

**PENGARUH APLIKASI BEBERAPA PUPUK SULFUR TERHADAP
RESIDU, SERAPAN, SERTA PRODUKSI TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays*) DI MOLLISOLS JONGGOL, BOGOR, JAWA BARAT**

SKRIPSI

Oleh

AYU AISYAH

115040201111221

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2015

**PENGARUH APLIKASI BEBERAPA PUPUK SULFUR TERHADAP
RESIDU, SERAPAN, SERTA PRODUKSI TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays*) DI MOLLISOLS JONGGOL, BOGOR, JAWA BARAT**

Oleh

AYU AISYAH

115040201111221

MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

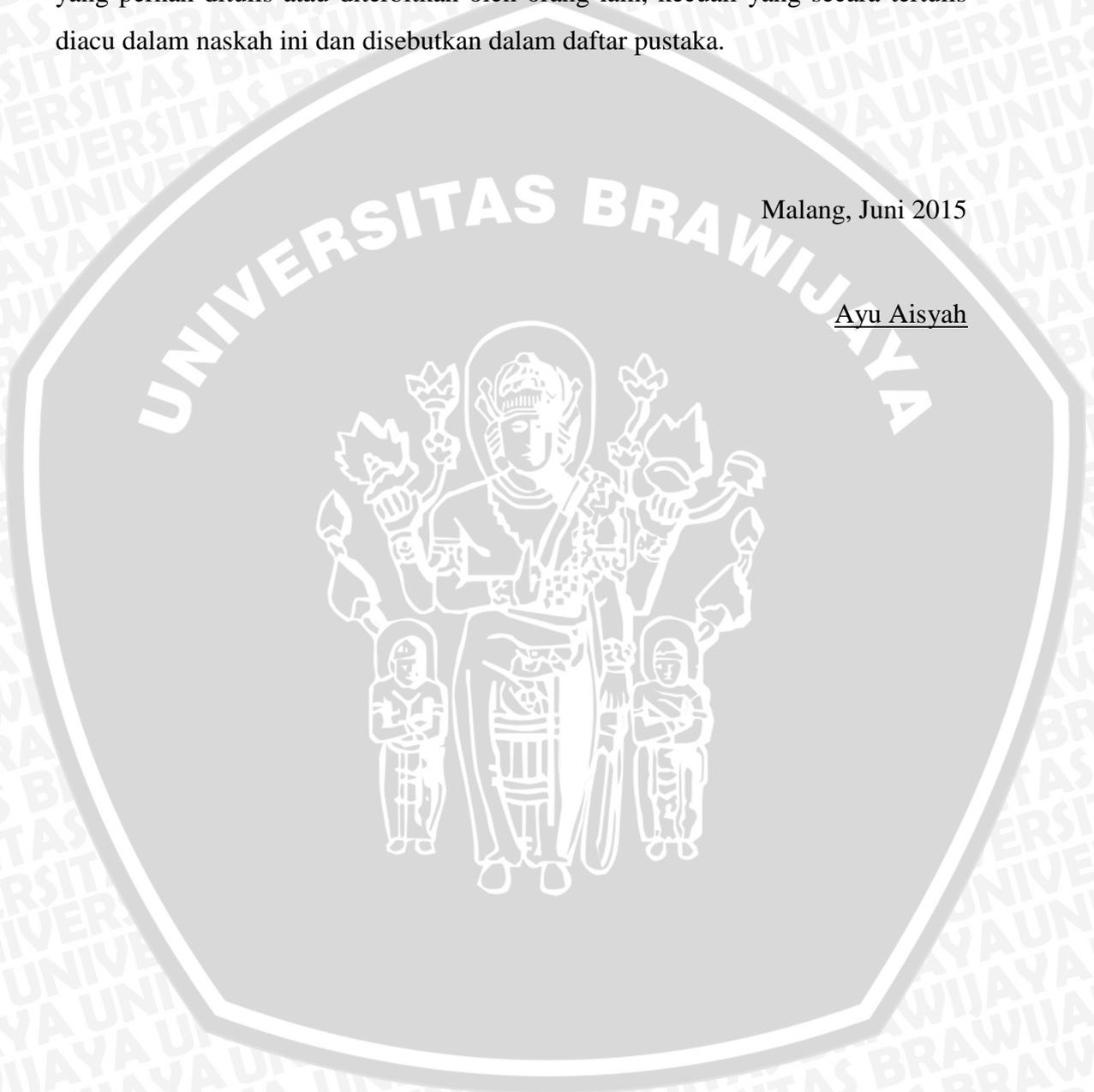
2015

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juni 2015

Ayu Aisyah



LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL:

**PENGARUH APLIKASI BEBERAPA PUPUK SULFUR TERHADAP
RESIDU, SERAPAN, SERTA PRODUKSI TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays*) DI MOLLISOLS JONGGOL, BOGOR, JAWA BARAT**

Oleh:

Nama : Ayu Aisyah
NIM : 115040201111221
Program Studi : Agroekoteknologi
Minat : Manajemen Sumberdaya Lahan

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Retno Suntari, SU
NIP. 195805031983032002

Dr. Ir. I Wayan Suastika, M.Si
NIP. 196108151990031001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 195405011981031006

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua Orang tua serta Kakak dan Adikku tersayang**



RINGKASAN

Ayu Aisyah. 115040201111221. Pengaruh Aplikasi Beberapa Pupuk Sulfur Terhadap Residu, Serapan Serta Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays*) di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat. Di bawah bimbingan Retno Suntari dan I Wayan Suastika

Mollisols merupakan tanah dengan tingkat kesuburan yang baik namun dengan kejenuhan basa dan pH yang tinggi akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara sulfur. Sulfur merupakan unsur makro sekunder yang dibutuhkan tanaman untuk pembentukan dan peningkatan kualitas biji. Secara biokimia sulfur berperan sebagai penyusun asam amino metionin, sistein, dan pembentuk protein dalam tanaman. Pupuk sulfur merupakan solusi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sulfur pada tanaman. Tujuan dari penelitian ini yaitu: (1) mengetahui pengaruh aplikasi beberapa pupuk sulfur yang berbeda terhadap kriteria S dalam tanah dan serapan S pada tanaman jagung di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat. (2) mengetahui korelasi serapan S beberapa pupuk sulfur terhadap produksi tanaman jagung di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat.

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium kimia dan kesuburan tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor pada bulan November 2014 hingga Maret 2015. Variabel pengamatan meliputi residu S, serapan S tanaman, serapan S biji dan produksi jagung berupa bobot kering jagung, bobot biji per tanaman, bobot biji 100 butir, dan jumlah biji per tongkol. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari P0 (kontrol), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% dosis sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% dosis sulfur granul), dan P5 (NPK standar + 150% dosis sulfur granul). Data diuji dengan analisis ragam, dilanjutkan dengan Uji Duncan dan korelasi.

Aplikasi pupuk ZA dengan dosis 60 kg S ha^{-1} menghasilkan residu S tertinggi yaitu 26,58 ppm dan seluruh aplikasi pupuk sulfur menyebabkan perubahan kriteria S di dalam tanah dari kriteria sangat rendah menjadi rendah. Sedangkan aplikasi beberapa pupuk sulfur tidak berbeda nyata terhadap serapan S tanaman dan serapan S biji jagung namun nilai tertinggi terdapat pada aplikasi pupuk sulfur granul dengan dosis 150% S yaitu 3,42 dan 1,76 g tanaman⁻¹. Serapan S tanaman dan serapan S biji tidak berkorelasi terhadap produksi tanaman jagung berupa bobot kering jagung, bobot biji per tanaman, bobot 100 butir, dan jumlah biji tiap tongkol.

SUMMARY

Ayu Aisyah. 115040201111221. Effect of The Application of Some Sulfur Fertilizer on Residu, S-uptake, and Production of Corn (*Zea mays*) in Mollisols Jonggol, Bogor, West Java. Supervised by Retno Suntari and I Wayan Suastika

Mollisols is a soil with good fertility but has a high base saturation and pH thus affects the availability of sulfur. Sulfur is a secondary macro nutrient that plant needs for the establishment and quality improvement of grain. In plant biochemistry, sulfur acts as a constituent of amino acids methionine, cysteine, and forms protein in plant. Sulfur fertilizer is a solution used to meet the needs of sulfur in plant. The purposes of this study were to: (1) determine the effect of different sulfur fertilizers on criteria of S in the soil and S uptake of corn in Mollisols Jonggol, Bogor, West Java. (2) understand the correlation between S uptake from some sulfur fertilizer and corn production in Mollisols Jonggol, Bogor, West Java.

The research was conducted in the glasshouse and Soil Chemistry Laboratory of Balai Penelitian Tanah, Bogor from November 2014 until March 2015. Variabels used in the observation including S residue, S uptake by plant and grains, and corn production (dry weight of corn, grain weight per plant, weight of 100 grains, and number of grain per cob). The study used completely randomized design (CRD) with 6 treatments and 3 replications. The treatments including P0 (control), P1 (NPK standard + 100% dose of ZA), P2 (NPK standard + 100% dose of elemental sulfur), P3 (NPK standard + 50% dose of granulated sulfur), P4 (NPK standard + 100% dose of granulated sulfur), and P5 (NPK standard + 150% dose of granulated sulfur). Data were tested by analysis of variance then followed by Duncan and corellation test.

ZA fertilizer application at a dose of 60 kg S ha⁻¹ resulted in the highest S residue 26.58 ppm and all application of sulfur fertilizer changed the criteria of S in the soil from very low to low. Some sulfur application were not significant to S-uptake by plant and grain but the highest value contained in the application of granulated sulfur at a dose of 150% S, respectively 3.42 and 1.76 g plant⁻¹. S uptake by plant and grain was not correlated to the production of corn in the form of dry weight of corn, grain weight per plant, weight of 100 grains, and the number of grain per cob.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Aplikasi Beberapa Pupuk Sulfur Terhadap Residu, Serapan Serta Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays*) di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Dengan segala rasa syukur dan hormat, penulis menyampaikan terima kasih kepada.

1. Dr. Ir. Retno Suntari, SU., selaku pembimbing utama telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
2. Dr. Ir. I Wayan Suastika, M.Si., selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penelitian di Balai Penelitian Tanah, Bogor dan selama proses penyusunan skripsi.
3. Dr. Ir. Wiratno, M.Env. MGT., selaku Kepala Balai Penelitian Tanah, Bogor yang telah memberikan izin dan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian.
4. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU., selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
5. Tia Rostaman, S.Si., Edi Soemantri dan seluruh staf Balai Penelitian Tanah, Bogor yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.
6. Ibu, Ayah, Adik Ali, Kakak Ayi, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan material maupun moral, doa dan kasih sayangnya.
7. Seluruh teman dari MSDL 2011, FP UB, serta semua pihak yang turut membantu dan memberi semangat dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan berikutnya.

Malang, Juni 2015

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bogor pada 16 Oktober 1992, anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Asy'ari dan Ibu Isroiyyah. Penulis memulai pendidikan dasar di SD Negeri Cibuluh 1 Bogor pada tahun 1999 sampai tahun 2005, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 5 Bogor pada tahun 2005 dan selesai pada tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai tahun 2011 penulis melanjutkan sekolah di SMA Negeri 7 Bogor. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN undangan. Selanjutnya penulis tercatat sebagai mahasiswa Jurusan Tanah pada tahun penjurusan 2013.

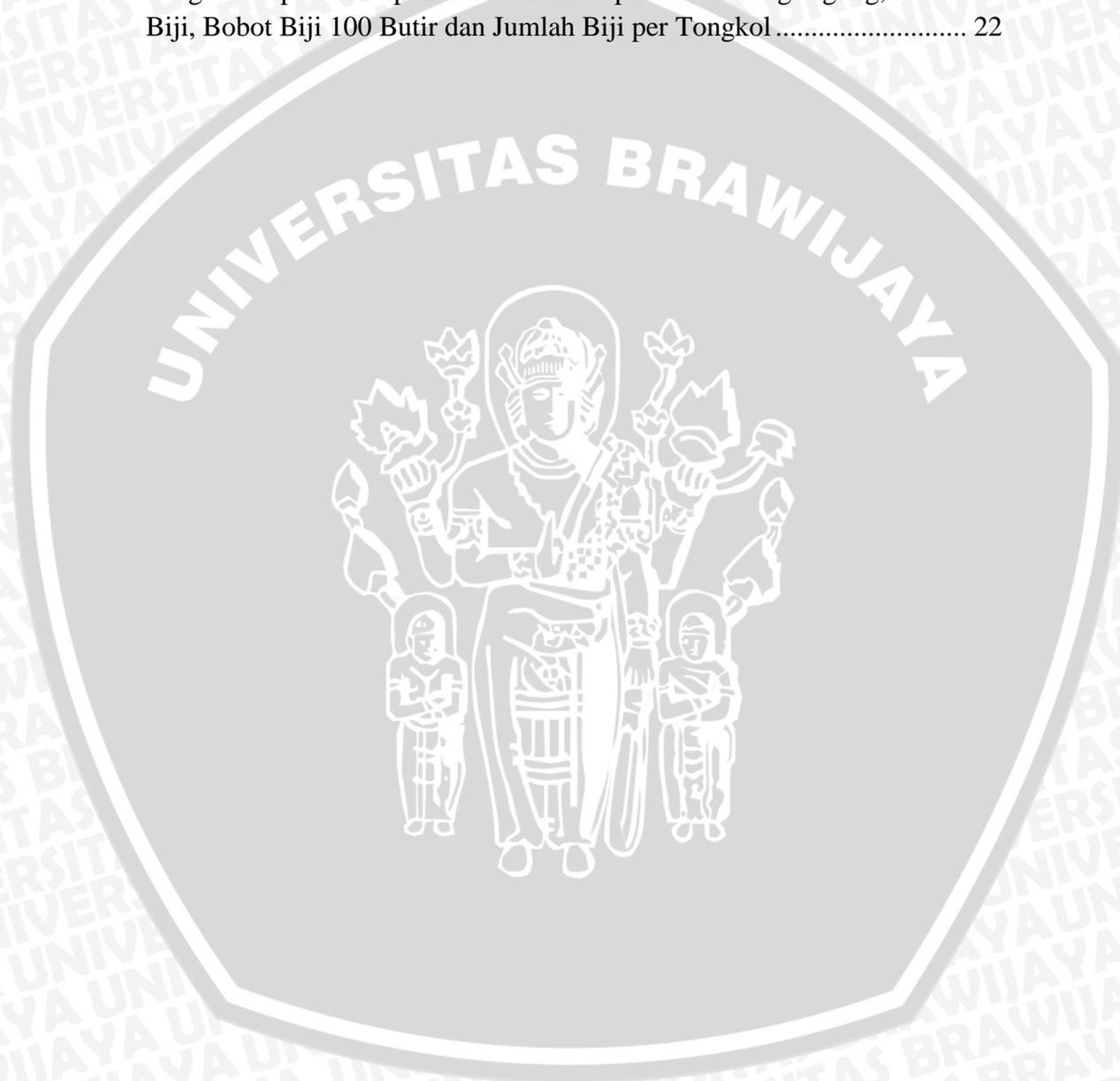
Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah aktif dalam kepanitiaan Inagurasi 2011 serta menjadi asisten mata kuliah Dasar Ilmu Tanah (2012/2013 hingga 2013/2014), Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (2013/2014) dan Manajemen Agroekosistem (2013/2014). Pada tahun 2014, penulis melakukan kegiatan magang kerja di Balai Penelitian Tanah (Balittanah), Bogor.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Hipotesis	3
1.4. Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Mollisols	5
2.2. Sulfur	6
2.3. Pupuk Sulfur	8
2.4. Sulfur Pada Tanaman Jagung	10
III. METODE PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	13
3.3. Metode Penelitian	14
3.4. Pelaksanaan Penelitian	14
3.5. Analisis Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Pengaruh Pupuk Sulfur Terhadap Sifat Kimia Tanah	17
4.2. Pengaruh Pupuk Sulfur Terhadap Produksi Jagung	21
4.3. Pengaruh Pupuk Sulfur Terhadap Serapan S Tanaman, Serapan S Biji dan Bobot Akar Tanaman Jagung	24
4.4. Korelasi Antar Parameter Pengamatan	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34

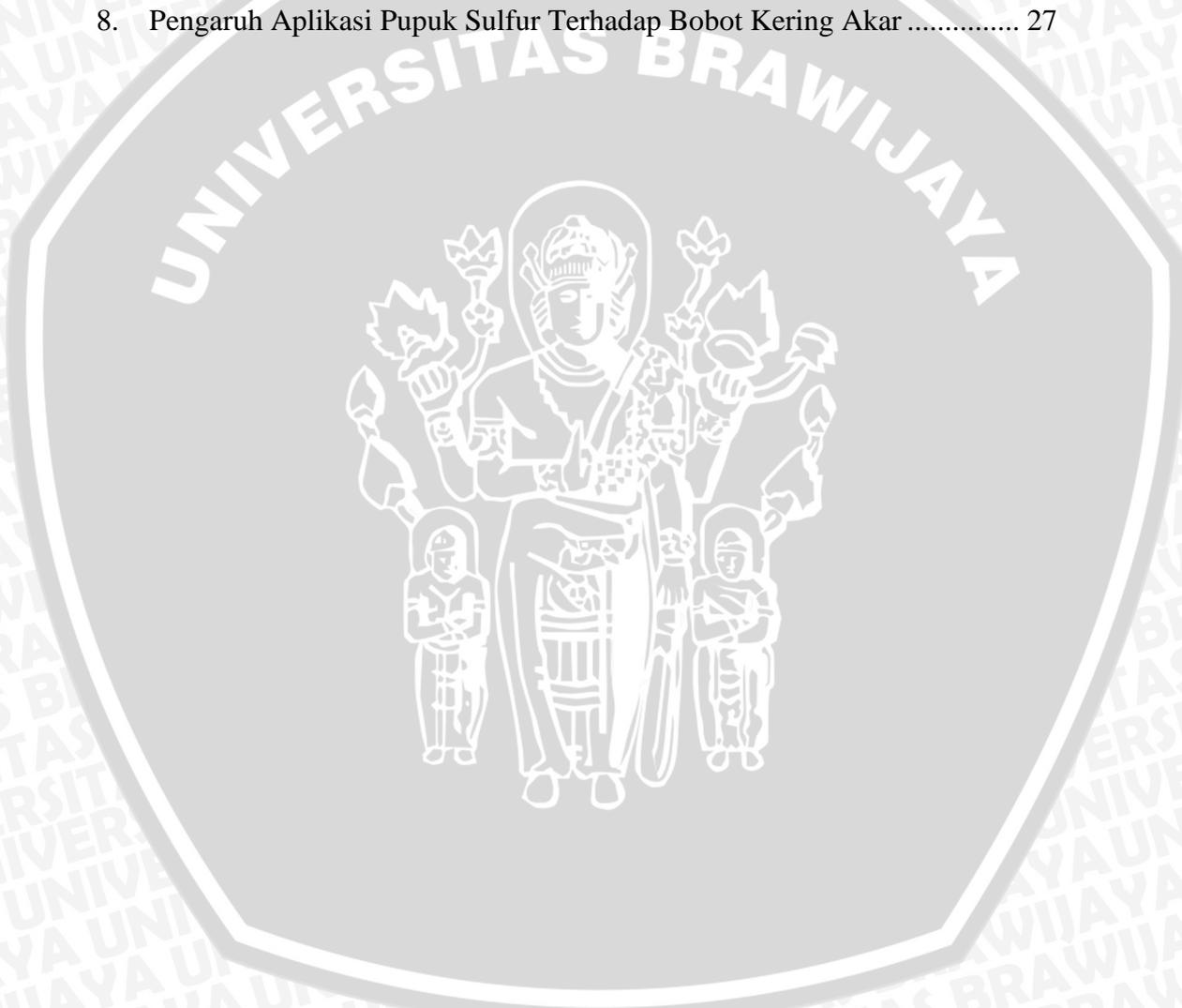
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kombinasi Pemupukan Pada Tanaman Jagung.....	14
2.	Parameter Pengamatan	16
3.	Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Residu S di Tanah.....	20
4.	Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Bobot Kering Jagung, Bobot Biji, Bobot Biji 100 Butir dan Jumlah Biji per Tongkol.....	22



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Siklus Sulfur	7
3.	Siklus Transformasi Sulfur oleh <i>Thiobacillus</i> sp.	9
4.	Pengaruh Aplikasi Beberapa Pupuk Sulfur Terhadap pH Tanah	18
5.	Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap C-organik Tanah.....	20
6.	Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Serapan S Tanaman Jagung..	25
7.	Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Serapan S Biji Jagung.....	26
8.	Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Bobot Kering Akar	27



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Analisis Dasar Tanah	35
2.	Klasifikasi Tanah di Daerah Penelitian	36
3.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Dasar Tanaman Jagung	37
4.	Perhitungan Kebutuhan urea dan ZA Pada Perlakuan P1	37
5.	Perhitungan Pupuk Sulfur Bubuk dan Sulfur Granul	39
6.	Deskripsi Jagung Varietas DK 95	40
7.	Denah Perlakuan.....	41
8.	Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Variabel Pengamatan.....	42
9.	Pengaruh Aplikasi Sulfur Terhadap Peningkatan Produksi dan Serapan Tanaman	46
10.	Data Pertumbuhan Tanaman Jagung.....	47
11.	Matriks Korelasi Antara Variabel Pengamatan.....	48
12.	Dokumentasi Penelitian.....	49



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mollisols merupakan tanah dengan tingkat kesuburan yang baik. Tanah ini dicirikan dengan adanya epipedon mollik dan kejenuhan basa lebih dari 50%. Di Indonesia, Mollisols terdapat pada daerah kapur sehingga kaya akan kation-kation basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan K^+ . Menurut Sutaatmadja (2005) Mollisols Jonggol merupakan tanah dengan kejenuhan basa sangat tinggi (>90%), KTK sangat tinggi (45,43 me 100 g^{-1}), reaksi tanah alkali (pH 6,5), serta kandungan basa-basa seperti Ca sangat tinggi (40,88 me 100 g^{-1}), Mg tinggi (3,22 me 100 g^{-1}), Na sedang (0,70 me 100 g^{-1}) dan K rendah (0,14 me 100 g^{-1}). Kandungan basa yang tinggi pada Mollisols berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara lain yang juga dibutuhkan oleh tanaman. Danapriatna (2008) menjelaskan bahwa tingginya kandungan Ca^{2+} pada tanah dapat mengurangi kelarutan SO_4^{2-} . Oleh karena itu pada tanah-tanah dengan pH tinggi atau tanah yang dikapur secara berlebihan akan mengalami kekurangan sulfur.

Sulfur merupakan salah satu hara makro esensial tanaman yang berkontribusi terhadap peningkatan hasil tanaman yaitu dengan memberikan hara secara langsung, memberikan hara secara tidak langsung sebagai bahan perbaikan tanah terutama tanah dengan pH tinggi dan meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara esensial lainnya terutama nitrogen dan fosfor (Danapriatna, 2008). Kandungan sulfur pada lahan pertanian di daerah humid dan semi humid sekitar 100 hingga 500 mg kg^{-1} atau 0,01 hingga 0,05% S, sedangkan pada tanah di daerah tropis kandungan S rendah dikarenakan rendahnya kandungan bahan organik (Stevenson dan Cole, 1999). Secara biokimia sulfur berperan sebagai penyusun asam amino sistein, metionin, pembentuk struktur protein dan klorofil dalam tanaman.

Pupuk sulfur merupakan solusi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sulfur pada tanaman. Aplikasi pupuk NPK-Mg-Na- SO_3 dengan dosis 198,40 kg ha^{-1} pada tanaman jagung menghasilkan kandungan klorofil sebesar 56,20 unit SPAD (*soil and plant analysis development*) dan lebih tinggi dari aplikasi pupuk NPK saja yang hanya 41,41 unit SPAD (Camen, Sulaman, Suci, Popescu, Schmidt, Gaspar, Horablaga, Viliga, Beinsan, Babau, Yvin, and Velicevici.,

2013). Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan klorofil pada tanaman dipengaruhi oleh sulfur. Hasil penelitian Jaliya, Chiezey, Tanimu, Odunze, Othman, Babaji, Sani, dan Mani (2012) menunjukkan bahwa aplikasi nitrogen pada semua dosis (0, 60, 120 dan 160 kg N ha⁻¹) dengan penambahan 5 kg S ha⁻¹ dari *potassium sulfate* berpengaruh secara signifikan terhadap N-total tanah di Guinea Savanna Ecology, yaitu meningkatkan N-total tanah hingga 0,47% atau meningkat sebesar 0,04% dibandingkan dengan kontrol. Dosis optimum sulfur pada tanaman gandum di tanah Typic Hapludolls dengan pH 7,5 adalah sebesar 60 kg S ha⁻¹ yang berasal dari gypsum dan sulfert (*microinoized S*). Dosis tersebut mampu meningkatkan kandungan protein pada hasil biji gandum sebesar 601 kg ha⁻¹ (Pandey, Singh, Kumar, Devi, dan Kumar., 2014).

Tanaman jagung digunakan sebagai tanaman indikator karena cukup responsif terhadap defisiensi maupun kelebihan unsur hara. Selain itu tanaman jagung merupakan salah satu dari 3 komoditas sereal terpenting di dunia. Di Indonesia, jagung menempati posisi kedua terbesar dalam produksi tanaman sereal setelah padi dengan produktivitas mencapai 17.629.000 ton (FAO, 2014). Produksi tanaman jagung di Timisaora, Romania dengan aplikasi pupuk majemuk NPK-Mg-Na-SO₃ lebih tinggi (5,04 t ha⁻¹) dibandingkan dengan kontrol tanpa ada aplikasi sulfur (4,35 t ha⁻¹) (Camen *et al.*, 2013).

Oleh karena itu dalam penelitian ini diharapkan dengan aplikasi beberapa pupuk sulfur dapat diketahui pupuk yang lebih efisien untuk mengubah kriteria S dalam tanah, meningkatkan serapan S serta pengaruhnya terhadap produksi tanaman jagung di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh aplikasi beberapa pupuk sulfur yang berbeda terhadap kriteria S dalam tanah dan serapan S pada tanaman jagung di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat
2. Mengetahui korelasi serapan S beberapa pupuk sulfur terhadap produksi tanaman jagung di Mollisols Jonggol, Bogor Jawa Barat

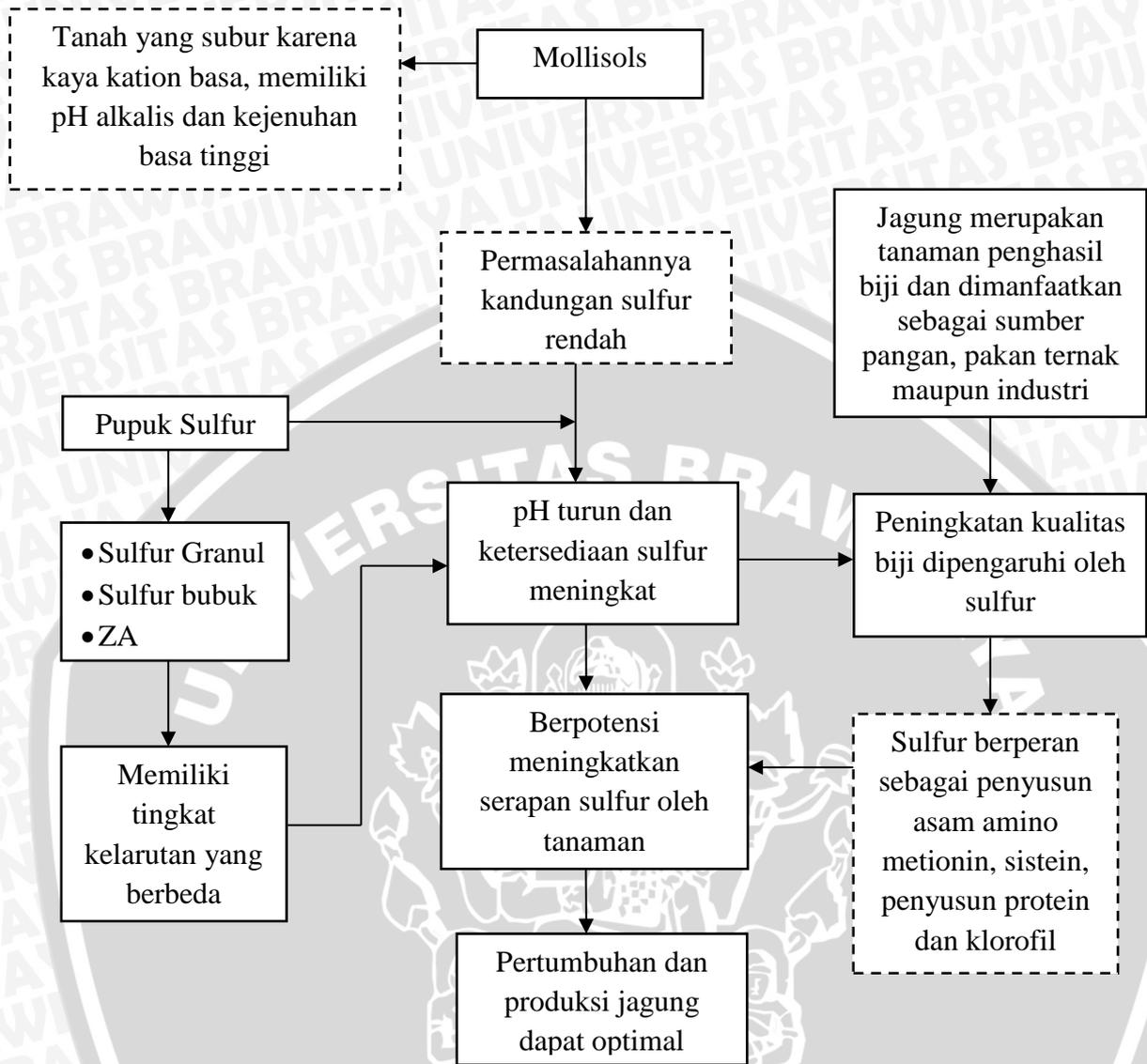
1.3. Hipotesis

2. Aplikasi sulfur dari pupuk ZA dapat meningkatkan kriteria S dalam tanah dan meningkatkan serapan S pada tanaman jagung di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat.
3. Serapan S dari beberapa pupuk sulfur berkorelasi terhadap produksi tanaman jagung di Mollisols Jonggol, Bogor, Jawa Barat.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi kepada petani mengenai penggunaan pupuk sulfur yang lebih efisien untuk meningkatkan produksi tanaman jagung pada tanah dengan pH alkalis.





Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mollisols

Menurut Munir (1996) Mollisols merupakan tanah yang subur dengan sedikit pencucian sehingga kejenuhan basa tinggi, umumnya bersifat gembur dan tidak keras walaupun kering. Mollisols umumnya ditemukan di daerah dengan iklim kering fluktuasi suhu yang tegas dan bahan induk batuan kapur serta sangat dipengaruhi oleh vegetasi padang rumput. Warna dari Mollisols cenderung gelap dikarenakan proses melanisasi yang merupakan percampuran mineral dan bahan organik. Menurut Hardjowigeno (2003) melanisasi merupakan proses penting dalam pembentukan Mollisols yaitu penambahan serta percampuran antara mineral dan bahan organik sehingga menimbulkan warna gelap. Proses ini merupakan kumpulan beberapa proses antara lain: prolifirasi akar-akar rumput, pelapukan bahan organik di dalam tanah, percampuran bahan organik dan bahan mineral tanah karena kegiatan organisme, eluviasi dan iluviasi koloid organik serta beberapa koloid mineral serta pembentukan senyawa ligno protein yang resisten sehingga warna tanah menjadi hitam meskipun telah lama diusahakan untuk pertanian.

Mollisols merupakan tanah dengan epipedon mollik serta memiliki kejenuhan basa (KB) lebih dari 50% (Hardjowigeno, 2003). Sifat kimia Mollisols relatif baik dengan pH netral sampai alkalis (5,7 - 9,0), total garam dapat terlarut 0,006 - 0,093; basa dapat ditukar seperti Ca (3,62 - 12,51 cmol kg⁻¹), Mg (0,71 - 22,71 cmol kg⁻¹), K (0,05 - 2,38 cmol kg⁻¹), Na (0,03 - 12,51 cmol kg⁻¹), KTK 10,34 - 69,45 mg 100 g⁻¹, KB 32 - 100% dan C-organik 0,1 - 3,6% (Munir, 1996). Hasil penelitian Pandey *et al.* (2014) didapatkan peningkatan kandungan protein pada hasil tanaman gandum dengan aplikasi pupuk sulfur hingga dosis maksimal 60 kg S ha⁻¹ pada Typic Hapludolls.

Contoh tanah penelitian adalah Mollisols dari Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor, Jawa Barat yang diambil dari lahan tegalan yang sedang diberakan. Menurut Sutaatmaja (2005) Mollisols di daerah Jonggol ini merupakan sub grup Lithic Hapludolls (Lampiran 2). Mollisols Jonggol memiliki tekstur pasir 42%, debu 36%, liat 22% sehingga termasuk tekstur lempung atau *loam* serta memiliki pH 7,8, KB >100%, KTK 19,44 cmol kg⁻¹, kandungan Ca sangat tinggi

(30,13 cmol kg⁻¹), Mg sedang (1,17 cmol kg⁻¹), K rendah (0,10 cmol kg⁻¹), Na rendah (0,10 cmol kg⁻¹) serta S sangat rendah (0,01%) (Lampiran 1). Hal ini sesuai dengan Danapriatna (2008) yang menjelaskan bahwa Ca²⁺ dapat mengikat SO₄²⁻ dan mengubahnya menjadi bentuk CaSO₄ sehingga mengurangi kelarutan SO₄²⁻, oleh karena itu pada tanah dengan pH tinggi atau tanah yg dikapur secara berlebihan akan mengalami kekurangan sulfur.

Penelitian yang dilakukan pada 3 sub ordo Mollisols didapatkan bahwa aplikasi pupuk kandang dan sisa tanaman pada Udic Haploboroll memiliki S-total tertinggi dibandingkan dengan sampel tanah lain yaitu sebesar 589 mg kg⁻¹ (0,059 %) pada aplikasi pupuk kandang dan 563 mg kg⁻¹ (0,056 %) pada aplikasi sisa tanaman. S-total ini terdiri dari *soluble-S*, *organic-S* and *residual-S* (Boye, Eriksen, Nilsson, dan Mattsson., 2010). Bahan organik tanah berperan penting dalam kandungan S di dalam tanah. Peningkatan kandungan S akan diimbangi dengan penurunan bahan organik tanah seperti pada penelitian Kim, Kaiser, dan Lamb (2013) tanah dengan kandungan bahan organik tanah 0 - 20 g kg⁻¹ memiliki kandungan S sebesar 0,7 g kg⁻¹ sedangkan pada bahan organik tanah >40 g kg⁻¹ memiliki kandungan S sebesar 0,3 g kg⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa sumber S dalam tanah berasal dari proses mineralisasi bahan organik tanah.

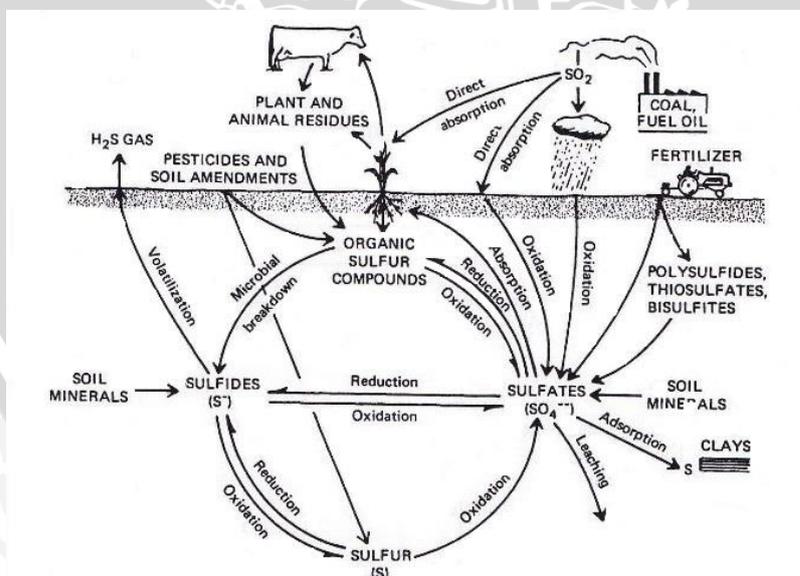
Aplikasi dosis sulfur yang berbeda di Mandya, Bangalore berpengaruh secara signifikan terhadap ketersediaan S. Penggunaan S pada dosis 60 kg S ha⁻¹ memiliki ketersediaan S tertinggi yaitu sebesar 10,40 kg ha⁻¹. Selanjutnya aplikasi beberapa macam pupuk sulfur dan dosis yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah dan ketersediaan nitrogen (Lakshmi, Prakash, dan Sudhir., 2010).

2.2. Sulfur

Sulfur (S) merupakan senyawa yang tersebar luas di alam serta dibutuhkan oleh tanaman dan hewan. Terdapat tiga tipe senyawa sulfur di dalam tanah yaitu: *soluble-S*, *organic-S* and *residual-S*. Sebagian besar S organik di dalam tanah berasal dari sisa-sisa tanaman dan bahan organik tanah yaitu mencapai 98% dari total S yang terkandung di dalam tanah. Dari seluruh total S yang ada di dalam tanah, hanya sedikit ditemukan sebagai senyawa anorganik S dan sulfat merupakan senyawa S anorganik yang banyak terdapat di dalam tanah serta

bersifat aktif dan dapat diserap oleh tanaman (Mikkelsen dan Norton, 2013). Total S dalam tanah bervariasi mulai dari sangat sedikit sampai dengan $1000 \text{ mg S kg}^{-1}$ tanah (0,1%), nilai yang lebih tinggi dapat ditemukan pada tanah-tanah bermasalah seperti tanah salin dan tanah sulfat masam (Danapriatna, 2008). Kandungan sulfur pada lahan pertanian di daerah humid dan semi humid sekitar 100 hingga 500 mg kg^{-1} atau 0,01 hingga 0,05% S sedangkan pada tanah di daerah tropis kandungan S rendah dikarenakan rendahnya kandungan bahan organik (Stevenson dan Cole, 1999).

Selanjutnya meskipun sulfat merupakan bentuk tersedia bagi tanaman namun sifatnya *mobile* dan mudah tercuci sehingga mudah hilang dari dalam tanah. Di daerah tropika basah seperti Indonesia sulfat mudah hilang dari tanah melalui berbagai cara, yaitu terangkut oleh tanaman dan organisme tanah, tererosi, dan tercuci. Menurut Stevenson dan Cole (1999) penurunan kandungan S di dalam tanah disebabkan oleh serapan tanaman ($10\text{-}50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$), terangkut oleh hasil panen ($5\text{-}20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$), terangkut oleh produksi ternak ($0\text{-}5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$), *leaching* ($0\text{-}50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$), dan volatilisasi S menjadi H_2S (dengan nilai yang belum diketahui). Siklus ketersediaan dan kehilangan sulfur disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Siklus Sulfur (Stevenson and Cole, 1999)

Penelitian pada Andic Dystrudepts didapatkan S-total tanah mencapai $820 - 1.270 \text{ mg S ha}^{-1}$. Fraksi S yang dominan di dalam tanah adalah S organik yaitu

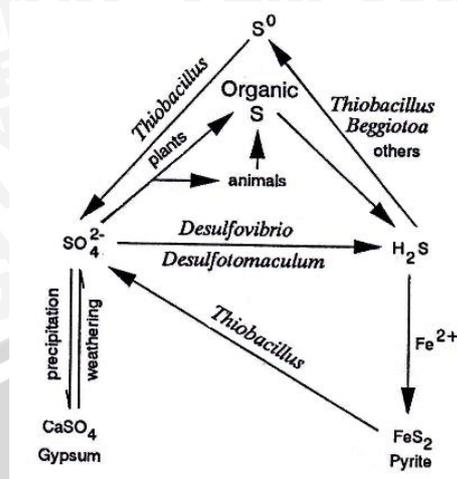
mencapai 803 – 1.190 mg S ha⁻¹. Kandungan S-sulfat yang tidak tersedia mencapai 301 – 769 mg S ha⁻¹ dan hampir setara dengan kandungan C yang terikat dengan S yaitu mencapai 426 – 502 mg C ha⁻¹. Sedangkan S tersedia yang dapat diserap oleh tanaman hanya 17 – 79 mg S ha⁻¹ (Tanikawa, Noguchi, Nakanishi, Shigenaga, Nagakura, Sakai, Akama, dan Takahashi., 2014). Proses mineralisasi S di dalam tanah mencapai 2,8% hingga 10,7% dari total S, dengan rata-rata proses mineralisasi mencapai 7,1% dari total S pada inkubasi selama 168 hari dengan suhu 20⁰ C (Gharmakher, Mchet, Beaudoin, dan Recous., 2009).

2.3. Pupuk Sulfur

Esensialitas sulfur bagi tanaman menyebabkan meningkatnya kebutuhan pupuk yang mampu menambah ketersediaan S di dalam tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Berikut beberapa pupuk yang mengandung sulfur.

a. Elemental Sulfur (99% S)

Sulfur ini bersifat tidak larut dan membutuhkan mikroba untuk mengoksidasi menjadi bentuk sulfat agar dapat diserap oleh tanaman. Mineralisasi S dilakukan oleh berbagai mikroorganisme tanah salah satunya dari genus *Thiobacilli* (*Acidithiobacillus*) (Gambar 3). Proses mineralisasi ini akan berlangsung lebih cepat apabila kondisi lingkungan sesuai untuk pertumbuhan mikroba. Menurut Stevenson dan Cole (1999) proses mineralisasi akan rendah pada suhu 10⁰ C tetapi meningkat dengan meningkatnya suhu antara 20 hingga 40⁰ C dan terjadi penurunan setelah suhu tersebut, kelembaban optimum untuk proses mineralisasi adalah 60% dari kapasitas maksimal memegang air, dan mineralisasi biasanya paling cepat terjadi antara pH 5,5 hingga 7,5 dan menjadi lebih rendah diluar nilai pH tersebut kondisi tersebut juga merupakan kondisi lingkungan untuk pertumbuhan mikroba. Elemental S juga digunakan sebagai sumber asam untuk menurunkan pH tanah dan air, selain itu Mikkelsen dan Norton (2013) menyatakan bahwa 1 ton elemental S dapat menetralsir 3 ton batu kapur.



Gambar 3. Siklus Transformasi Sulfur oleh *Thiobacillus* sp. (Stevenson dan Cole, 1999)

Hasil penelitian Li, Lin, dan Zhou (2005) menunjukkan bahwa tingkat oksidasi S^0 (elemental sulfur) tidak berkorelasi secara signifikan terhadap beberapa jenis tanah yang digunakan, tetapi tingkat oksidasi S^0 berkorelasi secara signifikan pada tanah dengan pH alkalis. Tingkat oksidasi S^0 tersebut mencapai $25 \mu\text{g cm}^{-2} \text{ hari}^{-1}$ yaitu pada tanah Calcaric Cambisol dengan tekstur lempung dan pH 8,6. S^0 yang pertama diaplikasikan dapat meningkatkan oksidasi hingga 223% dibandingkan dengan kontrol pada tanah Calcaric Cambisol, namun aplikasi kedua tidak berpengaruh secara nyata terhadap nilai oksidasi S^0 . Aplikasi *bentonite elemental sulphur* menghasilkan tongkol jagung terpanjang (25,34 cm) dan bobot biji 100 butir tertinggi (31,79 g) dibandingkan aplikasi gypsum dan *single super phosphate* (Lakshmi *et al.*, 2010).

b. Sulfur Granul (90% S)

Menurut Mikkelsen dan Norton (2013) sulfur granul dibuat dengan cara mencampurkan S cair dengan sekitar 10% *bentonite* untuk membentuk pelet. Pembentukan pelet ini bertujuan untuk mempermudah aplikasi pupuk S pada tanah. Ketika sulfur granul diaplikasikan ke tanah, maka dalam kondisi basah *bentonite* tersebut akan mengembang sehingga sulfur menjadi ukuran yang lebih kecil dengan luas permukaan reaktif yang sangat besar.

Hasil penelitian Li *et al.* (2005) juga menunjukkan bahwa aplikasi sulfur granul pada Calcaric Cambisol dengan pH 8,6 dapat meningkatkan oksidasi S hingga 184% dibandingkan dengan kontrol. Sulfur granul yang diaplikasikan pada

tanah Typic Hapludolls juga berpengaruh secara signifikan meningkatkan kandungan karbohidrat pada biji gandum sebesar 70% dan lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi gypsum yang hanya meningkatkan 69% (Pandey *et al.*, 2014).

b. Ammonium Sulfat (24% S)

Ammonium sulfat merupakan pupuk yang biasa digunakan untuk memenuhi kebutuhan N dan S tanaman, selain itu pupuk ini bersifat sangat larut dan akan terjadi proses pengasaman selama nitrifikasi amonium apabila diaplikasikan pada tanah (Mikkelsen dan Norton, 2013). Di Indonesia ammonium sulfat dikenal sebagai pupuk ZA dengan kandungan 21% N dan 24% S. Hasil penelitian Rehm (2005) didapatkan bahwa serapan S tanaman jagung dari semua lokasi penelitian dengan menggunakan *ammonium sulfate* secara signifikan meningkatkan serapan S dibandingkan dengan aplikasi menggunakan *ammonium thiosulfate*, peningkatan tersebut bervariasi mulai dari 10% di lokasi satu hingga 30-40% pada lokasi lain.

Namun hasil penelitian Kovar dan Karlen (2010) yang dilakukan selama 3 tahun di Typic Haploquolls didapatkan bahwa terjadi penurunan serapan S pada tanaman jagung dari 2,1 g kg⁻¹ tahun 2006; 1,9 g kg⁻¹ tahun 2007 dan 1,9 g kg⁻¹ tahun 2008. Serapan S tertinggi terdapat pada aplikasi pupuk ZA (21-0-0-24S) yaitu 1,9 g kg⁻¹ hingga 2,1 g kg⁻¹ dibandingkan aplikasi sulfur granul (13-33-0-15S), dan *liquid ammonium thiosulfate* (12-0-0-26S).

2.4. Sulfur Pada Tanaman Jagung

Sulfur merupakan salah satu hara esensial yang menunjang pertumbuhan tanaman antara lain sebagai aktivator, kofaktor dan regulator enzim serta berperan dalam proses fisiologi tanaman. Sulfur terakumulasi pada bagian daun muda, akibatnya apabila tanaman kekurangan sulfur akan terjadi perubahan warna daun menjadi kuning pada daun muda sehingga akan menekan jumlah produksi tanaman (Danapriatna, 2008). Pupuk sulfur merupakan solusi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sulfur pada tanaman jagung.

Hasil penelitian Camen *et al.* (2013) didapatkan bahwa aplikasi NPK-Mg-Na-SO₃ dengan dosis 198,4 kg ha⁻¹ menghasilkan kandungan klorofil sebesar

56,20 unit SPAD (*soil and plant analysis development*) pada tanaman jagung dan lebih tinggi dari aplikasi NPK saja yang hanya 41,41 unit SPAD. Selain itu Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan klorofil pada tanaman dipengaruhi oleh sulfur. Pada aplikasi 60 kg S ha⁻¹ dapat meningkatkan kandungan protein pada biji tanaman sereal (gandum) sebesar 601 kg ha⁻¹ pada tanah Typic Hapludolls dengan pH 7,5 (Pandey *et al.*, 2014). Hasil produksi tanaman jagung di Timisoara, Romania dengan aplikasi pupuk majemuk NPK-Mg-Na-SO₃ juga lebih tinggi (5,04 t ha⁻¹) dibandingkan dengan kontrol tanpa ada aplikasi sulfur (4,35 t ha⁻¹) (Camen *et al.*, 2013).

Penelitian yang dilakukan di Mandya, Bangalore didapatkan bahwa perbedaan dosis S yang diaplikasikan berpengaruh secara signifikan terhadap tinggi tanaman jagung. Dari 3 dosis yang diaplikasikan, dosis 60 kg S ha⁻¹ menghasilkan tanaman jagung tertinggi yaitu 268,83 cm dan dosis 20 kg S ha⁻¹ menghasilkan tanaman terendah yaitu 246,03 cm (Lakshmi *et al.*, 2010). Selanjutnya sumber sulfur yang berbeda tidak berpengaruh secara signifikan terhadap panjang tongkol dan bobot 100 butir jagung. Namun aplikasi *bentonite elemental sulphur* dengan dosis 60 kg S ha⁻¹ menghasilkan tongkol jagung terpanjang yaitu 27,54 cm dan bobot 100 butir biji jagung tertinggi yaitu 33,52 g sedangkan yang terendah terdapat pada aplikasi gypsum dengan dosis 20 kg S ha⁻¹ yaitu 21,80 cm dan 28,75 g. Selain itu, *bentonite elemental sulphur* sebanyak 60 kg S ha⁻¹ juga menghasilkan bobot biji tertinggi yaitu 0,43 t ha⁻¹ dan bobot berangkasan tertinggi yaitu 0,77 t ha⁻¹ sedangkan hasil terendah terdapat pada kontrol yaitu 0,36 t ha⁻¹ dan 0,60 t ha⁻¹.

Selain itu, aplikasi 40 kg P ha⁻¹ dan 8 kg S ha⁻¹ mampu meningkatkan hasil panen tanaman jagung menjadi 4,5 t ha⁻¹ dibandingkan kacang tanah, *bambara groundnut* dan kedelai serta hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan kontrol (tanpa aplikasi S) yang hanya 1 t ha⁻¹ (Mhango, Mughogho, Sakala, dan Saka., 2008). Hasil bobot kering tanaman jagung berkorelasi dengan serapan S dan serapan unsur hara lainnya pada perlakuan irigasi normal. Aplikasi 10 t S ha⁻¹ dan 0,34 t N ha⁻¹ meningkatkan serapan S hingga 13,85 mg S g⁻¹ pada irigasi normal dan 13,71 mg S g⁻¹ pada penambahan irigasi (Rahman, Soaud, Darwish, dan Azirun., 2011). Serapan S pada akar tanaman jagung mencapai 2,2 g S kg⁻¹ pada

tanah *loamy sand* dengan aplikasi limbah lumpur di Krakow, Poland (Gondek, 2010). Hal ini menunjukkan bahwa serapan unsur hara S membutuhkan air untuk translokasi unsur hara baik di akar maupun bagian tanaman di atas tanah. Menurut Hardjowigeno (1987) unsur hara S dapat tersedia disekitar akar melalui aliran massa (95%) dan sisanya melalui difusi dan *mass flow*.



III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Laladon, Balai Penelitian Tanah, Bogor pada bulan November 2014 sampai Maret 2015. Analisis kimia tanah, pupuk dan tanaman dilaksanakan di laboratorium Kimia Tanah, Balai Penelitian Tanah.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat

Peralatan yang dibutuhkan adalah alat untuk pengambilan tanah yakni cangkul, sekop, dan karung. Untuk pengamatan pertumbuhan yakni meteran, jangka sorong, ember, alat penyiram, timbangan dan pisau. Analisis kimia tanah menggunakan peralatan pada laboratorium.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Tanah
Tanah sebagai media tanam yakni jenis Mollisols yang diambil dari Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor lapisan olah tanah kedalaman 0-20 cm.
2. Tanaman
Tanaman jagung (*Zea mays*) adalah varietas DK 95 (Lampiran 7)
3. Pupuk Urea, KCl, TSP, ZA.
Kebutuhan pupuk Urea, TSP dan KCl tertera pada Lampiran 3, sedangkan pada P1 kebutuhan Urea dan ZA tertera pada Lampiran 4. Dosis aplikasi pupuk Urea, KCl, TSP dan ZA tertera pada Tabel 1.
4. Sulfur granul dan sulfur bubuk
Kebutuhan pupuk sulfur granul dan bubuk tertera pada Lampiran 5. Dosis aplikasi pupuk sulfur granul dan sulfur bubuk tertera pada Tabel 1.
5. Air bebas ion
Air bebas ion digunakan untuk menyediakan kebutuhan air tanaman jagung sesuai kadar air kapasitas lapang.

3.3. Metode Penelitian

Percobaan dilaksanakan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebanyak 6 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 24 kombinasi perlakuan. Kombinasi perlakuan yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Pemupukan Pada Tanaman Jagung

Perlakuan	Kode	Dosis (kg ha ⁻¹)					
		ZA	Urea	TSP	KCl	Sulfur Bubuk	Sulfur Granul
NPK-standar	P0	0	400	200	100	0	0
NPK-standar (N dari Urea dan ZA)	P1	250	285,87	200	100	0	0
NPK-standar, 100% dosis sulfur bubuk	P2	0	400	200	100	61,22	0
NPK-standar, 50% dosis sulfur granul	P3	0	400	200	100	0	33,725
NPK-standar, 100% dosis sulfur granul	P4	0	400	200	100	0	67,45
NPK-standar, 150% dosis sulfur granul	P5	0	400	200	100	0	101,175

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan tanah

Tanah yang diambil dari lahan tegal dikeringanginkan, ditumbuk dan disaring hingga lolos ayakan 2 mm. Tanah dimasukkan dalam pot yang berkapasitas 15 kg untuk pengamatan tanaman.

3.4.2. Penanaman

Benih jagung dipilih yang seragam, selanjutnya dilakukan penyemaian dengan media kapas kemudian dilakukan penanaman pada media tanah setelah umur semai 1 hari. Setiap pot ditanam satu bibit jagung, dimasukkan ke dalam pot dengan bagian calon daun berada di permukaan tanah.

3.4.3. Pemupukan

Aplikasi pupuk Urea dan ZA pada P1 sesuai dengan dosis nitrogen yang telah ditentukan. Aplikasi sulfur bubuk dan sulfur granul sesuai dengan dosis tiap perlakuan yang telah ditentukan dengan dasar kebutuhan sulfur 60 kg S ha⁻¹ (Pandey *et al.*, 2014 dan Shivran, Kumar, dan Kumari., 2013). Pupuk dasar yang digunakan adalah Urea 400 kg ha⁻¹ setara 184 kg N ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹ setara 60 kg K₂O ha⁻¹ (Wardoyo, 2008) serta TSP 200 kg ha⁻¹ setara 92 kg P₂O₅ (Setiawan, 2003).

3.4.4. Pemeliharaan

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dengan cara menyiram tanah dengan air bebas ion. Penyiraman ini dilakukan dengan melihat kondisi lapang.

b. Penyiangan

Penyiangan dengan mencabut gulma secara manual dengan menggunakan tangan.

c. Penyemprotan pestisida

Penyemprotan dilakukan karena terdapat serangan aphids dan belalang dengan menggunakan pestisida merk Kompidor dengan dosis 1 cc untuk 1,5 liter air. Penyemprotan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya ledakan hama yang dapat mengganggu tanmaan penelitian.

3.4.5. Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada umur 13 MST dengan melihat tanda-tanda daun dan batang berwarna coklat serta kelobot jagung berwarna coklat. Cara pemanenan dengan memotong batang jagung pada pangkal batang kemudian memisahkan tanaman dan tongkol jagung.

3.4.6. Pengamatan

Pengamatan terhadap tanah dilakukan pada saat sebelum dilakukan penanaman sebagai bahan analisis dasar dan setelah panen sebagai analisis akhir untuk membandingkan pengaruh perlakuan terhadap kandungan S tanah. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada 2 MST, 4 MST, 6 MST dan 8 MST meliputi tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun. Pengamatan setelah panen meliputi pengamatan bobot kering tanaman, pengamatan jumlah tongkol dan pengamatan bobot kering tongkol jagung. Parameter pengamatan tanaman disajikan pada Tabel 2.

3.5. Analisis Data

Analisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh pada setiap perlakuan dengan uji F. Kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Selanjutnya dilakukan uji korelasi dengan metode Pearson untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter pengamatan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 16.00. Parameter pengamatan, metode analisis dan waktu pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Pengamatan

Sampel	Parameter	Metode analisis	Waktu pengamatan
Tanah	pH aktual dan potensial	Glass Elektrode	sebelum tanam dan 13 MST
	N	Kjeldahl	Sebelum tanam
	P	P-Bray 1	sebelum tanam
	K	Flamefotometer	sebelum tanam
	Na	Flamefotometer	sebelum tanam
	Ca	Titrasi EDTA	sebelum tanam
	Mg	Titrasi EDTA	sebelum tanam
	S	Ekstrak $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	sebelum tanam dan 13 MST
	KTK	Amonium acetat NH_4OAc 1 N	sebelum tanam
	Kejenuhan basa	Ion Basa/KTK	sebelum tanam
Tanaman	C-Organik	Walkey and Black	sebelum tanam dan 13 MST
	Kadar Air	Oven	sebelum tanam dan 13 MST
	Jumlah daun	Perhitungan	2, 4, 6, dan 8 MST
	Tinggi tanaman	Pengukuran	2, 4, 6, dan 8 MST
	Diameter batang	Pengukuran	2, 4, 6, dan 8 MST
	Bobot kering tanaman	Perhitungan	13 MST
	Jumlah tongkol	Perhitungan	13 MST
	Bobot kering tongkol + biji	Perhitungan	13 MST
	Jumlah biji per tongkol	Perhitungan	13 MST
	Bobot biji per tongkol	Perhitungan	13 MST
	Bobot biji 100 butir	Perhitungan	13 MST
	Bobot akar	Perhitungan	13 MST
	Serapan S tanaman	Turbidimetri	13 MST
	Serapan S biji	Turbidimetri	13 MST

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Pupuk Sulfur Terhadap Sifat Kimia Tanah

4.1.1. pH tanah

pH tanah merupakan nilai tingkat kemasaman atau kebasaaan yang diukur menggunakan skala pH antara 0 hingga 14. Sifat sangat masam memiliki nilai <4,5; masam 4,5 - 5,5; agak masam 5,5 - 6,5; netral 6,6 - 7,5; agak alkalis 7,6 - 8,5; dan alkalis >8,5 (Eviati dan Sulaeman, 2012). Nilai pH akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara di dalam tanah dan pertumbuhan tanaman. Hasil analisis ragam pengaruh aplikasi pupuk sulfur terhadap pH tanah disajikan pada Lampiran 9a.

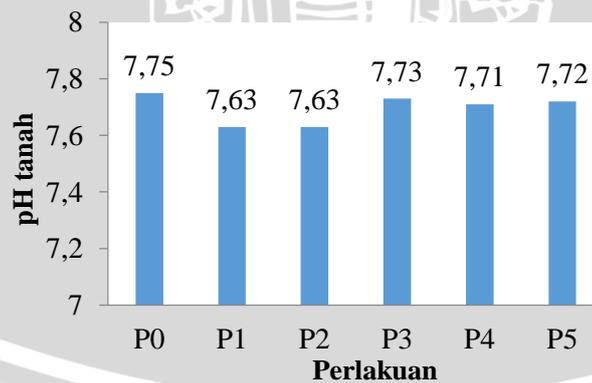
Aplikasi beberapa macam pupuk sulfur tidak berpengaruh secara nyata terhadap pH tanah. Namun tetap terjadi penurunan pH pada perlakuan aplikasi pupuk sulfur (P1, P2, P3, P4 dan P5) apabila dibandingkan dengan kontrol (P0). Hasil pH tanah tertinggi didapatkan pada perlakuan P0 (kontrol tanpa aplikasi pupuk sulfur) yaitu sebesar 7,75 diikuti oleh P3, P5, P4, P2 dan P1 masing-masing yaitu 7,73; 7,72; 7,71; 7,63; dan 7,63 (Gambar 4). Seluruh pH tersebut masih dalam kriteria agak alkalis dan tidak terjadi perubahan kriteria apabila dibandingkan dengan kontrol maupun dengan hasil analisis tanah awal.

Hasil penelitian Purnomo, Tuherkih, Wigena, dan Sutedi (2004) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk S hingga dosis 60 kg S ha^{-1} tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan pH tanah, namun tetap terjadi penurunan pH menjadi 7,8 pada perlakuan 60 kg S ha^{-1} dan pH pada perlakuan 30 kg S ha^{-1} cenderung tetap yaitu 7,9 apabila dibandingkan dengan pH tanah awal. Hal ini diduga karena tingginya kandungan CaCO_3 dalam tanah sehingga meningkatkan pH tanah. Penelitian Lakshmi *et al.* (2010) juga didapatkan bahwa aplikasi sulfur dari *gypsum*, *elemental sulfur* dan *single super phosphate* pada dosis 20, 40, dan 60 kg S ha^{-1} tidak secara signifikan menurunkan pH tanah dan pH tetap pada kriteria agak alkalis. Pada penelitian ini penurunan nilai pH juga diduga disebabkan oleh penurunan kandungan Ca menjadi 10 hingga 11 cmol kg^{-1} setelah diberi perlakuan dibandingkan tanah awal yang memiliki kandungan Ca sebesar 30,13 cmol kg^{-1} .

Pada perlakuan P1 (NPK standar + 100% dosis ZA) dan P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk) memiliki nilai pH terendah yaitu 7,63. Menurut

Mikkelsen dan Norton (2013) pupuk ZA akan menyebabkan terjadinya proses pengasaman selama nitrifikasi amonium apabila diaplikasikan pada tanah. Hal ini menyebabkan pH tanah cepat mengalami penurunan dibandingkan dengan aplikasi pupuk sulfur lainnya. Hasil penelitian Li *et al.* (2005) menunjukkan bahwa berdasarkan hasil analisis statistik, tingkat oksidasi S^0 (*elemental sulfur*) tidak berkorelasi secara signifikan terhadap beberapa jenis tanah yang digunakan, tetapi tingkat oksidasi S^0 berkorelasi secara signifikan pada tanah dengan pH alkalis. Tingkat oksidasi S^0 tersebut mencapai $25 \mu\text{g cm}^{-2} \text{ hari}^{-1}$ yaitu pada Calcaric Cambisol dengan tekstur lempung dan pH 8,6. Sulfur yang terakumulasi di tanah akibat aplikasi pupuk sulfur oleh petani dapat meningkatkan oksidasi hingga 223% dibandingkan dengan kontrol pada Calcaric Cambisol, namun penambahan aplikasi *elemental sulfur* tidak berpengaruh secara nyata terhadap nilai oksidasi S^0 .

Hasil penelitian Orman dan Kaplan (2011) menunjukkan bahwa pengaruh aplikasi sulfur terhadap pH tanah tidak berbeda secara signifikan pada tahun pertama penelitian, namun pada tahun kedua dan ketiga aplikasi sulfur berpengaruh sangat signifikan terhadap penurunan pH tanah. Hal ini berkaitan dengan mobilitas S yang rendah. Menurut Cui, Dong, Li, dan Wang (2003) perubahan pH pada tanah dipengaruhi oleh proses oksidasi S yang dilakukan oleh bakteri dari grup *acidophilic bacteria*, terutama *Thiobacillus spp.* di dalam tanah.



Gambar 4. Pengaruh Aplikasi Beberapa Pupuk Sulfur Terhadap pH Tanah

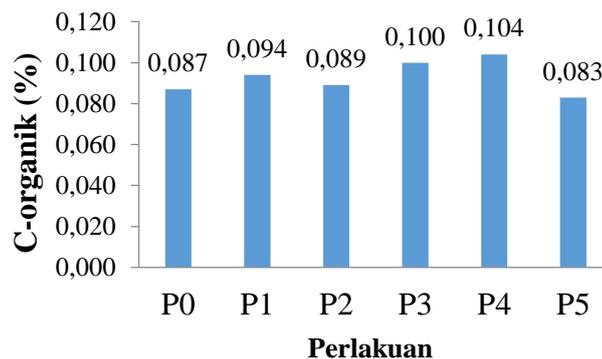
Keterangan : P0 (kontrol, NPK standar tanpa pupuk sulfur), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% sulfur granul), P5 (NPK standar + 150% sulfur granul)

4.1.2. C-organik

Hasil analisis ragam pengaruh aplikasi pupuk sulfur terhadap C-organik tanah disajikan pada Lampiran 9b. Aplikasi beberapa macam pupuk sulfur tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik tanah. Namun terjadi penurunan kadar C-organik tanah setelah diberi perlakuan pupuk sulfur. Perlakuan P5 (NPK standar + 150% dosis sulfur granul) memiliki C-organik terendah yaitu 0,083% lalu diikuti P0, P2, P1, P3, dan P4 masing-masing memiliki nilai C-organik 0,087%; 0,089%; 0,094%; 0,100%; dan 0,104% (Gambar 5). Kandungan C-organik pada perlakuan P0, P1, P2 dan P5 mengalami perubahan kriteria menjadi sangat rendah apabila dibandingkan dengan kandungan C-organik tanah sebelum perlakuan. Sedangkan perlakuan P3 dan P4 tetap berada pada kriteria rendah meskipun nilainya mengalami penurunan.

Hudaya, Sofyan, dan Machfud (2005) menyatakan bahwa pada aplikasi pupuk sulfur 0, 20, dan 40 kg S ha⁻¹ tanpa aplikasi bokashi eceng gondok terjadi penurunan kandungan C-organik menjadi 1,51%; 2,07%; dan 1,23% apabila dibandingkan dengan tanah sebelum perlakuan yaitu 2,32%. Penelitian Makus (2012) dengan aplikasi *gypsum* 0; 0,5; 1; dan 2 t ha⁻¹ pada tanah tidak berpengaruh secara signifikan terhadap C-organik tanah. Namun pada setiap penambahan dosis *gypsum* terjadi penurunan kandungan C-organik menjadi 0,069%; 0,68%; 0,56% dan 0,58%.

Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini dimana pupuk sulfur yang diaplikasikan menyebabkan penurunan C-organik tanah. Penurunan ini dikarenakan penambahan aktivitas mikroorganisme yang mendekomposisi maupun mengoksidasi S sehingga terjadi kompetisi dalam memanfaatkan karbon sebagai energi (Hudaya *et al.*, 2005). Selain itu hasil penelitian Gharmakher *et al.* (2009) menunjukkan bahwa C-organik tanah berkorelasi secara positif terhadap mineralisasi S, semakin tinggi kandungan C-organik tanah maka akan terjadi peningkatan mineralisasi S. Proses mineralisasi S ini dapat terjadi karena adanya aktivitas organisme yang akan mengubah bentuk S menjadi SO₄²⁻. Semakin tinggi proses mineralisasi berarti semakin banyak karbon yang dibutuhkan mikroorganisme dan C-organik tanah akan semakin rendah.



Gambar 5. Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap C-organik Tanah

Keterangan : P0 (kontrol, NPK standar tanpa pupuk sulfur), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% sulfur granul), P5 (NPK standar + 150% sulfur granul)

4.1.3. Residu S

Sulfur merupakan salah satu hara esensial yang menunjang pertumbuhan tanaman antara lain sebagai aktivator, kofaktor dan regulator enzim serta berperan dalam proses fisiologi tanaman. Sulfur terakumulasi pada bagian daun muda, akibatnya apabila tanaman kekurangan sulfur akan terjadi perubahan warna daun menjadi kuning pada daun muda sehingga akan menekan jumlah produksi tanaman. Kandungan sulfur yang tinggi pada tanah akan menurunkan pH, penurunan pH pada pH alkalis akan meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial lainnya. Hasil analisis sidik ragam pengaruh aplikasi pupuk sulfur menunjukkan pengaruh sangat signifikan terhadap residu S di dalam tanah yang disajikan pada Lampiran 9e dan Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Residu S di Tanah

Perlakuan	Residu S (ppm)	Kriteria*	Peningkatan (%)
P0	19,18 a	Sangat rendah	0,00
P1	26,58 d	Rendah	38,58
P2	25,99 cd	Rendah	35,50
P3	20,73 ab	Rendah	8,08
P4	23,47 bcd	Rendah	22,37
P5	22,14 abc	Rendah	15,43

Keterangan: *Kriteria berdasarkan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2013) Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%, P0 (kontrol, NPK standar tanpa pupuk sulfur), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% sulfur granul), P5 (NPK standar + 150% sulfur granul)

Hasil perlakuan aplikasi pupuk sulfur pada P1, P2 dan P4 berbeda nyata terhadap kontrol (P1), sedangkan perlakuan P3 dan P5 tidak berbeda nyata terhadap kontrol (P1) (Tabel 3). Residu S di dalam tanah tertinggi terdapat pada perlakuan P1 (NPK standar + 100% dosis ZA) yaitu sebesar 26,58 ppm (rendah) dengan peningkatan sebesar 38,58% (Tabel 3). Hal ini diduga karena pada perlakuan P1, pupuk ZA memiliki kandungan sulfur dalam bentuk S-organik yaitu sulfat (SO_4^{2-}). Meskipun sulfat merupakan bentuk tersedia dan mudah mengalami pencucian (Tanikawa *et al.*, 2014), diduga pada penelitian ini proses pencucian rendah karena penelitian dilakukan di rumah kaca dan penyiraman tanaman dilakukan secara berkala sehingga ketersediaan sulfat tetap dalam kriteria rendah.

Sedangkan residu S terendah terdapat pada kontrol P0 yaitu sebesar 19,18 ppm (Tabel 3). Nilai ini mengalami peningkatan apabila dibandingkan dengan analisis tanah awal (15,31 ppm) (Lampiran 1). Perlakuan aplikasi pupuk sulfur pada P1, P2, P3, P4, dan P5 mengalami perubahan kriteria residu S menjadi rendah dibandingkan kontrol dan tanah awal. Perubahan ini dikarenakan adanya aplikasi sulfur sehingga terjadi penambahan kandungan sulfur di dalam tanah. Aplikasi dosis sulfur yang berbeda di Mandya, Bangalore berpengaruh secara signifikan terhadap ketersediaan S. Penggunaan S pada dosis 60 kg S ha^{-1} memiliki ketersediaan S tertinggi yaitu sebesar $10,40 \text{ kg ha}^{-1}$. Selanjutnya aplikasi beberapa macam pupuk sulfur dan dosis yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah dan ketersediaan nitrogen (Lakshmi *et al.*, 2010).

4.2. Pengaruh Pupuk Sulfur Terhadap Produksi Jagung

Produksi tanaman merupakan salah satu indikator panen. Pada tanaman jagung, produksi tanaman dapat dihitung melalui beberapa parameter antara lain bobot kering jagung, bobot biji per tongkol, bobot biji 100 butir, dan jumlah biji per tongkol. Bobot kering jagung merupakan bobot kering biji dengan tongkol jagung. Bobot biji per tongkol merupakan bobot biji jagung yang sudah dipipil. Bobot biji 100 butir merupakan hasil penimbangan bobot 100 butir biji jagung yang diambil secara acak setiap perlakuan. Sedangkan jumlah biji per tongkol merupakan perhitungan jumlah biji pada setiap tongkol di tiap perlakuan. Hasil analisis ragam pengaruh aplikasi pupuk sulfur terhadap bobot kering jagung,

bobot biji per tongkol, bobot biji 100 butir dan jumlah biji per tongkol disajikan pada Lampiran 9.

Tabel 4. Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Bobot Kering Jagung, Bobot Biji, Bobot Biji 100 Butir dan Jumlah Biji per Tongkol

Perlakuan	Bobot kering jagung	Bobot biji	Bobot biji 100 butir	Jumlah biji per tongkol
g tanaman ⁻¹	g	Butir
P0	104,38	82,85	25,85	335,00
P1	134,03	110,48	24,75	461,25
P2	118,43	95,08	24,63	389,00
P3	118,25	97,03	23,73	424,75
P4	126,55	100,48	25,43	400,50
P5	127,43	104,03	23,95	439,50

Keterangan : P0 (kontrol, NPK standar tanpa pupuk sulfur), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% sulfur granul), P5 (NPK standar + 150% sulfur granul)

Hasil bobot kering jagung tertinggi didapatkan pada perlakuan P1 (NPK standar + 100% dosis ZA) yaitu sebesar 134,03 g tanaman⁻¹ (Tabel 4). Pada hasil perlakuan P1 terjadi peningkatan sebesar 28,41% apabila dibandingkan dengan P0 (kontrol) (Lampiran 9). Sedangkan hasil bobot biji per tongkol tertinggi juga didapatkan pada perlakuan P1 (NPK standar + 100% dosis ZA) yaitu sebesar 110,48 g tanaman⁻¹ (Tabel 4). Pada hasil perlakuan P1 terjadi peningkatan sebesar 33,35% dibandingkan dengan P0 (kontrol) (Lampiran 9). Hal ini karena pada perlakuan P1 menggunakan pupuk ZA, dimana sulfur langsung tersedia dalam bentuk sulfat (SO₄²⁻) sehingga tanaman dapat langsung menyerap sulfat dan menggunakannya dalam proses pembentukan biji.

Nilai bobot kering jagung dan bobot biji tiap tongkol memiliki korelasi sangat kuat dengan nilai $r = 0,985$ (Lampiran 11). Sedangkan bobot kering jagung dan bobot biji per tongkol masing-masing berkorelasi dengan residu S dengan nilai $r = 0,509$ dan $r = 0,473$ (Lampiran 11). Keduanya memiliki indikasi hubungan yang sedang dengan residu S. Hal ini diduga karena sulfat merupakan bentuk tersedia bagi tanaman sehingga ketersediaan sulfat yang tinggi akan meningkatkan serapan S oleh tanaman dan biji (Pagani, Agustin, Echeverria, dan Hernan., 2011), dimana residu S merupakan sisa sulfat yang tidak diserap oleh tanaman dan masih berada di tanah. Residu S yang tinggi dapat mengindikasikan

ketersediaan sulfat yang berlebih sehingga setelah diserap oleh tanaman masih terdapat residu di tanah. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Shivran *et al.* (2013) yang menunjukkan bahwa aplikasi sulfur dengan dosis 60 kg S ha^{-1} tanpa aplikasi pupuk kandang berpengaruh secara signifikan terhadap bobot kering jagung dan bobot biji tiap tongkol, masing-masing meningkat 24,35% dan 32,8% dibandingkan dengan kontrol .

Hasil jumlah biji per tongkol tertinggi terdapat pada perlakuan P1 (NPK standar + 100% dosis ZA) dengan jumlah 461,25 butir (Tabel 4). Jumlah biji tiap tongkol memiliki korelasi yang sangat kuat dengan bobot tongkol kering dan jumlah biji tiap tongkol masing-masing memiliki nilai $r = 0,763$ dan $r = 0,840$ (Lampiran 11). Korelasi ini mengindikasikan bahwa jumlah biji, bobot biji, dan bobot kering jagung memiliki keterkaitan dengan ketersediaan S di dalam tanah, dimana ketersediaan S dalam penelitian ini dilihat dari nilai residu S. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Rasheed, Ali, dan Mahmood (2004) bahwa aplikasi 30 kg S ha^{-1} dan 150 kg N ha^{-1} memiliki jumlah biji per tongkol tertinggi dan meningkat 28,71% dibandingkan dengan kontrol. Pada hasil penelitian ini didapatkan jumlah biji per tongkol dan persentase peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Lampiran 10). Hal ini diduga karena penelitian ini menggunakan dosis yang lebih tinggi yaitu unsur nitrogen 184 kg ha^{-1} dan sulfur 60 kg ha^{-1} serta varietas jagung yang berbeda.

Aplikasi beberapa macam pupuk sulfur tidak berpengaruh secara nyata terhadap bobot biji 100 butir. Namun terjadi penurunan bobot biji 100 butir pada perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 sebesar 4,25%; 4,72%; 8,20%; 1,62% dan 7,35% dibandingkan dengan kontrol (Lampiran 10). Bobot biji 100 butir tertinggi didapatkan pada perlakuan P0 (kontrol) yaitu sebesar $25,85 \text{ g tanaman}^{-1}$ dan diikuti perlakuan P4, P1, P2, P5 dan P3 masing-masing sebesar 25,43 g; 24,75 g; 24,63 g; 23,95 g; dan 23,73 g. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Lakshimi *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa sumber sulfur yang berbeda tidak berpengaruh secara signifikan terhadap bobot biji 100 butir dan panjang tongkol, tetapi dosis sulfur yang berbeda berpengaruh secara signifikan terhadap bobot biji 100 butir dan panjang tongkol.

4.3. Pengaruh Pupuk Sulfur Terhadap Serapan S Tanaman, Serapan S Biji dan Bobot Akar Tanaman Jagung

4.3.1. Serapan S-tanaman

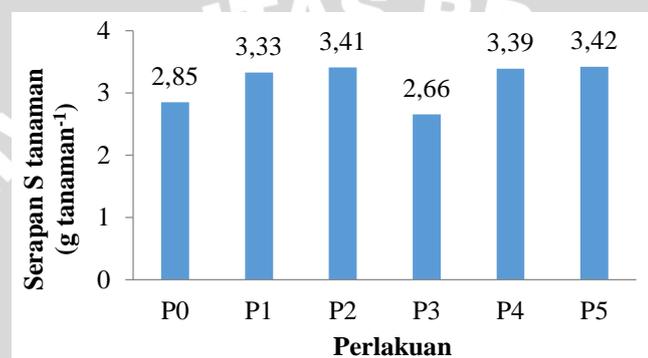
Hasil analisis ragam pengaruh aplikasi pupuk sulfur terhadap serapan S tanaman disajikan pada Lampiran 9h. Aplikasi beberapa macam pupuk sulfur tidak berpengaruh secara nyata terhadap serapan S tanaman. Namun serapan S tanaman cenderung meningkat setelah diberi perlakuan pupuk sulfur. Pada perlakuan P1, P2, P4, dan P5 terjadi peningkatan serapan S tanaman sebesar 16,84%; 19,65%; 18,95% dan 20% dibandingkan kontrol. Sedangkan perlakuan P3 mengalami penurunan sebesar 6,67% (Lampiran 10). Nilai serapan S tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan P5 (NPK standar + 150% dosis sulfur granul) sebesar 3,42 g S tanaman⁻¹ sedangkan nilai terendah terdapat pada P3 (NPK standar + 50% dosis sulfur granul) sebesar 2,66 g S tanaman⁻¹ (Gambar 6). Hal ini diduga karena jenis pupuk sulfur dan dosis berpengaruh terhadap ketersediaan S sehingga mempengaruhi serapan S oleh tanaman.

Hasil penelitian Kovar dan Karlen (2010) menunjukkan bahwa aplikasi *granular ammonium sulphate* atau pupuk ZA dalam bentuk granul sebesar 34 kg S ha⁻¹ memiliki serapan S tanaman sebesar 2,1 g tanaman⁻¹ dan lebih rendah dibandingkan dengan aplikasi *liquid ammonium sulphate* atau ZA dalam bentuk cair yang memiliki nilai serapan sebesar 2,3 g tanaman⁻¹, namun pada tahun ketiga penelitian terjadi penurunan serapan S tanaman pada *liquid ammonium sulphate* yang memiliki nilai serapan yang lebih rendah dibandingkan *granular ammonium sulphate*. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ZA menyediakan sulfur dalam bentuk sulfat namun bentuk pupuk granul menyediakan sulfat lebih lama dibandingkan bentuk cair yang memungkinkan sulfat langsung mengalami *leaching* sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Sedangkan hasil penelitian Duraisami, Chitdeshwari, Subramanian, dan Rajeswari (2007) didapatkan bahwa aplikasi 5 kg Zn + 40 kg S ha⁻¹ meningkatkan serapan S sebesar 44,81% dibandingkan perlakuan aplikasi 5 kg Zn tanpa pupuk sulfur. Pada penelitian ini serapan S tanaman terendah terdapat pada perlakuan P3 dan lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga karena sulfur granul yang digunakan pada P3 merupakan bentuk tidak tersedia dan dengan dosis terendah (50% S). Pupuk sulfur granul membutuhkan proses mineralisasi S agar

menjadi bentuk tersedia bagi tanaman dan sulfat hasil mineralisasi menentukan jumlah serapan S oleh tanaman.

Hasil penelitian Kim, Kaiser, dan Lamb (2013) menyatakan bahwa terjadinya proses mineralisasi sulfur menjadi bentuk sulfat (SO_4^{2-}) lebih memaksimalkan penyerapan S oleh tanaman. Ditambahkan bahwa serapan S lebih berpengaruh terhadap peningkatan biomassa tanaman dibandingkan terhadap peningkatan kadar S pada biomassa tersebut. Sehingga aplikasi sulfur bubuk dan sulfur granul memiliki serapan S tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan ZA.



Gambar 6. Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Serapan S Tanaman Jagung

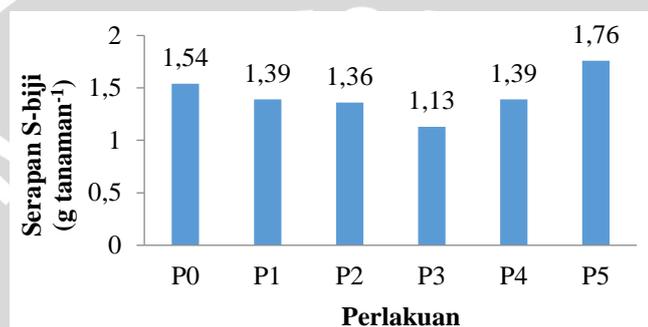
Keterangan : P0 (kontrol, NPK standar tanpa pupuk sulfur), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% sulfur granul), P5 (NPK standar + 150% sulfur granul)

4.3.2. Serapan S-biji

Hasil analisis ragam pengaruh aplikasi pupuk sulfur terhadap serapan S biji disajikan pada Lampiran 9i. Aplikasi beberapa macam pupuk sulfur tidak berpengaruh secara nyata terhadap serapan S-biji. Namun aplikasi pupuk sulfur pada P1, P2, dan P4 memiliki hasil yang lebih rendah yaitu $1,39 \text{ g tanaman}^{-1}$; $1,36 \text{ g tanaman}^{-1}$; $1,39 \text{ g tanaman}^{-1}$ apabila dibandingkan dengan kontrol (Gambar 7). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi sulfur 60 kg S ha^{-1} dari ZA, sulfur bubuk maupun sulfur granul memiliki hasil yang sama dengan perlakuan tanpa aplikasi sulfur terhadap serapan S biji. Hal ini diduga karena sulfur merupakan unsur hara makro sekunder terhadap hasil dan pertumbuhan tanaman jagung.

Pada akhir masa generatif atau pada waktu panen, sebagian besar sulfur terkandung dalam bentuk asam amino *methonine*, *cycteine* dan *cystine* sehingga

peningkatan dosis sulfur akan berpengaruh terhadap peningkatan kandungan asam amino pada biji (Scherer, 2001). Oleh karena itu pengaruh sumber sulfur yang berbeda tidak menunjukkan hasil yang sangat signifikan terhadap serapan S biji. Hal ini sesuai dengan penelitian Sharma dan Chaplot (2014) yang menyatakan bahwa aplikasi sumber sulfur dari *gypsum* dan *pyrite* tidak berbeda nyata terhadap serapan S biji, serapan S tanaman dan serapan S total. Namun dosis sulfur yang berbeda menunjukkan nilai serapan S yang berbeda, dan peningkatan dosis sulfur menyebabkan peningkatan serapan S pada biji maupun tanaman.



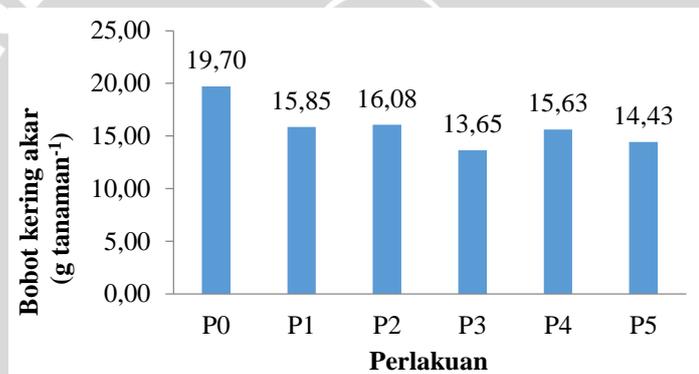
Gambar 7. Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Serapan S Biji Jagung

Keterangan : P0 (kontrol, NPK standar tanpa pupuk sulfur), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% sulfur granul), P5 (NPK standar + 150% sulfur granul)

4.3.3. Bobot Akar Tanaman Jagung

Bobot kering merupakan petunjuk yang menentukan baik tidaknya pertumbuhan suatu tanaman. Bobot kering merupakan akumulasi hasil fotosintat yang berupa protein, karbohidrat dan lipid (lemak). Semakin besar biomassa suatu tanaman, maka kandungan hara dalam tanah yang diserap oleh tanaman juga besar. Bobot kering akar merupakan akumulasi fotosintat yang berada di akar (Firdaus, Wulandari, dan Mulyeni., 2013). Hasil analisis ragam pengaruh aplikasi pupuk sulfur terhadap bobot kering akar tanaman disajikan pada Lampiran 9j. Aplikasi beberapa macam pupuk sulfur tidak berpengaruh secara nyata terhadap bobot kering akar. Namun terjadi penurunan bobot kering pada perlakuan aplikasi pupuk sulfur (P1, P2, P3, P4 dan P5) apabila dibandingkan dengan kontrol (P0) (Gambar 8).

Aplikasi pupuk sulfur pada perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 memiliki bobot kering akar yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan kontrol (P0) (Gambar 8). Hal ini diduga karena aplikasi sulfur berpengaruh terhadap penurunan pH tanah dan akar tanaman sangat peka terhadap perubahan pH. Semakin masam pH tanah maka pertumbuhan akar akan semakin terhambat. Pada penelitian ini diduga aplikasi sulfur berpengaruh negatif terhadap bobot akar tanaman jagung. Namun perlakuan P3 dan P5 memiliki bobot kering akar yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan aplikasi sulfur yaitu P1, P2, dan P4 (Gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk sulfur dengan dosis 60 kg S ha^{-1} dari ZA, sulfur bubuk dan sulfur granul memiliki nilai bobot kering akar yang tidak berbeda. Hal ini diduga karena ketersediaan unsur hara di dalam tanah akan mempengaruhi pertumbuhan dan bobot kering akar.



Gambar 8. Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Bobot Kering Akar

Keterangan : P0 (kontrol, NPK standar tanpa pupuk sulfur), P1 (NPK standar + 100% dosis ZA), P2 (NPK standar + 100% dosis sulfur bubuk), P3 (NPK standar + 50% sulfur granul), P4 (NPK standar + 100% sulfur granul), P5 (NPK standar + 150% sulfur granul)

Bobot kering akar sangat bergantung dari volume dan jumlah akar, semakin tinggi volume dan jumlah akar maka bobot akar akan meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Gondek (2010) yang menyatakan bahwa aplikasi NPK pada perlakuannya memiliki bobot kering akar $10,1 \text{ g pot}^{-1}$, kandungan nitrogen pada akar $15,68 \text{ g N kg}^{-1}$, dan sulfur $0,69 \text{ g S kg}^{-1}$ sedangkan pada perlakuan *sewage sludge* memiliki bobot kering $11,8 \text{ g pot}^{-1}$, kandungan nitrogen $7,83 \text{ g N kg}^{-1}$ dan sulfur $2,99 \text{ g S kg}^{-1}$. Namun Jaliya *et al.* (2012) menyatakan bahwa aplikasi S secara signifikan meningkatkan serapan S dan peningkatan dosis S juga akan meningkatkan rata-rata serapan N pada tanaman jagung.

4.4. Korelasi Antar Parameter Pengamatan

Hasil analisis korelasi (Lampiran 11) menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif dan hubungan yang kuat antara residu S dan pH tanah ($r = -0,676$). Hubungan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi residu S tanah akan diikuti dengan penurunan pH tanah. Hal ini diduga karena sulfur bersifat asam dan merupakan anion sehingga menyebabkan penurunan pH tanah. Selain itu proses mineralisasi sulfur menjadi bentuk sulfat (SO_4^{2-}) menyebabkan penurunan pH. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Purnomo *et al.* (2004) dan Orman dan Koplan (2011) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan sulfur di dalam tanah berbanding lurus dengan penurunan pH tanah dan penurunan pH dari alkalis menjadi agak alkalis akan meningkatkan ketersediaan unsur hara sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih efektif.

Bobot biji jagung tiap tongkol merupakan salah satu nilai produksi tanaman jagung. Hasil analisis korelasi (Lampiran 11) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif dan hubungan yang sedang antara bobot biji dan residu S ($r = 0,473$). Selain itu dari hasil analisis korelasi (Lampiran 11) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif dan hubungan sedang antara residu S dan bobot kering jagung ($r = 0,509$). Hubungan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi residu S di dalam tanah akan diikuti dengan peningkatan bobot biji dan bobot kering jagung. Hal ini diduga karena residu S memiliki hubungan dengan penurunan pH tanah, dan penurunan pH tanah dari alkalis menjadi agak alkalis akan meningkatkan ketersediaan serta penyerapan unsur hara lain sehingga produksi dapat meningkat. Selain itu hubungan residu S dengan bobot biji dan bobot kering jagung diduga karena residu S yang tinggi di dalam tanah menunjukkan ketersediaan sulfat yang tinggi sehingga kebutuhan tanaman untuk menyerap sulfat dapat terpenuhi dan pembentukan protein dapat optimal. Karena sulfat merupakan bentuk tersedia bagi tanaman sehingga ketersediaan sulfat yang tinggi akan meningkatkan serapan S oleh tanaman dan biji (Pagani *et al.*, 2011), dimana residu S merupakan sisa sulfat yang tidak diserap oleh tanaman dan masih berada di tanah. Residu S yang tinggi dapat mengindikasikan ketersediaan sulfat yang berlebih sehingga setelah diserap oleh tanaman masih terdapat residu di tanah. Sulfur berperan dalam pembentukan asam amino *methionine*, *cysteine* dan *cytonine* (Scherer, 2001). Danapriatna (2008) menambahkan bahwa sulfur

berperan penting dalam sintesis protein dan vitamin dalam tanaman. Selain itu S merupakan komponen asam amino esensial yang berasosiasi dengan nitrogen dalam metabolisme, sehingga S meningkatkan hasil dan kualitas tanaman.

Tinggi tanaman jagung berpengaruh secara signifikan dan berkorelasi secara positif dengan hubungan sedang terhadap jumlah daun dan jumlah biji tiap tongkol dengan nilai $r = 0,484$ dan $r = 0,592$ (Lampiran 11). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tanaman jagung maka jumlah daun dan jumlah biji per tongkol akan semakin meningkat. Selain itu tinggi tanaman jagung juga berkorelasi secara positif dengan hubungan yang kuat terhadap bobot biji dan bobot kering jagung dengan nilai $r = 0,721$ dan $r = 0,700$ (Lampiran 11). Korelasi ini diduga karena tinggi tanaman akan mempengaruhi jumlah daun sedangkan jumlah daun ini akan mempengaruhi jumlah, bobot biji dan bobot kering jagung. Karena daun merupakan tempat terjadinya fotosintesis, sehingga semakin tinggi proses fotosintesis akan meningkatkan hasil tanaman. Hasil penelitian Szulc, Bocianowski, dan Rybus-zajac (2012) didapatkan bahwa hasil biji jagung dipengaruhi oleh kandungan klorofil pada daun.

Bobot kering tanaman berkorelasi secara positif dengan hubungan sedang terhadap diameter batang dan bobot akar dengan nilai $r = 0,590$ dan $r = 0,517$ (Lampiran 11). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi diameter batang dan bobot akar akan meningkatkan bobot kering tanaman. Hal ini diduga karena aplikasi sulfur menurunkan pH tanah sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara lainnya. Bobot kering tanaman berpengaruh terhadap bobot akar karena persebaran akar dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman. Jumlah biji berkorelasi secara positif dengan hubungan sangat kuat terhadap bobot biji ($r = 0,840$) dan berkorelasi secara positif dengan hubungan kuat terhadap bobot kering jagung ($r = 0,763$) (Lampiran 11). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah biji akan mempengaruhi bobot biji per tanaman dan bobot kering jagung. Sedangkan bobot biji tiap tongkol berkorelasi secara positif dan memiliki hubungan sangat kuat terhadap bobot kering jagung. Hal ini menunjukkan bahwa bobot kering jagung dipengaruhi oleh bobot biji tiap tongkol.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Aplikasi pupuk ZA dengan dosis 60 kg S ha^{-1} menghasilkan residu S tertinggi yaitu 26,58 ppm dan seluruh aplikasi pupuk sulfur menyebabkan perubahan kriteria S di dalam tanah dari kriteria sangat rendah menjadi rendah. Sedangkan aplikasi beberapa pupuk sulfur tidak berbeda nyata terhadap serapan S tanaman dan serapan S biji jagung namun nilai tertinggi terdapat pada aplikasi pupuk sulfur granul dengan dosis 150% S yaitu 3,42 dan $1,76 \text{ g tanaman}^{-1}$.
2. Serapan S tanaman dan serapan S biji tidak berkorelasi terhadap produksi tanaman jagung berupa bobot kering jagung, bobot biji per tanaman, bobot 100 butir, dan jumlah biji tiap tongkol.

5.2. Saran

Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efek residu S dari aplikasi pupuk sulfur terhadap pH tanah, pertumbuhan, dan kualitas produksi tanaman dengan waktu yang lebih lama terutama pada tanaman yang memerlukan sulfur dalam jumlah yang lebih besar agar kualitas produksi dapat meningkat seperti tenu dan bawang.

DAFTAR PUSTAKA

- Boye, K., J. Eriksen., S.I. Nilsson., and L. Mattsson. 2010. Sulfur Flow in a Soil-Plant System—Effects of Long-Term Treatment History and Soil Properties. *Plant Soil* 334: 323-334
- Camen, D., R. Sulaman., L. Suci., I. Popescu., B. Schmidt., S. Gaspar., M. Horablaga., F. Viliga., C. Beinsan., M. Babau., J.C. Yvin., and G. Velicevici. 2013. Research Concerning The Influence of Some Sulfur Fertilizers Upon Some Physiological Index, Crop Quality and Quantity of Maize. *Research Journal of Agriculture Science* 45(3): 53-57
- Cui, Y., Y. Dong., H. Li., and Q. Wang. 2003. Effect of Elemental Sulphur on Solubility of Soil Heavy Metals and Their Uptake by Maize. *Environment International* 30: 323-328
- Danapriatna, N. 2008. Peranan Sulfur Bagi Pertumbuhan. *Journal Universitas Islam* 45 Bekasi 9(1) : 153-166
- Duraisami, V. P., T. Chitdeshwari., K. S. Subramanian., and R. Rajeswari. 2007. Effect of Micronutrients and Sulphur on Yield and Nutrient Uptake by Maize in an Alfisol. *Madras Agric J.* 94 (7-12) 283-288
- Eviati dan Sulaeman. 2012. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementrian Pertanian
- FAO. 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations Food: and Agricultural Commodities Production. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Diakses pada Desember 2014.
- Firdaus, L.N., S. Wulandari., dan G.D. Mulyeni. 2013. Pertumbuhan Akar Tanaman Karet Pada Tanah Bekas Tambang Bauksit dengan Aplikasi Bahan Organik. *Jurnal Biogenesis* 10(1): 53-64
- Gharmakher, H.N., J.M. Machet., N. Beaudoin., and S. Recous. 2009. Estimation of Sulfur Mineralization and Relationships with Nitrogen and Carbon in Soils. *Biol Fertil Soils* 45: 297-304
- Gondek, K. 2010. Assessment of The Influence of Sewage Sludge Fertilization on Yield and Content of Nitrogen and Sulphur in Maize (*Zea mays* L.). *J. Elementol* 15(1): 65-79
- Hardjowigeno, S. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo: Jakarta. pp 328-329.
- Hardwigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta
- Hudaya, R., E. T. Sofyan., dan Y. Machfud. 2005. Penggunaan Pupuk Belerang dan Bokashi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) Terhadap pH, P-tersedia, C-organik, SO_4^{2-} dan Hasil Padi Sawah (*Oryza Sativa* L.) Pada Chromic Hapluderts. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran.

- Jaliya, M.M., U.F. Chiezey., B. Tanimu., A.C. Odunze., M.K. Othman., B.A. Babaji., B.M. Sani., and H. Mani. 2012. Effects of Nitrogen and Sulfur Fertilizers on Nitrogen Content in Soil, Ear Leaf, Flag Leaf, and Grain of QPM Maize Varieties at Samaru Zaria. *Journal of Agriculture Science* 4(5): 217-222
- Kim, K.I., D.E Kaiser., and J. Lamb. 2013. Corn Response to Starter Fertilizer and Broadcast Sulfur Evaluated Using Strip Trials. *Agronomy Journal* 105(2): 401-411
- Kovar, J. L., and D. L. Karlen. 2010. Is Sulfur Limiting Maize Grown on Eroded Midwestern U.S. Soils?. *World Congress of Soil Science, Soil Solution for a Changing World*
- Lakshmi, T.B., H.C. Prakash. and K. Sudhir. 2010. Effect of Different Sources and Levels of Sulphur on the Performance of Rice and Maize and Properties of Soil. *Mysore J. Agric, Sci* 44(1): 78-88
- Li, S., B. Lin., and W. Zhou. 2005. Effects of Previous Elemental Sulfur Applications on Oxidation of Additional Applied Elemental Sulfur in Soils. *Biol Fertil Soils* 42: 146-152
- Makus, D.J. 2012. Soil and Broccoli Head Sulfur Levels but Not Yields are Improved by the Application of Gypsum to a Light Textured Soil. *Subtropical Plant Science* 64: 37-43
- Mhango., W.G., S.K. Mughogho., W.D. Sakala., and A.R. Saka. 2008. The Effect of Phosphorus and Sulphur Fertilizers on Grain Legume and Maize Produktivity in Northern Malawi. *Journal of Agriculture, Environmental Science and Technology* 3: 20-27
- Mikkelsen, R., and R. Norton. 2013. Soil and Fertilizer Sulfur. *Better Crop* 97(2): 7-9
- Munir, M. 1996. *Tanah-Tanah Utama Indonesia*. Dunia Pustaka Jaya: Jakarta. pp 239-263.
- Orman, S., and M. Kaplan. 2011. Effetcs of Elemental Sulphur and Farmacyard Manure on pH and Salinity of Calcareous Sandy Loam Soil and Some Nutrient Elements in Tomato Plant. *Journal of Agricultural Science and Technology* 5(1): 22-26
- Pagani, Agustin, Echeverria, and Hernan. 2011. Performance of Sulfur Diagnostic Methods for C orn. *American Society of Agronomi* 2: 413-421
- Pandey, M., V.P. Singh., N. Kumar., M.T. Devi., and D. Kumar. 2014. Quality Parameters as Affected by Application of Different Sources and Levels of Sulfur in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environment and Ecology* 32(2): 597-598
- Purnomo, J., E. Tuherkih., I. G. P. Wigena., dan E. Sutedi. 2004. Pengaruh Pemupukan Nitrogen dan Belerang Terhadap Produksi dan Kualitas Tanaman Pakan di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*

- Rahman, M.M., A.A. Soaud., F.H.A. Darwish., and M.S. Azirun. 2011. Responses of Sulfur, Nitrogen and Irrigation Water on *Zea mays* Growth and Nutrients Uptake. *Australian Journal of Crop Science* 5(3): 350-360
- Rasheed, M., H. Ali., and T. Mahmood. 2004. Impact of Nitrogen and Sulfur Application on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.) Crop. *Journal of Research (Science)*, Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan. 15(2): 153-157
- Rehm, G.W. 2005. Sulfur Management for Corn Growth with Conservation Tillage. *Soil Science of America Journal* 69(3):709-717
- Scherer, H. W. 2001. Sulphur in Crop Production. *European Journal of Agronomy* 14: 81-111
- Setiawan, A. 2003. Pengaruh Dosis Pupuk dan Jarak Tanam Terhadap Produksi dan Mutu Benih Jagung Manis (*Zea mays sccharata* Sturt.). Skripsi Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Sharma, H. M., and P. C. Chaplot. 2014. Nutrient Uptake and Quality of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) as Influenced by Rates and Sources of Sulfur and Fertility Levels. *Environment and Ecology* 32 (4): 1316-1318
- Shivran, R.K., R. Kumar., and A. Kumari. 2013. Influence of Sulphur, Phosphorus and Farm Yard Manure on Yield Attributes and Productivity of Maize (*Zea mays* L.) in Humid South Eastern Plains of Rajasthan. *Agric. Sci. Digest* 33(1): 9-14
- Stevenson, F. J., and M. A. Cole. 1999. Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrient. Second Edition. John Wiley and Sons. pp 330-364
- Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Alfabeta. Bandung
- Sutaatmadja, D.S. 2005. Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung dan Kacang Tanah di Daerah Bogor. Disertasi. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Szulc, P., J. Bocianowski., and M. Rybus-zajac. 2012. The Effect of Soil Supplementation with Nitrogen and Elemental Sulphur on Chlorophyll Content and Grain Yield of Maize (*Zea mays* L.). *Zemdirby Agriculture* 99(3): 247-254
- Tanikawa, T., K. Noguchi., K. Nakanishi., H. Shigenaga., J. Nagakura., H. Sakai., A. Akama., and M. Takahashi. 2014. Sequential Transformation Rates of Soil Organic Sulfur Fractions in Two-Step Mineralization Process. *Biol Fertil Soils* 50: 225-237
- Wardoyo, S.S., 2008. Aplikasi Olah Tanah Konservasi dan Pupuk N Pada Entisols Serta Pengaruhnya Terhadap Serapan NPK Tanaman Jagung. *Agrin* 12(2): 227-236



LAMPIRAN



Lampiran 1. Hasil Analisis Dasar Tanah

Jenis Analisis		Nilai	Kriteria*
pH	H ₂ O (aktual)	7,80	Alkalis
	KCl (potensial)	6,70	Netral
C-organik (%)		1,62	Rendah
Nitrogen (%)		0,13	Rendah
C/N Rasio		12,00	Sedang
P-total (mg 100 g ⁻¹)		38,00	Sedang
P-tersedia (ppm)		34,00	Sangat tinggi
K-total (me 100 g ⁻¹)		13,00	Rendah
Kalsium (me 100 g ⁻¹)		30,13	Sangat tinggi
Magnesium (me 100 g ⁻¹)		1,17	Sedang
Kalium (me 100 g ⁻¹)		0,10	Rendah
Natrium (me 100 g ⁻¹)		0,10	Rendah
Kapasitas Tukar Kation (me 100 g ⁻¹)		19,44	Sedang
Kejenuhan Basa (%)		>100	Sangat tinggi
Total S (%)		0,01	Rendah
SO ₄		15,31	Rendah
Tekstur			Lempung
Pasir (%)		42,00	
Debu (%)		36,00	
Liat (%)		22,00	

*Kriteria berdasarkan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2012)

Lampiran 2. Klasifikasi Tanah di Daerah Penelitian

Tanggal Pengamatan	: 23 Oktober 2003
Lokasi	: KP Peternakan IPB, Jonggol
Ketinggian tempat	: 120 m dpl
Klasifikasi Tanah	
Soepraptohardjo (1961)	: Brown Forest Soil
Soil Taxonomy (1999)	: Lithic Hapludolls
Fisiografi/Lereng	: Bukit angkatan, berombak (3-8%)
Bahan Induk	: Batu gamping
Drainase/Permeabilitas	: Baik/ Agak lambat
Penggunaan lahan	: Tegalan dteras sederhana, diberakan lebih dari 5 tahun

Horizon	Uraian sifat morfologi
Ap	0-19 cm. Coklat gelap (7.5YR3/2), liat, gumpah bersudut halus, agak teguh, perakaran halus banyak, pori halus banyak, pH 6.8, batas horizon nyata rata beralis ke
Bw	19-35 cm. Coklat (7.5YR4/4), liat, gumpal bersudut sedang, teguh, perakaran halus sedikit, pori halus sedang-sedikit, pH 7.2, batas horizon jelas rata beralih ke
BC	35-46 cm. Coklat kuat (7.5YR5/6), liat, lemah gumpal bersudut sedang-kasar, agak teguh, pH 7.9, lapukan batuan kuning kemerahan (7.5YR7/8) dan pink (7.5YR8/2) 10-20%, batas horizon jelas rata beralih ke
C	46-100 cm. Lapukan batuan gamping
Epipedon molik, horizon bawah kambik, regim kelembaban udik dan regim temperatur isohipertermik.	

Sumber : Sutaatmadja (2005)

Lampiran 3. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Dasar Tanaman Jagung

Diketahui: Kebutuhan N jagung per hektar adalah 184 kg, P_2O_5 92 kg, dan K_2O 60 kg. Jarak tanam jagung adalah $75 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} = 1875 \text{ cm}^2 = 0,187 \text{ m}^2$

- Populasi tanaman per hektar = $10000 \text{ m}^2 / 0,187 \text{ m}^2$
= 53476 tanaman
- Kebutuhan urea per hektar = $100 / 46 \times 184 \text{ kg}$
= 400 kg
= 400000 g
Kebutuhan urea per tanaman = $400000 \text{ g} / 53476 \text{ tanaman}$
= $7,47 \text{ g urea tanaman}^{-1}$
- Kebutuhan TSP per hektar = $(100 / 36) \times 92 \text{ kg}$
= 200 kg
= 200000 g
Kebutuhan TSP per tanaman = $200000 \text{ g} / 53476 \text{ tanaman}$
= $3,74 \text{ g TSP tanaman}^{-1}$
- Kebutuhan KCl per hektar = $(100 / 60) \times 60$
= 100 kg
= 100000 g
Kebutuhan KCl per tanaman = $100000 \text{ g} / 53476 \text{ tanaman}$
= $1,87 \text{ g KCl tanaman}^{-1}$

Lampiran 4. Perhitungan Kebutuhan urea dan ZA Pada Perlakuan P1

Diketahui: Kebutuhan N jagung per hektar adalah 184 kg dan S adalah 60 kg ha⁻¹.

Urea mengandung 46% N. ZA mengandung 21 %N dan 24 % S. Jarak tanam jagung adalah 75 cm x 25 cm = 1875 cm² = 0,187 m²

$$\begin{aligned} \text{- Kebutuhan ZA per hektar} &= (100 / 24) \times 60 \text{ kg} \\ &= 250 \text{ kg} \\ &= 250000 \text{ g} \end{aligned}$$

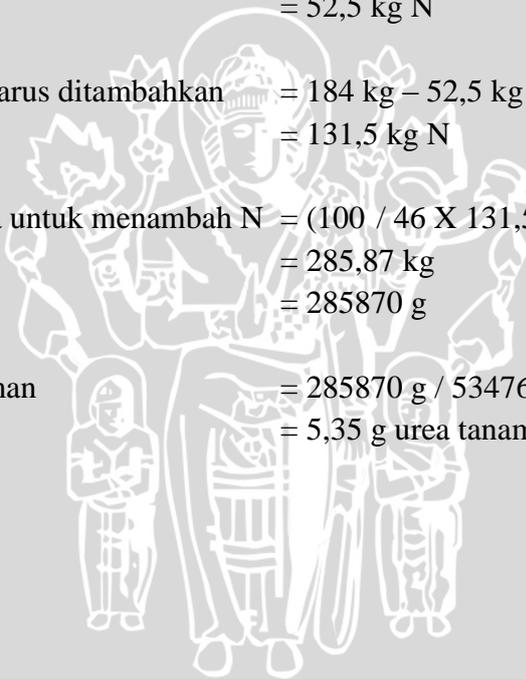
$$\begin{aligned} \text{Dosis per tanaman} &= 250000 \text{ g} / 53476 \text{ tanaman} \\ &= 4,67 \text{ g ZA tanaman}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kandungan N pada pupuk ZA yang diberikan} \\ \text{Kandungan N pada ZA per hektar} &= (21\% \times 250 \text{ kg}) \\ &= 52,5 \text{ kg N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Dosis N yang harus ditambahkan} &= 184 \text{ kg} - 52,5 \text{ kg} \\ &= 131,5 \text{ kg N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan urea untuk menambah N} &= (100 / 46 \times 131,5 \text{ kg}) \\ &= 285,87 \text{ kg} \\ &= 285870 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis per tanaman} &= 285870 \text{ g} / 53476 \text{ tanaman} \\ &= 5,35 \text{ g urea tanaman}^{-1} \end{aligned}$$



Lampiran 5. Perhitungan Pupuk Sulfur Bubuk dan Sulfur Granul

Diketahui : Kebutuhan S adalah 60 kg ha^{-1} . Sulfur bubuk mengandung 98% S dan sulfur granul mengandung 88,96% S. Jarak tanam jagung adalah $75 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} = 1875 \text{ cm}^2 = 0,187 \text{ m}^2$

- Dosis perlakuan 100% sulfur bubuk
 Kebutuhan sulfur bubuk per hektar $= (100 / 98) \times 60 \text{ kg}$
 $= 61,22 \text{ kg}$
 $= 61220 \text{ g}$
 Dosis sulfur bubuk per tanaman $= 61220 \text{ g} / 53476 \text{ tanaman}$
 $= 1,14 \text{ g tanaman}^{-1}$

- Dosis perlakuan 100% sulfur granul
 Kebutuhan sulfur granul per hektar $= (100 / 88,96) \times 60 \text{ kg}$
 $= 67,45 \text{ kg}$
 $= 67450 \text{ g}$
 Dosis sulfur granul per tanaman $= 67450 \text{ g} / 53476 \text{ tanaman}$
 $= 1,26 \text{ g tanaman}^{-1}$

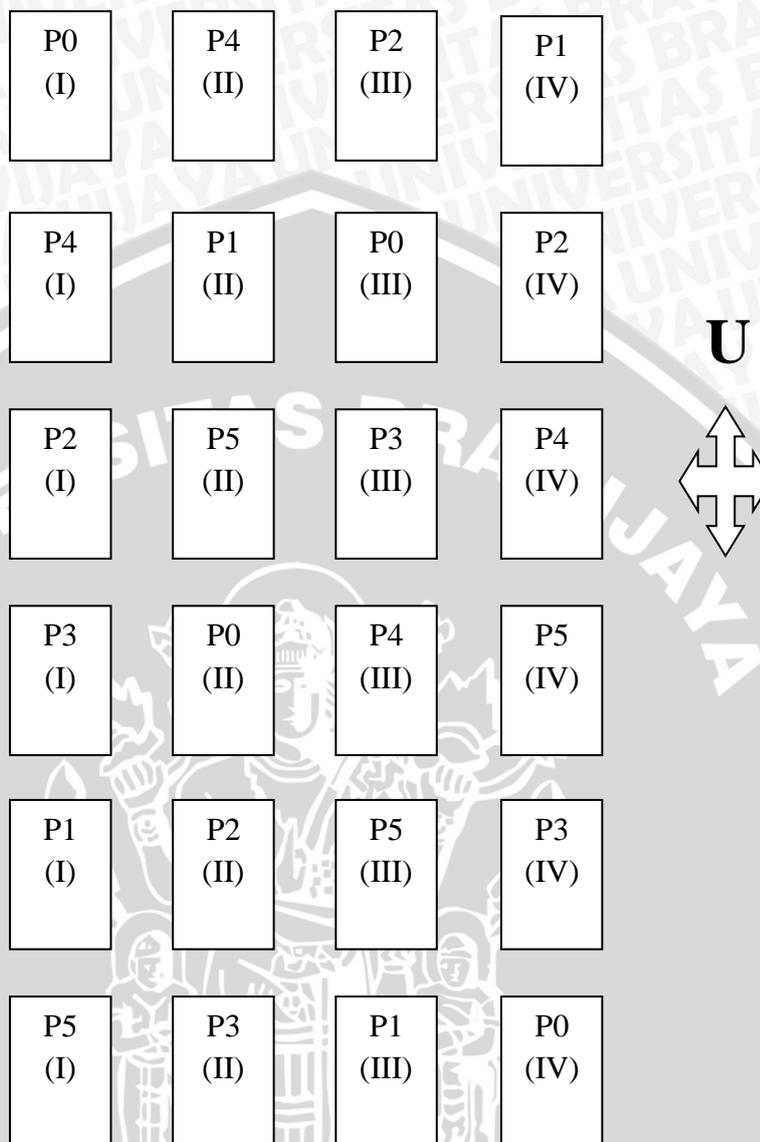
- Dosis perlakuan 50% sulfur granul
 Dosis per hektar $= 50\% \times 67,45 \text{ kg}$
 $= 33,725 \text{ kg sulfur granul}$
 Dosis per tanaman $= 50\% \times 1,26 \text{ g}$
 $= 0,63 \text{ g}$

- Dosis perlakuan 150% sulfur granul
 Dosis per hektar $= 150\% \times 67,45 \text{ kg}$
 $= 101,175 \text{ kg sulfur granul}$
 Dosis per tanaman $= 150\% \times 1,26 \text{ g}$
 $= 1,89 \text{ g}$

Lampiran 6. Deskripsi Jagung Varietas DK 95

Asal	: Jagung hibrida Monsanto TB 9001 adalah persilangan ganda (<i>double cross</i>) TB840134FF/TB840134MF) dengan (TB840134FM/ TB840134MM), tetua betina (TB840134FF/ TB840134MF) dan tetua jantan (TB840134FM/ TB840134MM) adalah persilangan tunggal. Galur-galur TB840134FM, TB840134MM, TB840134FF, TB840134MF berasal dari populasi yang berbeda. Galur ini dikembangkan oleh Departemen Penelitian Perbenihan Monsanto, Thailand
Umur	: 50% keluar rambut: \pm 58 hari Masak fisiologis: \pm 98 hari
Batang	: Besar dan kokoh
Warna batang	: Hijau
Tinggi tanaman	: \pm 195 cm
Warna daun	: Hijau
Keragaman tanaman	: Baik
Perakaran	: Baik
Kerebahan	: Tahan rebah
Warna malai	: Ungu
Warna anthera	: Merah muda
Bentuk tongkol	: Besar
Tinggi tongkol	: Sedang (\pm 103 cm)
Warna tongkol	: Putih
Kelobot	: Menutup tongkol dengan baik
Tipe biji	: Semi mutiara
Warna tongkol	: Oranye kuning
Jumlah baris/tongkol	: 14-16 baris
Bobot 1000 biji	: \pm 300 g
Rata-rata hasil	: 9,25 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	: 11,94 t/ha pipilan kering
Ketahanan	: Tahan terhadap penyakit karat, toleran terhadap penyakit bulai
Keunggulan	: Tahan terhadap kekeringan (stress air) dan tahan rebah sesuai untuk daerah yang sering terjadi angin dengan kecepatan yang tinggi
Pengusul	: P.T. Monagro Kimia (Monsanto Indonesia)

Lampiran 7. Denah Perlakuan



Keterangan : PO, P1, P2, P3, P4, P5 = perlakuan
 I, II, III, IV = ulangan

Lampiran 8. Pengaruh Aplikasi Pupuk Sulfur Terhadap Variabel Pengamatan

Lampiran 8a. pH tanah

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	0,0549	5	0,0110	1,6387	tn	2,77	4,25
	Galat	0,1206	18	0,0067				
	Total	0,1755	23	0,0076				
KK (%)				1,06				

Lampiran 8b.C-Organik Tanah

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	0,00133	5	0,00027	0,83287	tn	2,77	4,25
	Galat	0,00576	18	0,00032				
	Total	0,00709	23	0,00031				
KK (%)				19,25				

Lampiran 8c. Residu S

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	169,91	5	33,98	5,37	**	2,77	4,25
	Galat	113,90	18	6,33				
	Total	283,80	23	12,34				
KK (%)				10,93				

Lampiran 8d. Bobot Kering Jagung

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	2123,07	5	424,61	1,39	tn	2,77	4,25
	Galat	5493,25	18	305,18				
	Total	7616,32	23	331,14				
KK (%)				14,38				

Lampiran 8e. Bobot Biji per Tongkol

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	1745,85	5	349,17	1,47	tn	2,77	4,25
	Galat	4288,95	18	238,27				
	Total	6034,80	23	262,38				
KK (%)				15,70				

Lampiran 8f. Jumlah Biji per Tongkol

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	39415,83	5	7883,17	2,07	tn	2,77	4,25
	Galat	68533,50	18	3807,42				
	Total	107949,33	23	4693,45				
KK (%)				15,11				

Lampiran 8g. Bobot Biji 100 Butir

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	13,47	5	2,69	0,62	tn	2,77	4,25
	Galat	78,39	18	4,36				
	Total	91,86	23	3,99				
KK (%)				8,44				

Lampiran 8h. Serapan S tanaman

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	2,242	5	0,448	0,993	tn	2,77	4,25
	Galat	8,129	18	0,452				
	Total	10,371	23	0,451				
KK (%)				21,17				

Lampiran 8i. Serapan S-biji

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	0,86	5	0,17	1,35	tn	2,77	4,25
	Galat	2,28	18	0,13				
	Total	3,14	23	0,14				
KK (%)				24,95				

Lampiran 8j. Bobot Akar

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
13 MST	Perlakuan	87,14	5	17,43	2,18	tn	2,77	4,25
	Galat	144,00	18	8,00				
	Total	231,15	23	10,05				
KK (%)				17,80				

Lampiran 8m. Tinggi Tanaman

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
2 MST	Perlakuan	70,33	5	14,07	0,77	tn	2,77	4,25
	Galat	329,46	18	18,30				
	Total	399,79	23	17,38				
KK (%)				8,09				
4 MST	Perlakuan	282,38	5	56,48	0,67	tn	2,77	4,25
	Galat	1506,59	18	83,70				
	Total	1788,97	23	77,78				
KK (%)				8,18				
6 MST	Perlakuan	284,89	5	56,98	0,88	tn	2,77	4,25
	Galat	1163,40	18	64,63				
	Total	1448,30	23	62,97				
KK (%)				5,32				
8 MST	Perlakuan	536,47	5	107,29	1,27	tn	2,77	4,25
	Galat	1524,44	18	84,69				
	Total	2060,91	23	89,60				
KK (%)				4,50				

Lampiran 8n. Jumlah Daun

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
2 MST	Perlakuan	0,38	5	0,08	0,60	tn	2,77	4,25
	Galat	2,25	18	0,13				
	Total	2,63	23	0,11				
KK (%)				8,57				
4 MST	Perlakuan	18,83	5	3,77	0,71	tn	2,77	4,25
	Galat	95,00	18	5,28				
	Total	113,83	23	4,95				
KK (%)				22,23				
6 MST	Perlakuan	0,88	5	0,18	0,21	tn	2,77	4,25
	Galat	14,75	18	0,82				
	Total	15,63	23	0,68				
KK (%)				5,89				
8 MST	Perlakuan	1,00	5	0,20	0,28	tn	2,77	4,25
	Galat	13,00	18	0,72				
	Total	14,00	23	0,61				
KK (%)				4,36				

Lampiran 8o. Lampiran Diameter Batang

Pengamatan	SK	JK	DB	KT	F-hitung	F-tabel		
						5%	1%	
2 MST	Perlakuan	2,23	5	0,45	1,01	tn	2,77	4,25
	Galat	7,93	18	0,44				
	Total	10,16	23	0,44				
KK (%)				16,27				
4 MST	Perlakuan	5,29	5	1,06	0,31	tn	2,77	4,25
	Galat	60,97	18	3,39				
	Total	66,26	23	2,88				
KK (%)				13,33				
6 MST	Perlakuan	8,06	5	1,61	0,88	tn	2,77	4,25
	Galat	32,90	18	1,83				
	Total	40,95	23	1,78				
KK (%)				7,01				
8 MST	Perlakuan	7,21	5	1,44	1,04	tn	2,77	4,25
	Galat	25,01	18	1,39				
	Total	32,23	23	1,40				
KK (%)				5,44				

Keterangan : KK : Koefisien keragaman SK : Sumber keragaman
 JK : Jumlah Kuadrat DB : Derajat bebas
 KT : KuadraT tengah

Lampiran 9. Pengaruh Aplikasi Sulfur Terhadap Peningkatan Produksi dan Serapan Tanaman

Perlakuan	Peningkatan (%)					
	Bobot kering jagung	Bobot biji	Bobot biji 100 butir	Jumlah biji per tongkol	Serapan S tanaman	Serapan S biji
P0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1	28,40	33,35	-4,25	37,69	16,83	-9,58
P2	13,46	14,76	-4,72	16,12	19,89	-11,24
P3	13,29	17,11	-8,20	26,79	-6,72	-26,28
P4	21,24	21,28	-1,62	19,55	19,02	-9,24
P5	22,08	25,56	-7,35	31,19	19,98	14,38



Lampiran 10. Data Pertumbuhan Tanaman Jagung

Lampiran 10a. Rerata Tinggi Tanaman Jagung

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
P0	50,73	105,90	144,38	194,00
P1	54,25	113,40	155,65	207,50
P2	52,83	111,68	150,43	208,00
P3	55,78	117,40	152,98	205,25
P4	51,35	112,30	152,20	205,50
P5	52,30	110,53	150,75	205,63

Lampiran 10b. Rerata Jumlah Daun Tanaman Jagung

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun (helai)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
P0	4,00	10,00	15,00	19,25
P1	4,00	10,25	15,50	19,50
P2	4,25	10,25	15,25	19,50
P3	4,25	10,75	15,50	19,75
P4	4,25	10,25	15,50	19,25
P5	4,00	8,00	15,50	19,75

Lampiran 10c. Rerata Diameter Batang Tanaman Jagung

Perlakuan	Rerata Diameter Batang (mm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
P0	3,90	13,35	19,19	21,88
P1	4,00	14,60	19,10	21,95
P2	4,23	13,93	20,16	22,58
P3	4,68	14,10	19,16	21,00
P4	3,73	13,68	18,30	21,03
P5	3,95	13,20	19,75	21,70

Lampiran 11. Matriks Korelasi Antara Variabel Pengamatan

	pH	C-organik	KTK	KB	S-residu	Serapan S biji	Serapan S tanaman	Tinggi tanaman	Diameter batang	Jumlah daun	Bobot akar	Jumlah biji tiap tongkol	Bobot biji tiap tongkol	Bobot jagung kering	Bobot biji 100 butir	Bobot kering
pH	1															
C-organik	-.077	1														
KTK	.048	-.354*	1													
KB	.022	.194	-.857**	1												
S-residu	-.676**	.207	.029	-.009	1											
Serapan S biji	.265	-.460*	.084	-.010	-.261	1										
Serapan S tanaman	-.257	-.287	-.043	.043	.262	.339	1									
Tinggi tanaman	.000	-.015	-.169	.323	.405*	.223	.019	1								
Diameter batang	-.123	.053	.047	-.158	.302	-.016	-.087	.155	1							
Jumlah daun	.426*	-.169	-.236	.247	-.226	.290	-.167	.484**	.219	1						
Bobot akar	.107	-.124	.040	-.153	-.088	.120	.202	-.340	.103	-.029	1					
Jumlah biji tiap tongkol	.082	.172	-.100	.185	.322	-.184	-.348*	.592**	.124	.420*	-.374*	1				
Bobot biji tiap tongkol	.041	.238	-.048	.093	.473**	-.093	-.194	.721**	.310	.287	-.368*	.840**	1			
Bobot jagung kering	.029	.279	-.020	.069	.509**	-.049	-.146	.700**	.319	.212	-.339	.763**	.985**	1		
Bobot biji 100 butir	.017	.162	.075	-.220	.110	.087	.228	.087	.262	-.277	.183	-.376*	.137	.231	1	
Bobot kering	.145	-.022	-.019	-.067	.039	.364*	.013	.082	.590**	.269	.517**	.066	.179	.221	.212	1

Keterangan : * korelasi nyata pada taraf 0,05 dengan metode Pearson
 ** korelasi nyata pada taraf 0,01 dengan metode Pearson

0,00 – 0,19	Sangat rendah
0,20 – 0,39	Rendah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat kuat

(Sugiyono, 2008)

Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian



a. Tanaman umur 4 MST



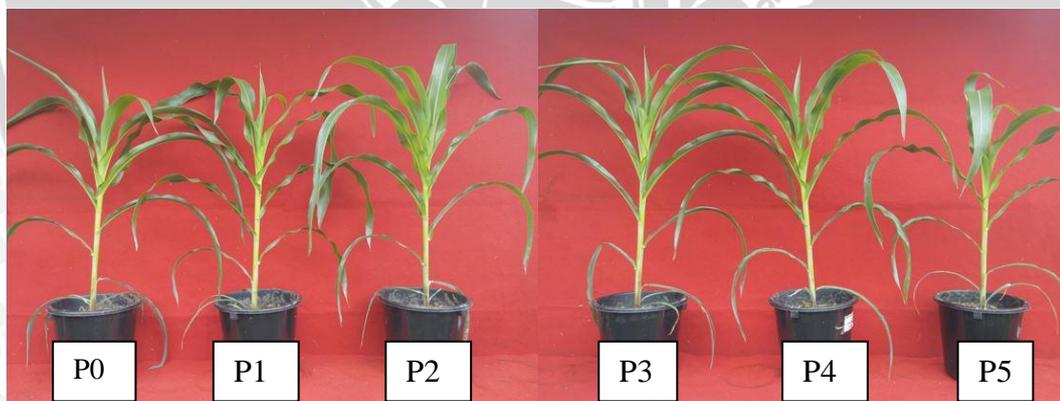
b. Tanaman umur 6 MST



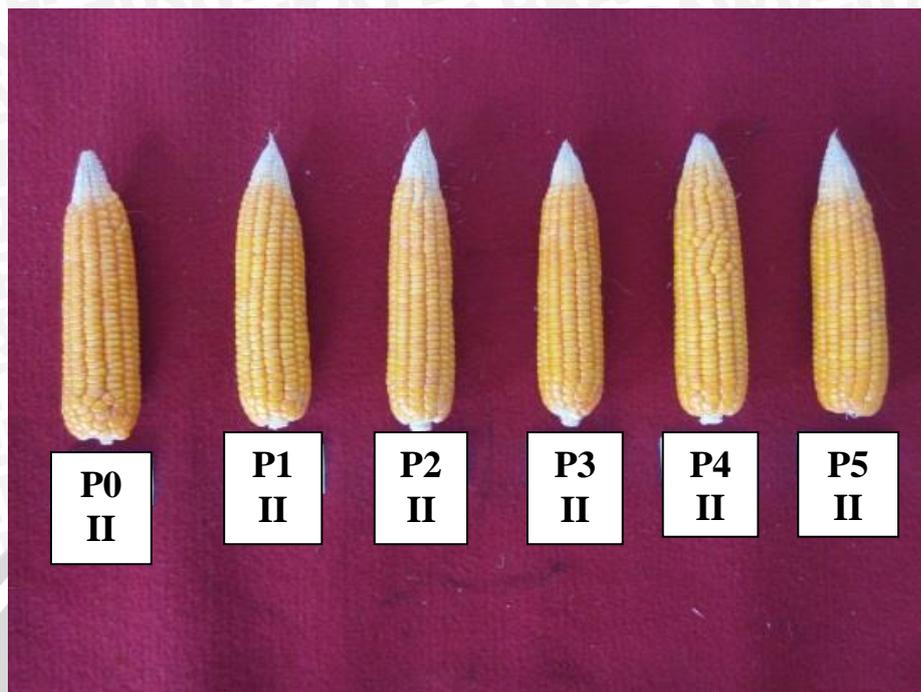
c. Tanaman umur 8 MST



d. Tanaman sebelum panen (13 MST)



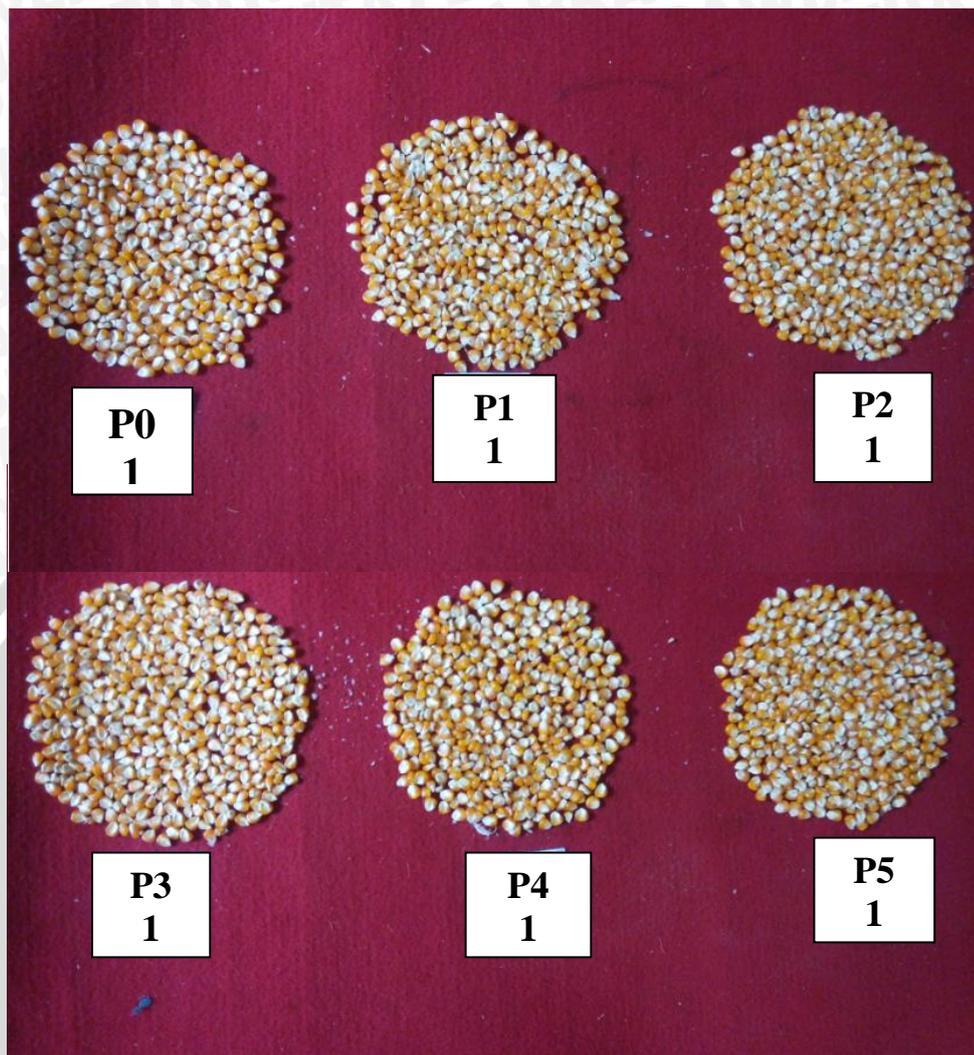
e. Tanaman jagung umur 6 MST



f. Hasil tanaman jagung



g. Akar kering tanaman jagung



h. Jagung yang telah dipipil



i. Analisis laboratorium

