20 menjadi 0,26), pada pemberian perlakuan 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R, N-total tanah meningkat sebesar 0,03 unit (dari 0,20 menjadi 0,23), dan pada pemberian 800 ppm pH ditambah 100% pupuk P hanya meningkat 0,05 unit N-total (dari 0,20 menjadi 0,25). Peningkatan konsentrasi C-organik dan N-total ini juga dipengaruhi oleh meningkatnya pH pada tanah yang berhubungan erat dengan penambahan bahan humat dan pupuk P kedalam tanah.

Sesuai dari hasil yang diperoleh dari Tabel bahwa KTK tanah memberikan pengaruh nyata antara kontrol dengan penambahan 400 ppm bahan humat ditambah pupuk P 100 % R dan takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R serta memberikan pengaruh yang tidak nyata pada takaran 400 ppm bahan humat ditambah pupuk P 75 % R dan 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R. Nilai KTK tanah tertinggi setelah diberi bahan humat dari batubara dan pupuk P berada pada takaran 800 ppm bahan humat ditambah pupuk P 100 % R. Ini diduga karena pada takaran ini bahan humat lebih merespon cepat pada tanah dibandingkan dengan penambahan pupuk P yang 75 % R. Meningkatnya KTK tanah akibat peningkatan takaran bahan humat erat hubungannya dengan nilai penambahan bahan humat tersebut dan pemberian pupuk P. Pemberian bahan humat akan menyebabkan jumlah gugus fungsional seperti  $-COOH$  dan phenolic  $-OH$  meningkat, sehingga sumber muatan negatif akan meningkat pula. Artinya meningkatnya jumlah muatan negatif pada koloid tanah menyebabkan KTK tanah akan meningkat pula. Hal ini didukung oleh pernyataan Soegiman (1982) bahwa, dekomposisi bahan

organik akan menghasilkan asam-asam organik yang dapat meningkatkan muatan negatif melalui disosiasi gugus karboksil ( $\text{COO}^-$ ) dan phenol ( $\text{OH}^-$ ). Nyakpa *dkk* (1988) juga menambahkan bahwa, besar kecilnya KTK tanah sangat dipengaruhi oleh jumlah dan jenis mineral liat, jumlah dari bahan organik dan pH dari tanah tersebut.

#### 4.2.3. K-dd, Mg-dd dan Ca-dd tanah

Hasil analisis K-dd, Mg-dd, dan Ca-dd tanah dapat dilihat pada Tabel 5 dan untuk hasil sidik ragam kimia tanah K-dd, Mg-dd dan Ca-dd tanah Ultisol setelah inkubasi disajikan pada Lampiran 11.

Tabel 5. Hasil analisis K-dd, Mg-dd, dan Ca-dd setelah diinkubasi dengan bahan humat batu bara selama dua minggu

Bahan humat (ppm)+pupuk P (% R )	K-dd	Mg-dd	Ca-dd
	.....me/100g.....		
Kontrol	0,32 b	3,07 a	1,14 a
400 + 75	0,37 ab	3,22 a	1,21 a
400 + 100	0,43 a	3,45 a	1,33 a
800 + 75	0,39 ab	3,14 a	1,18 a
800 + 100	0,41 a	3,54 a	1,28 a
	KK = 10,71 %	KK = 9,24 %	KK = 9,18 %

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

Hasil K-dd tanah seperti yang terlihat pada Tabel , menunjukkan bahwa pemberian bahan humat dari batubara dan rekomendasi pupuk P memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R dan pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R terhadap kontrol tetapi pada pemberian bahan humat dengan takaran 400 ppm ditambah pupuk P 100 % R dan takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R memperlihatkan pengaruh yang nyata . Pemberian bahan humat dan pupuk P dapat meningkatkan K-dd tanah secara angka sebesar 0,44 unit antara kontrol terhadap pemberian bahan humat dengan takaran 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R (dari 0,05 menjadi 0,37), dan meningkat lagi pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 100 % R

sebesar 0,11 unit (0,32 -0,43), pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R meningkat sebesar 0,07 unit (0,32 -0,39) dan pada pemberian bahan humat pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R meningkat hanya sebesar 0,09 unit (0,32 -0,41).

Pada Mg-dd tanah penambahan bahan humat dan pupuk P memberikan pengaruh yang tidak nyata antara setiap perlakuan. Hasil yang sama juga terjadi pada Ca-dd tanah, penambahan bahan humat dari batubara dan pupuk P dapat meningkatkan Ca-dd tanah. Tetapi secara statistik pemberian bahan humat dari batubara muda dan pupuk P yang direkomendasikan memberikan pengaruh yang tidak nyata pada setiap perlakuan.

Peningkatan kandungan kation basa dalam tanah juga dipengaruhi oleh peningkatan pada pH tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hardjowigeno (2003) bahwa, kandungan kation basa didalam tanah erat hubungannya dengan pH tanah, dimana tanah-tanah dengan pH yang rendah umumnya mempunyai kation-kation basa yang rendah, sedangkan tanah-tanah yang pH nya tinggi mempunyai kandungan kation-kation basa yang tinggi pula.

#### **4.2.4. Pengamatan terhadap tanaman jagung**

##### **4.2.4.1. Kadar P tanaman**

Analisis terhadap kadar P tanaman pada bagian atas dan akar tanaman dilakukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah P yang dapat diserap oleh tanaman akibat dari pemberian bahan humat dari batubara muda (*Subbituminus*) dan pupuk P yang direkomendasikan. Hasil analisis statistik kadar P tanaman (batang + daun) dan akar tanaman jagung umur 55 HST selengkapnya disajikan pada Tabel 6. Dan Untuk hasil sidik ragam kadar P tanaman jagung disajikan pada Lampiran 11.

Tabel 6. Pengaruh inkubasi bahan humat dan dosis pupuk P terhadap kadar P tanaman pada bagian atas dan akar tanaman umur 55 HST

Bahan humat (ppm)+pupuk P (% R)	Atas tanaman	Akar tanaman
	.....%.....	
Kontrol	0,02 b	0,03 a
400 + 75	0,03 ab	0,04 a
400 + 100	0,04 ab	0,04 a
800 + 75	0,04 ab	0,03 a
800 + 100	0,09 a	0,03 a
	KK = 12,75 %	KK = 39,13 %

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

Dari Tabel terlihat bahwa pemberian bahan humat dari batubara muda ditambah pupuk P antara kontrol terhadap takaran 400 ppm ditambah pupuk P (75 % dan 100 % R) dan pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75 % R memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap P tanaman tetapi pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R memberikan pengaruh yang nyata. Secara umum bahan humat dari batubara muda mampu meningkatkan serapan tanaman jagung. Kadar P tertinggi pada tanaman jagung terdapat pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R. Dan pada akar tanaman menurut statistik pada pada Tabel, kadar P bagian akar pada kontrol menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata terhadap semua perlakuan.

Kadar P tanaman berasal dari mineral tanah yang terlarut maupun dari pupuk P yang diberikan ketanah. Menurut Mas'ud. (1992), keseimbangan ion-ion ini dalam larutan tanah dikendalikan pH tanah. Serapan P terbesar terjadi pada kisaran pH 4,0-8,0 nilai pH besar atau kecil dari kisaran tersebut mana serapan P akan menurun sebab pada kisaran pH itu larutan tanah lebih banyak mengandung ion-ion fosfat.

Penyebab berbedanya hasil penyerapan P pada tiap perlakuan tanaman dan peningkatan P-tersedia yang dapat diserap oleh tanaman akibat pemberian bahan humat (Tabel 6), sehingga kadar P pada tanaman juga hanya mengalami sedikit peningkatan. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim *dkk* (1982) bahwa,

pertumbuhan akar yang baik memungkinkan volume akar yang berkontak dengan P larutan tanah bertambah besar. Akibatnya kemampuan akar untuk menyerap P tersedia tanah juga besar.

Menurut Aisyah (1982 dalam Andayani 2005), pemberian bahan organik dapat mengurangi fiksasi P oleh Al dan Fe serta meningkatkan P tersedia didalam tanah. Bahan organik dapat memperbesar ketersediaan P tanah melalaui hasil dekomposisinya yang menghasilkan asam-asam organik sehingga P dapat tersedia didalam tanah dan diserap oleh tanaman. Menurut Tan (1995), bahwa pada pH 6,5 tanah dapat mengandung jumlah fosfat maksimum yang dapat dilarutkan dari seluruh bentuk-bentuk fosfat yang tidak dapat larut yang ada dalam tanah.

#### 4.4.1 Tinggi, bobot kering bagian atas dan akar tanaman

Pengamatan tanaman ini dilakukan pada masa vegetatif, hasil analisis statistik untuk tinggi, bobot kering bagian atas (batang + daun) dan akar tanaman disajikan pada Tabel 7. Dan untuk hasil analisis sidik ragam disajikan pada Lampiran 11.

Tabel 7. Pengaruh bahan humat dari batubara dan pupuk P terhadap tinggi, bobot kering bagian atas dan akar tanaman jagung.

Bahan humat (ppm)+pupuk P (% R)	Tinggi	batang+daun	akar
	cm	....kg/petak.....	
Kontrol	170,67 a	1,65 c	0,06 b
400 + 75	195,33 a	1,62 c	0,23 b
400 + 100	193,33 a	2,42 b	0,12 b
800 + 75	197,33 a	2,25 b	0,19 ab
800 + 100	200,00 a	3,99 a	0,33 a
	KK = 9,13 %	KK = 36,67 %	KK = 11,33 %

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

Tanaman jagung yang memiliki tinggi yang paling maksimal berada pada takaran 800 ppm bahan humat dari batubara muda ditambah pupuk P 100 % R. Sementara itu dapat dilihat dari Tabel bahwa tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh pemberian bahan humat dan pupuk P, sangat jelas terlihat perbedaan tinggi tanaman dari kontrol terhadap semua perlakuan. Ini disebabkan oleh pemberian

bahan humat dan pupuk P yang dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti pH, P-tersedia, KTK dan C-organik tanah mengalami peningkatan serta kandungan Al-dd tanah menurun, sehingga akar tanaman dapat berkembang leebih baik dan dapat menyerap unsur hara lebih banyak. Hal ini sesuai dengan pendapat Nyakpa *et al.*, (1988) bahwa pH tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang mempengaruhi ketersediaan unsure hara yang diserap oleh tanaman. Lakitan (2000) juga menjelaskan bahwa bahan organik sangat berpengaruh terhadap fisiologi tanaman, seperti peningkatan respon akar tanaman untuk menyerap hara sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Pada bobot kering tanaman dapat dilihat bahwa antara kontrol dibanding dengan pemberian bahan humat pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 75 % R memberikan pengaruh yang tidak nyata, tetapi pada takaran 400 ppm ditambah pupuk P 100 % R dan pada takaran 800 ppm ditambah pupuk P 75 % dan 100 % R memberikan pengaruh yang nyata. Dan untuk bobot kering akar tanaman dapat dilihat antara kontrol memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap sebagian perlakuan dan tidak untuk takaran 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R, hasilnya memberikan pengaruh yang nyata. Penambahan bahan humat dan pupuk P dapat meningkatkan berat kering tanaman jagung karena bahan humat dapat mengkhelat Al membentuk Al-humat sehingga terjadi pelepasan P yang terikat oleh Al kedalam tanah yang menyebabkan terjadinya peningkatan P-tersedia dalam larutan tanah sehingga terjadi peningkatan penyerapan P oleh akar jagung. Peningkatan penyerapan P oleh akar dapat meningkatkan fotosintesis oleh tajuk tanaman yang akan meningkatkan berat kering jagung. Hakim *et al.* (1986) menjelaskan bahwa perkembangan akar tanaman yang baik akan dapat mensuplai hara lebih banyak, sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik dan menyebabkan berat kering tanaman meningkat.

Tingginya respon tanaman terhadap pemberian pupuk P membuktikan bahwa tanah yang digunakan untuk penelitian ini memiliki tingkat ketersediaan P yang rendah. Peningkatan dosis P diduga akan meningkatkan P tanah sehingga meningkatkan jumlah P yang terserap oleh tanaman. Kondisi ini mengakibatkan pertumbuhan tanaman semakin cepat dan berat kering tanaman serta hasil tanaman juga meningkat.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengaruh pemberian bahan humat dari ekstrak batubara muda (*Subbituminus*) dan pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan hara P tanaman jagung (*zea mays L*) pada Ultisol, yang telah dilakukan di di Kenagarian Sari Lamak Kabupaten Lima Puluh Kota dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian bahan humat yang diekstrak dari batubara muda dan dikombinasikan dengan pupuk P dapat memperbaiki beberapa sifat kimia Ultisol. Pemberian 800 ppm bahan humat ditambah pupuk P 100 % R meningkatkan pH sebesar 0,53 unit, P-tersedia sebesar 6,35 ppm, C-organik 0,01 %, dan menurunkan Al-dd sebesar 0,70 me/100 g dibanding kontrol.
2. Pemberian bahan humat yang diekstrak dari batubara (*Subbituminus*) yang diinkubasikan kedalam tanah ditambah dosis pupuk P dapat meningkatkan kadar P tanaman Jagung (*Zea mays L*) dan bobot kering tanaman pada Ultisol. Peningkatan kadar P dan bobot kering tanaman terbesar terlihat pada perlakuan 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R yaitu masing-masing sebesar 0,07 % dan 2,34 kg/petak untuk bagian atas tanaman.

### 5.2. Saran

Untuk meningkatkan ketersediaan dan serapan hara P tanaman jagung (*Zea mays L*) pada Ultisol disarankan menggunakan bahan humat dari batubara muda (*Subbituminus*) dengan takaran 800 ppm dikombinasikan dengan pupuk P 100 % R.

## RINGKASAN

Bahan humat dapat mengatasi masalah tidak tersediannya P pada tanah Ultisol. Bahan humat dapat meningkatkan ketersediaan fosfat (P) yang tidak larut melalui pembentukan kompleks oleh  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  dengan senyawa organik. Dengan pemberian bahan humat ke dalam tanah fiksasi P dapat di cegah dan P dapat bebas dan tersedia didalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman.

Bahan humat atau humus merupakan komponen tanah yang sangat penting dan paling aktif dalam tanah. Bahan humat dapat membentuk reaksi kompleks yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia dan biologi dalam tanah, salah satu sumber dari bahan humat yaitu batubara muda (*Subbituminus*). Dengan mengekstrak batubara (*Subbituminus*) dengan menggunakan 0,5 N NaOH akan menghasilkan 31,5% bahan humat dalam 1 g batubara (*Subbituminus*).

Ultisol merupakan tanah mineral yang berkembang dan mengalami pelapukan lanjut. Salah satu proses yang berperan dalam pembentukan ini adalah proses pencucian yang intensif pada lapisan atas sehingga tanah bereaksi masam dan kejenuhan basa rendah sampai lapisan bawah. Disamping itu suhu dan curah hujan yang tinggi merangsang terjadinya pembentukan mineral liat dan oksida-oksida seperti oksida Fe dan Al. Ultisol mempunyai sifat kimia yang kurang baik dicirikan oleh kemasaman tanah yang tinggi dengan pH 5, kandungan bahan organik rendah sampai sedang, kandungan hara N, P, K, Ca, Mg dan Mo rendah. Kapasitas tukar kation (KTK) kecil dari 240 me/100g. Sebaliknya kelarutan Al, Mn, dan Fe sering tinggi, sehingga dapat meracun bagi tanaman

Tanaman jagung (*Zea mays L*) merupakan sumber makanan pokok kedua di Indonesia, bahkan di beberapa tempat tanaman jagung ini adalah sumber makanan pokok utama karena kalori yang dihasilkannya cukup tinggi. Jagung dapat tumbuh baik hampir pada semua macam tanah. Tanaman ini akan tumbuh lebih baik pada tanah yang gembur dan kaya akan humus.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang dikemukakan, maka penulis telah melaksanakan penelitian yang berjudul **“Pengaruh Bahan Humat Dari Ekstrak Batubara Muda (*Subbituminus*) Dan Pupuk P Terhadap**

**Ketersediaan Dan Serapan Hara P Tanaman Jagung (*Zea mays L*) Pada Ultisol**". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian bahan humat dari ekstrak batubara muda dan pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan hara P tanaman jagung (*zea mays L*) pada Ultisol.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2011 yang bertempat di Kenagarian Sari Lamak Kabupaten Lima Puluh Kota. Percobaan lapangan yang disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan 3 ulangan. Data yang dapat dianalisis dengan Uji Fisher taraf 5%. Apabila F hitung berbeda nyata maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's New Multiple Range test (DNMRT) pada taraf 5%. Perlakuan yang diujicobakan pada penelitian ini : A = tanpa bahan humat dan pupuk P (control) pemberian bahan humat dari batubara, B = 400 ppm pemberian bahan humat dari batubara ditambah 75 % pupuk P, C = 400 ppm pemberian bahan humat dari batubara ditambah 100 % pupuk P, D = 800 ppm pemberian bahan humat dari batubara ditambah 75 % pupuk P, dan E = 400 ppm pemberian bahan humat dari batubara ditambah 100 % pupuk P. Batubara yang digunakan dalam penelitian ini adalah batubara tipe *subbituminus* yang ada di Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman.

Bahan humat yang telah diekstrak sesuai dengan masing-masing perlakuan kemudian dicampurkan ke dalam tanah setelah itu disiram dengan air sampai keadaan kapasitas lapang kemudian diinkubasi selama 2 minggu. Setelah diinkubasi diambil sampel tanah untuk di analisis dan dilanjutkan penanaman berdasarkan jarak tanam 75 cm x 25 cm. Penanaman dilakukan dengan cara membenamkan biji ke tanah sebanyak 3 biji tiap lobang. Pemeliharaan secara umum meliputi penyiraman, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit. Tanaman dipanen pada saat 55 hari setelah tanam (HTS). Tanaman bagian atas dipotong-potong, akar tanaman tidak perlu dipotong lalu dimasukkan kedalam amplop kertas berlobang dan diovenkan pada suhu 60<sup>0</sup>C selama 2 x 24 jam untuk mendapatkan berat keringnya, selanjutnya digunakan untuk analisis serapan hara.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian bahan humat secara umum memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap peningkatan unsur hara pada Ultisol yaitu berada pada takaran 800 ppm

ditambah pupuk P 100 % R, karena umumnya pada takaran yang lain ketersediaan unsur hara pada Ultisol tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.. Kadar P dan pertumbuhan tanaman tertinggi terlihat pada perlakuan 800 ppm ditambah pupuk P 100 % R yakni untuk kadar P tanaman sebesar 0,09 % dan tinggi tanaman 200 cm. Bahan humat dari ekstraksi batubara muda (*Subbituminus*) berpotensi dalam memperbaiki kesuburan tanah Ultisol.

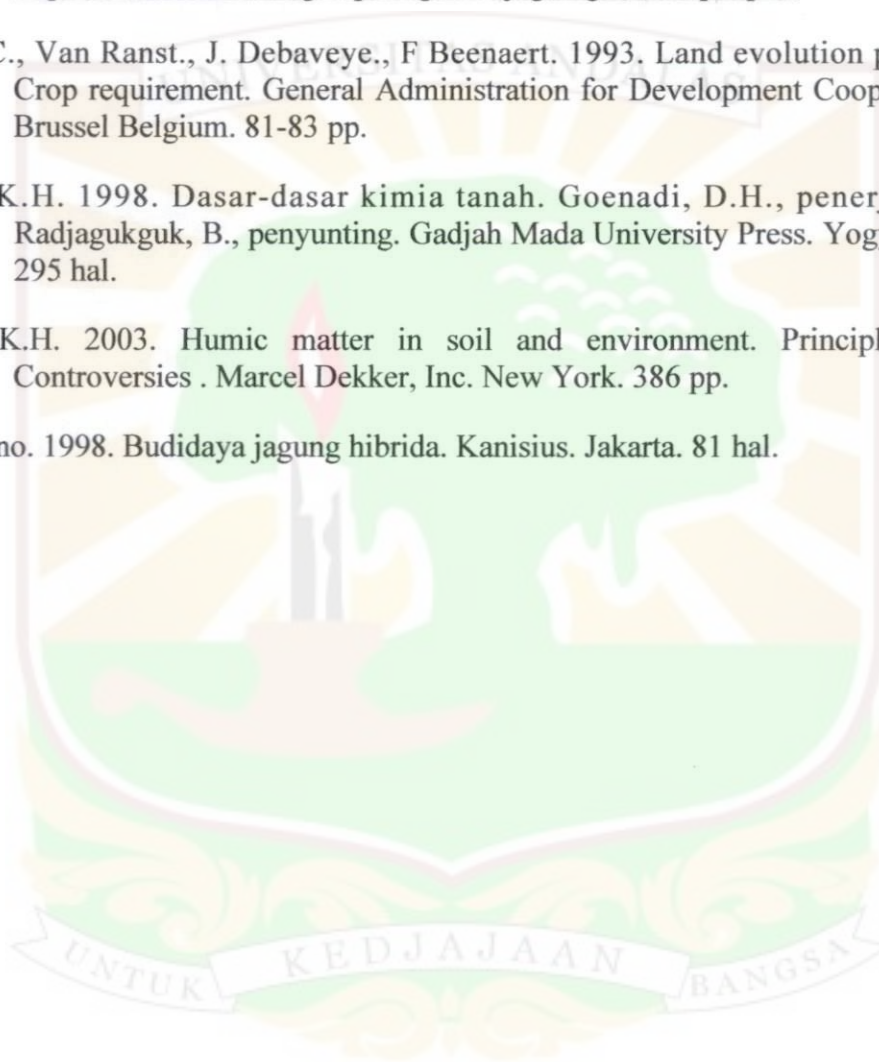


## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. 1980. Dasar-dasar ilmu. tanah. Proyek Peningkatan dan Pengendalian Perguruan Tinggi Universitas Andalas. Padang.
- Ahmad, F. 1988. Effect of clay mineral and clay humic acid complexes on availability and fixation of phosphate. Disertasi Doktor. University of Georgia. 221 pp.
- Ahmad , F. 1989. Retensi fosfat tanah–tanah debu vulkanis gunung Sago. Pusat Penelitian Universitas Andalas. Padang. Hal 9-22.
- Brady, N.C., R.R. Weil. 1999. The nature and properties of soils. Twelfth Edition Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 07458, 881 pp.
- Darmawijaya, I.M. 1990. Klasifikasi Tanah. Dasar-Dasar Teori Bagi Penelitian dan Pelaksana Pertanian di Indonesia. Gajah Mada Unibersity Press. Yogyakarta.412 hal.
- Fadillah, M. 2009. Pengaruh Pemberian Asam Humat dari Ekstraksi Batu Bara Muda (*Subbituminus*) Terhadap Serapan Hara Kedelai (*glycine max L*) Pada Oxisol. Skripsi. 53 hal.
- Fiantis, D. 2004. Morfologi dan klasifikasi tanah. Universitas Andalas. Padang.
- Hakim, N. 1982. Pengaruh pemberian pupuk hijau dan kapur pada Tanah Podzolik Merah Kuning terhadap ketersediaan fosfor dan produksi tanaman jagung (*Zea Mays L*). Disertasi Doktor. Fakultas Pascasarjana, IPB. Bogor. 271 hal.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa., A.M. Lubis., S.G. Nugroho., M.A. Diha; G.B. Hong dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar ilmu tanah. Universitas Lampung. 488 hal.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu tanah. Akademi Persindo. Jakarta. 268 hal.
- Havlin, J., J.D. Beaton, S.L Tisdale, W.L Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizer. An Introduction to Nutrient Management. Sixth Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, 499 p.
- Herviyanti. 2007. Upaya pengendalian keracunan besi (Fe) dengan asam humat dan pengelolaan air untuk meningkatkan produktifitas Ultisol yang barn disawahkan. Disertasi Program Doktor Ilmu-ilmu Pertanian Pemusatan Ilmu Tanah. Padang. 178 hal.
- Huang, P.M. dan M. Schnitzer. 1997. Interaction of soil minerals with natural organics and microbes. SSSA Special Publication Number 17. Soil Science Society of America, Inc. 920 pp.

- Khasawneh, F.E., E.C. Sampel., E.J. Kamprath. 1980. The role of phosphorus in agriculture. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Wisconsin USA.
- Nanda, L.D. 2005. Perbandingan Ketersediaan fosfor (P) dengan pemberian kapur, pupuk kandang, dan silikat serta pengaruhnya terhadap serapan hara P dan produksi tanaman jagung (*Zea mays L*) pada Oxisols. Skripsi Fakultas Pertanian UNAND. Padang
- Nyakpa, M. Y., A. M. Lubis, M. A. Pulung, A. G. Amrah, A. Munawar, G. B. Hong, dan N. Hakim. 1988. Kesuburan tanah. Universitas Lampung. Palembang. 258 hal.
- Prasetyo, B.H., D.A. Suriadikarta, 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah Ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/P3252061.pdf>.
- Radjagukguk, B, 1983. Masalah pengapuran tanah mineral masam Indonesia. Makalah Seminar Pertanian. Dies Natalis UGM ke-34. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Rezki, D. 2007. Ekstraksi Bahan Humat dari Batubara (*Subbituminus*) dengan Menggunakan 10 Jenis Pelarut. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang. 63 hal.
- Rinsema W. T. 1982. Pupuk Dan Cara Pemupukan. Bharata Karya Aksara. Jakarta
- Roni, N. G. K., Soedarmadi, H., Y. Setiadi, 2005. Pertumbuhan dan produksi kudzu tropika (*pueraria phaseoloides benth.*) yang diberi asam humat dan pupuk fosfat. <http://ejournal.unud.ac.id>. [13 Mei 2009].
- Rosmarkam. A dan N. W. Yuwono, 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Santoso, D., Suwarno dan Sri, E.A. 1983. Penuntun Analisa Tanaman. Pusat Penelitian Tanah. Bogor. 47 halaman
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan ciri tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. 591 hal.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry, genesis, composition, reactions. A Wiley-Interscience and Sons New York. 496 pp.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Dalam A. Adimihardja, L.I. Amien, F. Agus, D. Djaenudin (Ed.). Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor. halaman.21-66. <http://124.81.86.181/publikasi/p3252061.pdf> [28 Maret 2009].

- Soegiman, 1982. Ilmu Tanah. Terjemahan dari "The Nature and Properties of Soil" by Buckman and Brady. Bhatara Karya Aksara. Jakarta. 788 hal.
- Suprpto dan H.A.R Marzuki. 2002. Bertanam jagung. Edisi Revisi 2002. Penebar Swadaya. Jakarta. 59 hal.
- Sutedjo, M. M. 1994. Pupuk dan cara pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hal.
- Syafruddin, Faesal, dan M. Akil, 2007. Pengelolaan hara pada tanaman jagung. <http://balitsereal.litbang.deptan.go.id/bjag.ung/satuempat.pdf>.
- Sys, C., Van Ranst., J. Debaveye., F Beenaert. 1993. Land evolution part III, Crop requirement. General Administration for Development Cooperation. Brussel Belgium. 81-83 pp.
- Tan, K.H. 1998. Dasar-dasar kimia tanah. Goenadi, D.H., penerjemah; Radjagukguk, B., penyunting. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 295 hal.
- Tan, K.H. 2003. Humic matter in soil and environment. Principles and Controversies . Marcel Dekker, Inc. New York. 386 pp.
- Warisno. 1998. Budidaya jagung hibrida. Kanisius. Jakarta. 81 hal.



Lampiran 1. Jadwal rencana kegiatan penelitian (Juni - Oktober 2011)

No.	Kegiatan	Juni				Juli				Agustus				September				Oktober		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
1	Persiapan tanah dan bahan humat	X																		
2	Pemberian bahan humat dan inkubasi		X	X	X	X	X	X												
3	Pemberian perlakuan								X											
4	Penanaman dan pemupukan									X										
5	Pemeliharaan									X	X	X	X	X						
6	Analisis laboratorium										X	X	X	X	X					
7	Pengolahan data														X	X	X	X		
8	Pembuatan skripsi																X	X	X	

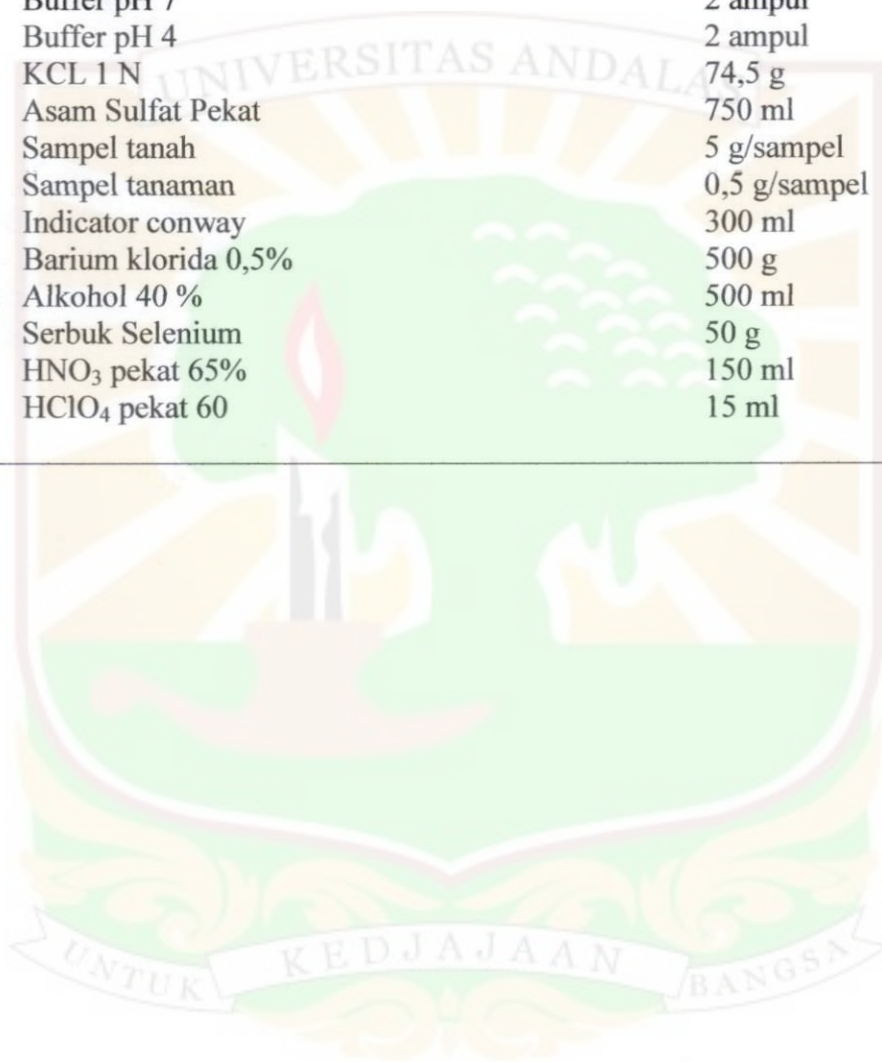
## Lampiran 2. Deskripsi Tanaman Jagung Bima 3 (Depertemen Pertanian)

Golongan	: Hibrida silang tunggal (singel cross)
Umur	: Dalam 50% keluar polen $\pm$ 55 hari 50% keluar rambut $\pm$ 56 hari Masa fisiologi = 100 hari
Tinggi tanaman	: 200 cm
Kerobohan	: Tahan rebah
Tinggi letak tongkol	: $\pm$ 98 cm
Ukuran tongkol	: Besar dan panjang $\pm$ 21 cm
Penutupan kelobot	: Menutup tongkol dengan baik $\pm$ 98%
Jumlah baris biji/tongkol	: 12-14 baris
Warna biji	: Jingga
Tipe biji	: Semi mutiara (semi flint)
Bobot 1000 biji	: $\pm$ 359 gram
Rata-rata hasil	: 8,27 ton/ha pipilan kering
Warna daun	: Hijau
Potensi hasil	: 10,00 ton/ha pipilan kering
Perakaran	: Sangat baik
Jumlah tongkol	: Dua buah
Ketahanan penyakit	: Tolera penyakit bulai
Daerah sebaran	: Beradaptasi baik pada lahan subur-sub optimal. Populasi dapat mencapai 70.000 tanaman/ha (75x20, 1 biji per lubang



### Lampiran 3. Bahan yang digunakan selama penelitian

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Aquadest	60 liter
2	NaOH (teknis)	750 ml
3	Batubara	13,71 Kg
4	Asam borat	180 ml
5	Amonium asetat 1N pH 7	2 liter
6	Asam borat 3%	2 liter
7	Asam sulfat 5%	100 ml
8	Buffer pH 7	2 ampul
9	Buffer pH 4	2 ampul
10	KCL 1 N	74,5 g
11	Asam Sulfat Pekat	750 ml
12	Sampel tanah	5 g/sampel
13	Sampel tanaman	0,5 g/sampel
14	Indicator conway	300 ml
15	Barium klorida 0,5%	500 g
16	Alkohol 40 %	500 ml
17	Serbuk Selenium	50 g
18	HNO <sub>3</sub> pekat 65%	150 ml
19	HClO <sub>4</sub> pekat 60	15 ml



**Lampiran 4. Alat yang digunakan selama penelitian**

No	Alat	Jumlah
1	Mesin Sentifuse	1 unit
2	Oven	1 unit
3	Mesin pengocok	1 unit
4.	Timbangan analitik	1 unit
5.	pH meter	1 unit
6.	Alat destruksi	1 unit
7.	Alat Destilasi	1 unit
8.	Ayakan 63 $\mu\text{m}$	1 buah
9.	Tabung sentrifuse 50 mL	10 buah
10	Labu ukur 100 mL	15 buah
11.	Labu ukur 50 mL	15 buah
12.	Kertas saring`	2 kotak
13.	Kertas tissue	5 gulung
14.	Gelas piala 250 mL	5 buah
14.	Erlenmeyer 250 mL	5 buah
15.	Magnetic stirer	1 unit
16.	Alat titrasi	1 unit
17.	Botol film	15 buah

### Lampiran 6. Perhitungan Pemberian Bahan Humat Sebagai Perlakuan

Banyaknya bahan humat yang dapat diekstrak dari batubara adalah 31,5% yaitu dari 1 Kg batubara didapatkan 315 g bahan humat (Rezki, 2007)

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Untuk } 400 \text{ ppm} &= 2 \times 3 \text{ m} = \frac{6 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 0,8 \text{ T} \\
 &= 0,00048 \text{ T} \\
 &= 0,48 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk } 3 \text{ ulangan} &= 3 \times 0,48 = 1,44 \text{ kg} \\
 &= 1,44 \text{ kg} \times 2 \\
 &= 2,88 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

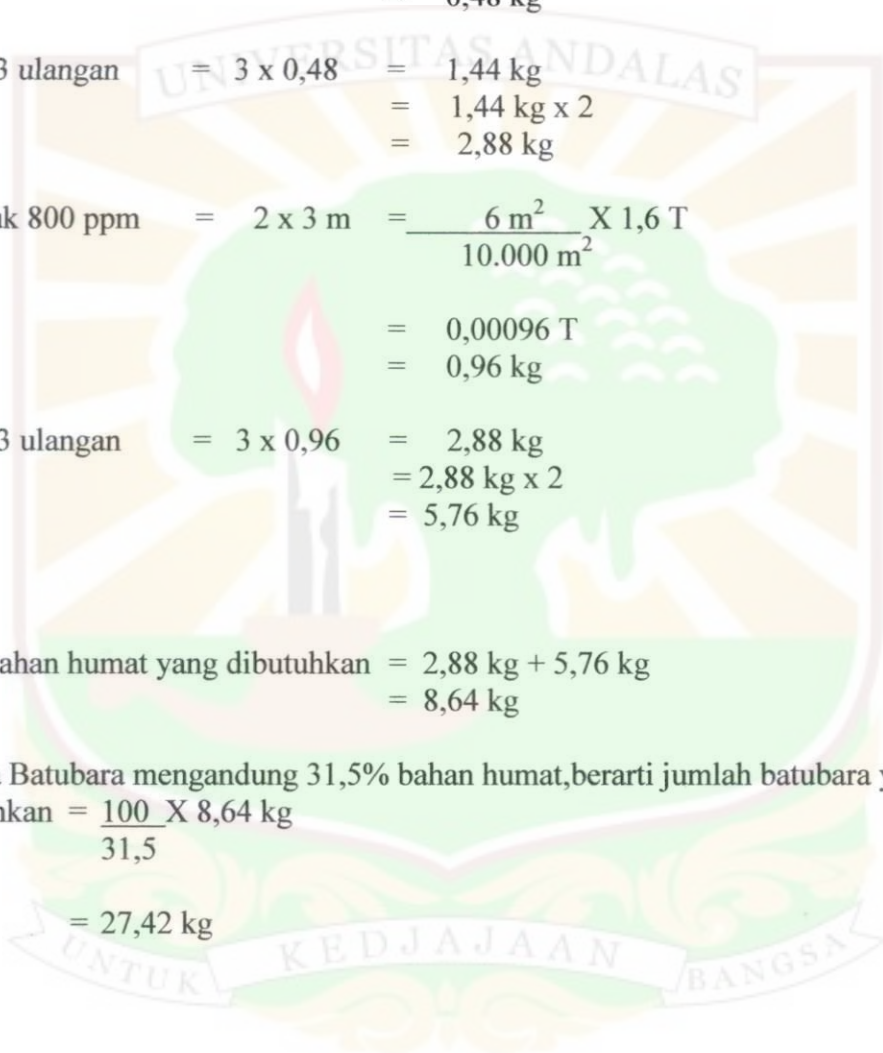
$$\begin{aligned}
 2. \text{ Untuk } 800 \text{ ppm} &= 2 \times 3 \text{ m} = \frac{6 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 1,6 \text{ T} \\
 &= 0,00096 \text{ T} \\
 &= 0,96 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk } 3 \text{ ulangan} &= 3 \times 0,96 = 2,88 \text{ kg} \\
 &= 2,88 \text{ kg} \times 2 \\
 &= 5,76 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total bahan humat yang dibutuhkan} &= 2,88 \text{ kg} + 5,76 \text{ kg} \\
 &= 8,64 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena Batubara mengandung 31,5% bahan humat, berarti jumlah batubara yang dibutuhkan =  $\frac{100}{31,5} \times 8,64 \text{ kg}$

$$= 27,42 \text{ kg}$$



### Lampiran 7. Perhitungan Dosis Pupuk Yang Digunakan Sebagai Perlakuan

$$\begin{aligned} \text{Jarak tanam tanaman jagung} &= 75\text{cm} \times 25\text{cm} \\ &= 1875 \text{ cm}^2 \\ &= 0.1875 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah populasi/ha} &= \frac{10.000 \text{ m}^2}{0.1875 \text{ m}^2} \\ &= 53.333 \text{ batang/ha} \end{aligned}$$

#### 1. Urea

Oleh karena acuan pupuk Urea yang digunakan adalah 300 kg/ha, maka dosis pupuk/ batang adalah :

$$\begin{aligned} \text{Dosis pupuk/ batang} &= \frac{\text{dosis pupuk/ha}}{\text{Jumlah populasi/ha}} \\ &= \frac{300 \text{ kg/ha}}{53.333 \text{ batang/ha}} \\ &= 5,625 \times 10^{-3} \text{ Kg/batang} \\ &= 5,62 \text{ g/batang} \end{aligned}$$

#### 2. KCl

Oleh karena acuan pupuk KCl yang digunakan adalah 250 kg/ha, maka dosis pupuk/ batang adalah :

$$\begin{aligned} \text{Dosis pupuk/ batang} &= \frac{\text{dosis pupuk/ha}}{\text{Jumlah populasi/ha}} \\ &= \frac{250 \text{ Kg/ha}}{53.333 \text{ batang/ha}} \\ &= 4,687 \times 10^{-3} \text{ kg/batang} \\ &= 4,68 \text{ g/batang} \end{aligned}$$

#### 3. TSP

Oleh karena pupuk P digunakan sebagai perlakuan, maka dosis pupuk/batang adalah :

$$\text{a. 100\% rekomendasi} = \frac{100}{100} \times 300 = 300 \text{ kg/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis pupuk/batang} &= \frac{\text{dosis pupuk/ha}}{\text{Jumlah populasi/ha}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \underline{300\text{kg/ha}} \\ 53.333 \text{ batang/ha} \\ &= 5,62 \text{ g/batang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b.75\% rekomendasi} &= \frac{75}{100} \times 300 = 225\text{kg/ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis pupuk/batang} &= \underline{225\text{kg/ha}} \\ 53.333 \text{ batang/ha} \\ &= 4,21 \text{ g/batang} \end{aligned}$$



## Lampiran 8. Prosedur Analisis Tanah Di Laboratorium

### 1. Penetapan pH Tanah (Hakim *et al*, 1984)

#### a. Bahan :

Aquadest, KCl 1N, larutan buffer pH 4 dan 7

#### b. Cara Kerja :

##### 1. pH H<sub>2</sub>O dengan perbandingan 1:1

Tanah sebanyak 10 gr dimasukkan ke tabung film dan ditambahkan 10 ml aquadest. Dikocok 15 menit dengan mesin pengocok, kemudian diamkan sebentar. Setelah itu lakukan pengukuran dengan menggunakan pH meter yang dibakukan dengan larutan penyangga pH 4 dan 7.

##### 2. pH KCl dengan perbandingan 1:1

Tanah sebanyak 10 gr dimasukkan ke tabung film dan ditambahkan 10 ml KCl 1 N. Dikocok 15 menit dengan mesin pengocok, kemudian diamkan sebentar. Setelah itu lakukan pengukuran dengan menggunakan pH meter yang dibakukan dengan larutan penyangga pH 4 dan 7.

### 2. Penetapan Al-dd dengan Metode Volumetri (Hakim *et al*, 1984)

#### a. Bahan

KCl 1N, NaOH 1N, NaF 4%, Aquadest dan indikator phenolphtalein.

#### b. Cara Kerja :

5 gr tanah dimasukkan dalam erlenmeyer 250 ml ditambahkan 50 ml 1N KCl, erlenmeyer ditutup dan dikocok selama 15 menit. Larutan kemudian disaring dan ditampung tabung plastik 150 ml. Ekstrak dipipet sebanyak 25 ml, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml dan ditambahkan 5 tetes indikator pp. larutan dititer dengan 0,1N NaOH sampai timbul warna merah muda, kemudian ditambahkan 1 tetes KCl 0,1N hingga warna merah muda hilang. Kemudian ditambahkan kembali 10 ml NaF 4%, warna merah akan kembali timbul bila tanah tersebut mengandung Al. Kemudian dititer dengan 0,1N HCl sampai warna merah hilang kembali dan catatlah jumlah yang terpakai.

Perhitungan :

$$\text{Al-dd (me/100 g)} = \frac{\text{ml HCl} \times \text{N HCl} \times \frac{50 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times \frac{100 \text{ g}}{5 \text{ g}}}{}$$

### 3. Penetapan N-total Tanah dengan Metode Kjeldahl (Hakim *et al*,1984)

a. Bahan :

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, serbuk Se, larutan 4% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, indicator Conway

b. Cara Kerja :

Tanah sebanyak 0,5 g yang telah dikeringanginkan dan lolos ayakan 250 mikron dimasukkan ke dalam labu kjedahl dan ditambahkan kira-kira 1,8 g katalisator campuran Se, CuSO<sub>4</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1:9), 5 ml asam sulfat pekat. Masukkan 2 buah karborandum. Destruksi contoh tanah tersebut dalam lemari asam dengan api kira-kira 30 menit. Kemudian sedikit demi sedikit dibesarekan sampai mendidih dan dihentikan setelah larutan berwarna putih susu. Setelah dingin tambahkan 40 ml aquadest dan 20 ml NaOH 40%. Hasil destilasi ditampung dengan 15 ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% yang telah diberi 3 tetes indicator Conway. Volume hasil dititer dengan larutan 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai terjadi perubahan warna dari warna hijau ke merah muda. Dengan cara yang sama ditetapkan blanko.

Perhitungan :

$$\%N = \frac{\text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ (contoh - blanko)} \times \text{N H}_2\text{SO}_4 \times 100 \times 14 \times \text{KKA}}{\text{berat tanah (mg)}}$$

### 4. 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 :

Masukkan tanah kering udara sebanyak 1,5 g ke dalam labu Erlenmeyer 50 ml, tambahkan dengan 15 ml larutan P-A dan kocok selama 15 menit kemudian disaring. Pipet hasil saringan sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 5 ml larutan P-B. Kemudian tambahkan pula 5 tetes larutan P-C dan didiamkan selama 15 menit. Kemudian diukur kadar P dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 660µm. Untuk pembakuan dibuat satu

deret baku berkadar 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm P dengan melarutkan 0,2195 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan satu liter larutan Bray II. Pipet berturut-turut 0, 4, 6, 8 dan 10 ml, larutkan 50 ppm P ke labu ukur 100 ml, maka didapatkan larutan baku yang dimaksud. Pipet 5 ml larutan P-B dan larutan P-C dan seterusnya sampai cara untuk penetapan contoh.

Perhitungan :

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

## 5. 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,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, 0,5%  $\text{BaCl}_2$  dan sakarosa baku

b. Cara Kerja :

Larutan sakarosa dibuat dengan menimbang 29,68 g sakarosa yang telah kering tanur, dilarutkan dengan air suling dalam labu ukur 250 ml. lakukan pemipetan berturut-turut 5, 10, 15, 20 dan 25 ml larutan sakarosa baku dan masukkan ke dalam 5 buah labu ukur 100 ml. encerkan hingga 100 ml dengan air suling. Pipet masing-masing larutan yang telah diencerkan tersebut sebanyak 2 ml dan masukkan ke dalam 5 buah Erlenmeyer. Erlenmeyer ini berturut-turut mengandung 5, 10, 15, 20 dan 25 mg. Dilakukan penimbangan tanah kering angin sebanyak 0,59 g kemudian tambahkan 10 ml  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1N dan 20 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  96% tercampur dan biarkan selama 30 menit. Setelah 30 menit ditambahkan 100 ml 0,5%  $\text{BaCl}_2$  hingga asam sulfat mengendap menjadi  $\text{BaSO}_4$ . Didiamkan selama 1 malam hingga jernih dan dipindahkan larutan ke tabung reaksi baru ke kuvet dan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 645  $\mu\text{m}$ . warna kuning menunjukkan kadar C rendah, sedangkan warna hijau sampai biru menunjukkan kadar C tinggi.

Perhitungan :

$$\% C = \frac{\text{mg C kurva}}{\text{mg contoh}} \times 100 \text{ KKA}$$

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

## 6. Penetapan KTK Dengan Metoda Leaching (Hakim, 2003)

Cara kerja :

Sebanyak 2,5 g sampel tanah dimasukkan ke dalam tabung film, kemudian ditambahkan 25 ml  $\text{NH}_4\text{Oac}$  kocok selama 15 menit. Dan didiamkan selama satu malam. Setelah itu disaring dengan menggunakan kertas saring dan lakukan pencucian dengan alkohol hingga volume filtrat mencapai 50 ml. Dikeringkan sampai kering. Setelah kering tanah dan kertas saring dimasukkan kedalam labu kjedhal 100 ml, 50 ml aquadest dan 20 ml  $\text{NaOH}$ , kemudian didestilasi. Hasil destilasi ditampung pada erlemeyer yang berisi 15 ml asam borat dan 3 tetes indikator Conway hingga warna menjadi merah. Destilasi hingga warna merah berubah menjadi hijau. Setelah itu dititrasi dengan 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hingga warna hijau berubah merah kembali.

Perhitungan :  $\text{KTK (me/100g)} = (t-b) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 100/w \times kka$

Dimana : t = ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk mentiter sampel tanah  
 b = ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk mentiter blanko  
 N = Normalitas  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 W = berat sampel tanah

## 7. Penetapan Ca, Mg, K dan Na-dd dengan Metode Pencucian Amonium (Hakim et al,1984)

a. Bahan :

Amonium asetat pH 7 1N

b. Cara Kerja :

Sebanyak 5 g tanah lolos ayakan 2 mm diperkolasikan dengan 1N ammonium asetat 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 yang dilakukan.

Perhitungan :

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

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

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



### Lampiran 9. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah

Sifat Kimia	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C-organik	< 1	1 – 2	2,01 – 3	3,01 – 5	> 5
N- total (%)	< 0,1	0,1–0,2	0,21–0,5	0,51–0,75	> 0,75
Ratio C/N	< 5	5 – 10	11 – 15	16 – 25	> 25
K-dd (me/100 gr)	< 0,1	0,1–0,3	0,4 – 0,5	0,6 – 1	> 1
Na-dd (me/100 gr)	< 0,1	0,1–0,3	0,4-0,7	0,8 – 1	> 1
Ca-dd (me/100 gr)	< 2	2 – 5	6 – 10	11 – 20	> 20
Mg-dd (me/100 gr)	< 0,1	0,4 – 1	1,1 – 2	2,1 – 5	> 5
P-tersedia (Bray II)	4	5 – 14	15 – 29	40 – 60	> 60
Kejenuhan Al	< 10	10 – 20	21 – 30	31 – 60	> 61
KTK	< 5	5 – 16	17 – 29	25 – 40	> 40

Ciri Kimia	Sangat Masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak basa	Basa
pH (H <sub>2</sub> O)	< 4,5	4,5 – 5,5	5,6–6,5	6,6-7,5	7,6 – 8,4	> 8,5

\*) Sumber : LPT Bogor, 1983 *cit* Hardjowigeno, 2003

## Lampiran 10. Prosedur Analisis Tanaman Di Laboratorium

### 1. Pembuatan Ekstrak Tanaman (Pusat Penelitian Tanah Dan Agroklima Bogor, 1998)

Bahan :  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{HClO}_4$

Cara kerja :

Ditimbang 0,5 g sampel tanaman <0,5 mm ke dalam tabung digestion. Ditambah 5 ml  $\text{HNO}_3$  p.a dan 0,5 ml  $\text{HClO}_4$  p.a dan biarkan satu malam. Besoknya dipanaskan dalam digestion blok, ditingkatkan suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 1 jam, kemudian suhu ditingkatkan  $150^\circ\text{C}$ . Setelah uap kuning habis suhu digestion blok ditingkatkan menjadi  $200^\circ\text{C}$ . Destruksi selesai setelah keluar asap putih dan sisa ekstrak kurang lebih 0,5 ml. Tabung diangkat dan dibiarkan dingin. Ekstrak diencerkandengan air bebas ion hingga volume tepat 50 ml dan kocok dengan pengocok hingga tabung homogen.

### 2. Penetapan P Tanaman dengan metoda pengabuan basa.

Bahan : Pereaksi ( $\text{HClO}_4$ ), Asam askorbat 0,1 N

Cara kerja :

Dipipet masing-masing 1 ml ekstrak contoh dan deret standar P kedalam tabung kimia. Tambahkan 9 ml air bebas ion dan kocok (pengenceran 10x). Dipipet masing-masing 2 ml ekstrak encer contoh dan deret standart ke dalam tabung reaksi. Ditambah 10 ml pereaksi pewarna P. Kocok dengan pengocok tabung sampai homogen dan biarkan 30 menit. P dalam larutan diukur dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 263 nm.

$$\text{Perhitungan: \% P} = \frac{A_c - A_b}{A_s} \times \text{ppm standart} \times 0,1 \times \text{KKA}$$

**Lampiran 11. Sidik ragam analisis kimia Ultisol setelah inkubasi dan analisis tanaman jagung.**

**a. Sidik ragam analisis tanah**

1. pH H<sub>2</sub>O

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	0,55804	0,13951	1,48 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	0,027	0,01741	0,185	
sisa	8	0,75212	0,09401		
Total	14	1,34497			

KK = 6,28 %

2. P-tersedia.(ppm)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	65,138	16,2844	2,22 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	33,539	16,7694	2,28	
sisa	8	58,666	7,3333		
Total	14	157,343			

KK = 50.69 %

3. Al-dd.(me/100g)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	4,212	0,19741	3,36 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	0,57838	0,28919	4,92	
sisa	8	0,47001	0,05875		
Total	14	1,83802			

KK = 12.71%

4. N-total.(%)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	0,00664	0,00166	2,12 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	0,00417	0,00208	2,66	
sisa	8	0,00627	0,00078		
Total	14	0,01708			

KK = 11.59 %

5. C-Organik.(%)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	7,323	1,009	5,73 <sup>*</sup>	3,47
kelompok	2	2,113	1,056	0,33	
sisa	8	2,556	3,195		
Total	14	1,009			

KK = 0,19 %

## 6. KTK Tanah.(me/100g)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	108,971	27,2427	1,42 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	2,482	1,2408	0,064	
sisa	8	153,693	19,2116		
Total	14	265,145			

KK = 34,19 %

## 7. Ca- dd (me/100g)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	0,07540	0,01885	1,48 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	0,03788	0,01894	1,484	
sisa	8	0,10205	0,01276		
Total	14	0,21533			

KK = 9,18 %

## 8. Mg-dd (me/100g)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	0,49609	0,12402	1,34 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	0,19416	0,09708	1,051	
sisa	8	0,73865	0,09233		
Total	14	1,42891			

KK = 9,24 %

## 9. K-dd (me/100g)

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	0,01904	0,00476	2,79 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	0,00808	0,00404	2,369	
sisa	8	0,01364	0,00171		
Total	14	0,04076			

KK = 10,71 %

## b. Sidik ragam analisis tanaman

## 1. Serapan P bagia atas tanaman

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	4	0,059	0,014	1,92 <sup>ns</sup>	3,47
kelompok	2	0,01455	0,007	0,95	
sisa	8	0,06	0,0076		
Total	14	0,134			

KK = 12,75 %