

**PENGARUH MODIFIKASI LARUTAN HOAGLAND TERHADAP
PENINGKATAN UNSUR HARA MAKRO (N, P, K) TANAH DAN
SERAPAN HARA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Oleh
ARIS MUNTIARI DEWI

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PENGARUH MODIFIKASI LARUTAN HOAGLAND TERHADAP
PENINGKATAN UNSUR HARA MAKRO (N, P, K) TANAH DAN
SERAPAN HARA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Oleh

ARIS MUNTIARI DEWI

125040201111113

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strarta Satu (S-1)**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2016

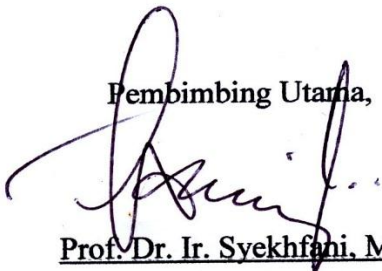
LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **PENGARUH MODIFIKASI LARUTAN HOAGLAND TERHADAP PENINGKATAN UNSUR HARA MAKRO (N, P, K) TANAH DAN SERAPAN HARA TANAMAN JAGUNG (*Zea Mays* L.)**

Nama Mahasiswa : **ARIS MUNTIARI DEWI**
NIM : 125040201111113
Jurusan : Manajemen Sumberdaya Lahan
Program Studi : Agroekoteknologi
Laboratorium : Kimia
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Syekhfaani, MS.

NIP.19480723 197802 1 001

Pembimbing Kedua,



Novalia Kusumarini, SP. MP.

NIP. 19891108 201504 2 001

Mengetahui,

a.n Dekan

Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya



Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.

NIP. 19540501 198103 1 006

11 OCT 2016

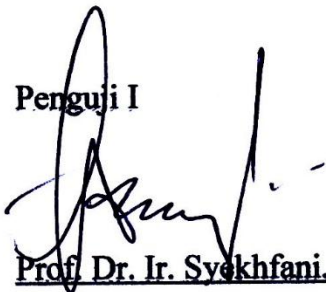
Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

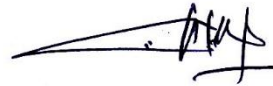
Penguji I



Prof. Dr. Ir. Syekhfani, MS.

NIP.19480723 197802 1 001

Penguji II



Novalia Kusumarini, SP. MP.

NIP. 19891108 201504 2 001

Penguji III



Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.

NIP. 19540501 198103 1 006

Penguji IV



Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS.

NIP. 19611109 198503 2 001

Tanggal Lulus :

31 OCT 2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2016

Aris Muntiari Dewi





Skripsi adalah sebuah perjalanan melelahkan yang menyita banyak waktu dengan segala proses rumit yang panjang. Kombinasi antara doa, usaha, kesabaran, dan kesungguhan yang juga menyita banyak waktu dan biaya saling melengkapi di setiap langkahnya.

Setiap katanya dilandasi dengan doa, lembar-lembarinya ditemani usaha, dan dalam bab-babnya dikawal dengan kesabaran dan kesungguhan. Skripsi bagai kam kitab sakti berisikan pelajaran tentang doa, usaha, kesabaran, kesungguhan dan keikhlasan yang pada akhirnya akan membuahkan keberhasilan

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

Kedua orang tuaku tercinta :
Subari dan Muniroh,

Kedua adik ku tersayang :
Agung Wahyu W. dan Nagita Aqila Z.

Seluruh keluarga besar :
Nenek, Om, Tante, Budhe serta Saudara
lainnya yang selama ini memberi banyak
motivasi serta semangat

Partner Spesial : Alfan Setya W.

Teman seperjuangan :
Ardy Wahyu B, Yastir A, Irma Emiliana, dll.

RINGKASAN

Aris Muntiari Dewi. 125040201111113. Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland Terhadap Peningkatan Unsur Hara Makro (N, P, K) Tanah dan Serapan Hara pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Di bawah bimbingan Syekhiani. dan Novalia Kusumarini

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman pangan utama pengganti padi. Kementerian Pertanian RI (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan produksi jagung di pulau Jawa pada tahun 2010-2014 mengalami peningkatan 0,81%, namun angka tersebut masih terbilang rendah. Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produksi jagung adalah rendahnya unsur hara dalam tanah. Pemupukan secara kimia sintetis merupakan jalan termudah dan tercepat dalam menangani masalah difisiensi hara. Namun dalam aplikasinya terdapat beberapa kendala yang menyebabkan efisiensi ketersediaan unsur hara didalam tanah rendah. Oleh karena itu diperlukan adanya teknologi baru yang dapat mengatasi kendala tersebut yaitu dengan memberikan larutan hara pada tanah. Larutan hara tanah penting untuk media tumbuh tanaman karena larutan tanah merupakan cairan yang tersusun atas air dan zat-zat terlarut di dalam tanah. Larutan Hoagland merupakan larutan hara yang umumnya diaplikasikan dalam sistem tanam hidroponik akan dimodifikasi ke dalam sistem pertanian menggunakan media tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi larutan Hoagland pada taraf kapasitas lapang terbaik yang dapat meningkatkan unsur hara makro N, P, K dalam tanah dan dapat meningkatkan serapan hara tanaman Jagung. Penelitian ini dilakukan di Rumah kaca UIN Maliki Ibrahim pada Maret sampai Juni 2016. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 6 perlakuan (Kapasitas Lapang 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%) dan 4 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan anova uji F taraf 5% dan apabila terdapat perbedaan yang nyata akan dilanjutkan dengan Uji Duncan (DMRT) taraf 5%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan larutan Hoagland kapasitas lapang 100% (P5) dapat meningkatkan unsur hara makro (N, P, K) tanah berturut-turut sebesar 14,28%, 27,32% dan 35,37%. Penggunaan larutan Hoagland juga dapat meningkatkan serapan N, P, K tanaman Jagung berturut-turut sebesar 78,4%, 667,1%, dan 497,3%.

SUMMARY

Aris Muntiari Dewi. 125040201111113. The Effect of Modification Hoagland Solution to Improve Soil Macro Nutrients (N, P, K) and Absorbed on Maize (*Zea mays* L.). Under the supervision of Syekhfani and Novalia Kusumarini

Maize plant is a main food substitute for rice. According to Kementrian RI (2015), the growth of maize production in java 2010-2014 increased 0,81%, however it's availability low. One of the factors that affect the low maize production is low nutrients in the soil. Synthetic chemical fertilization is the simplest and quickest way to addressing the problem of nutrient deficiency. However, in the application, there are several obstacles that caused low efficiency of nutrient availability in the soil. So that the necessary new technologies that can overcome these problem by provided nutrients in the soil solution. The solution of soil nutrient is essential for plant growth media because this liquid composed of water and solute nutrients in soil. Hoagland solution is generally applied to hydroponic cultivation system and will be modified into the cropping system with soil media.

This research was aim to know the effect of modification Hoagland solution at best field capacity to improved soil macro nutrients (N, P, K) and nutrient absorb on plant. This research was conducted in UIN Maliki Ibrahim's greenhouse at March until June 2016. The design of the research was completely randomized design (CRD) using 6 treatments (Capacity Field 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100%) and 4 replications. The data were analyzed with ANOVA F test level of 5% and if there is a real difference will be continued by Duncan test (DMRT) level of 5%. The result of this research is using Hoagland solution on 100% field capacity can improved soil macro nutrients (N, P, K) respectively for 14.28%, 27.32% ,35.37% and increased nutrient absorb (N, P, K) on plant respectively for 78.4%, 667.1%, and 497.3%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi di Jurusan Ilmu tanah, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya yang berjudul **“Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland Terhadap Peningkatan Unsur Hara Makro (N, P, K) Tanah dan Serapan Hara Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)”**

Selama penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan motivasi serta partisipasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Subari dan Muniroh, selaku orang tua penulis yang telah banyak membantu dalam memberikan dukungan secara moril dan materil, nasehat penuh manfaat, doa, serta bimbingan dari kecil hingga saat ini sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi penelitian.
2. Prof. Dr. Ir. Syekhfani, MS., selaku pembimbing utama yang telah memberikan motivasi, nasehat, dan pengarahan, serta bimbingan dalam penyelesaian skripsi penelitian
3. Novalia Kusumarini, SP. MP., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan motivasi, nasehat, dan pengarahan, serta bimbingan dalam penyelesaian skripsi penelitian
4. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang telah memberikan izin dan bimbingan untuk melaksanakan seminar dan ujian sidang skripsi.
5. Seluruh teman-teman mahasiswa MSDL 2012, serta sahabat-sahabat seperjuangan yang saat ini sedang berjuang bersama-sama.
6. Agung Wahyu Wibowo dan Nagita Aqila Zahra sebagai adik penulis, Nasipa yang telah berperan sebagai nenek penulis, serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, semangat dan motivasi kepada penulis.
7. Alfian Setya Winurdana, yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian, dan memberikan semangat, dukungan, serta motivasi hingga terselesaikannya skripsi penelitian.

Penulis berharap skripsi ini mampu menjadi langkah awal yang baik dan menjadikan penelitian ini mampu memberikan solusi, pemikiran dan kemajuan ilmu di bidang pertanian. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi teman mahasiswa, masyarakat umum, dan berbagai pihak yang lain serta khususnya bagi penulis.

Malang, Agustus 2016

Penulis,

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sidoarjo pada tanggal 26 Mei 1994 sebagai putri pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Subari dan Ibu Muniroh. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDNi Keboan Sikep III Gedangan-Sidoarjo pada tahun 2000 sampai tahun 2006. Pada tahun 2006 sampai tahun 2009 penulis melanjutkan studinya pada tingkat menengah di SMP Dharma Wanitai 1 Sidoarjo. Penulis melanjutkan studinya ditingkat atas di SMA Dharma Wanita 1 Sidoarjo pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Pada tahun yang sama setelah dinyatakan lulus pada tingkat pendidikan atas, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 (S-1) Program Studi Agroekoteknologi Minat Manajemen Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan.

Selama menjadi mahasiswa disamping mengikuti kegiatan perkuliahan penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Manajemen Kesuburan Tanah (MKT), Kewirausahaan (KWU), dan Rancangan Percobaan (RANCOB) pada tahun 2015. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan Gatraksi Jurusan Tanah Universitas Brawijaya pada tahun 2015. Selain itu penulis aktif menjadi anggota Canopy Fakultas Pertanian pada tahun 2012-2013. Pada tahun 2012 penulis juga pernah menjadi anggota dalam sebuah organisasi Eksekutif Mahasiswa (EM) Universitas Brawijaya divisi Advokesma, kemudian pada tahun 2016 penulis terdaftar sebagai asisten Mata Kuliah Agroforestri.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kebutuhan Unsur hara Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L.).....	5
2.2 Kandungan Unsur Hara Makro (N, P, K) di dalam Tanah.....	6
2.3 Modifikasi Larutan Hoagland.....	10
2.4 Hubungan Unsur hara dengan Larutan Hoagland.....	13
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	18
3.5 Parameter Pengamatan	24
3.6 Analisis Data.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil.....	25
4.1.1 Kandungan Unsur Hara N, P, K pada masing-masing Perlakuan	25
4.1.2 Sifat Kimia Tanah	26
4.1.3 Serapan Hara Tanaman	30
4.1.4 Berat Basah (BB) dan Berat Kering (BK) Tanaman.....	32
4.2 Pembahasan	33
4.2.1 Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Kandungan Unsur Hara makro tanah.....	33
4.2.2 Pengaruh Larutan Modifikasi Hoagland terhadap Serapan Hara.....	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Komposisi Larutan Nutrisi Hoagland untuk Pertumbuhan Tanaman	11
2.	Komposisi Modifikasi Larutan Hoagland	12
3.	Perlakuan Penelitian	18
4.	Bahan Dasar dan Konsentrasi Hara Modifikasi Larutan Hoagland	19
5.	Konsentrasi Unsur Hara dalam Modifikasi Larutan Hoagland	20
6.	Analisis Dasar Kimia Tanah	21
7.	Analisis Parameter Pengamatan Penelitian	24
8.	Kandungan Hara Modifikasi Larutan Hoagland pada Masing-masing Perlakuan Kapasitas Lapang	25
9.	Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah	26
10.	Hasil Analisis Parameter Serapan Tanaman	30
11.	Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap BB daan BK Tanaman	32
12.	Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Efisiensi Serapan Hara	40

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Diagram Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Kandungan Hara N-total Tanah	34
3.	Regresi Jumlah Hara N Larutan dengan N-total Tanah	35
4.	Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Kandungan Hara P-total dan K-total Tanah	36
5.	Regresi Jumlah Hara P Larutan dengan P-total Tanah	37
6.	Regresi Jumlah Hara K Larutan dengan K-total Tanah	38
7.	Kumulasi Serapan N, P, K Tanaman	41
8.	Regresi Jumlah Hara N Larutan dengan N-serapan Tanaman	41
9.	Regresi Jumlah Hara P Larutan dengan P-serapan Tanaman	43
10.	Regresi Jumlah Hara K Larutan dengan K-serapan Tanaman	44

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Deskripsi Jagung Manis Varietas Talenta.....	50
2.	Kriteria Analisa Tanah	51
3.	Lampiran Analisa Ragam (Anova)	52
4.	Uji Korelasi	54
5.	Hasil Analisis Parameter Dasar Kimia Tanah.....	55
6.	Kebutuhan Hara (N, P, K) Tanaman Jagung	56
7.	Denah Penelitian	57
8.	Dokumentasi Penelitian	59

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman pangan utama pengganti padi. Jagung termasuk komoditas pertanian strategis dalam pengembangan industri pangan. Menurut Kementerian Pertanian RI (2015) pertumbuhan produksi jagung di pulau Jawa pada tahun 2010-2014 mengalami peningkatan 0,81%, namun angka tersebut masih terbilang rendah. Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produksi jagung adalah rendahnya unsur hara dalam tanah. Tanaman jagung membutuhkan ± 13 unsur hara yang diserap melalui tanah, terutama unsur hara N, P, dan K yang dibutuhkan dalam jumlah lebih banyak dan sering mengalami kekurangan (Sirappa dan Nasruddin, 2010). Pemupukan merupakan sistem yang umum dipakai dalam budidaya pertanian di Indonesia untuk meningkatkan produksi dan kualitas hasil tanaman Jagung.

Pemupukan secara kimia sintetis merupakan jalan termudah dan tercepat dalam menangani masalah defisiensi hara, karena mudah terurai dan dapat langsung diserap oleh tanaman. Hal ini membuat tingkat ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik sangat besar. Hairiah et al., (2000) menyatakan bahwa pemupukan secara kimia sintesis memiliki banyak kelemahan, yaitu harganya mahal, tidak dapat menyelesaikan masalah kerusakan fisik dan biologi tanah, serta pemupukan yang tidak tepat dan berlebihan menyebabkan pencemaran lingkungan. Penggunaan pupuk kimia berkonsentrasi tinggi dengan dosis yang tinggi dalam kurun waktu yang panjang dapat menyebabkan ketimpangan hara lainnya dan merosotnya kandungan bahan organik tanah. Unsur yang paling dominan dijumpai dalam pupuk anorganik adalah unsur hara N, P, dan K karena merupakan sumber hara makro bagi tanaman, namun seringkali terjadi kendala dalam sistem pemupukan anorganik, seperti pencucian (*leaching*) ketika tanah jenuh air, dan pengentalan pupuk ketika tanah kurang air yang menyebabkan unsur tersebut tidak tersedia didalam tanah.

Banyaknya kendala yang dihadapi pada sistem pemupukan yang menyebabkan efisiensi pemupukan rendah, terutama unsur hara N, P, K yang merupakan hara penting dalam tanah. Hara makro N, P, K merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, bila terjadi defisiensi N,

P, K mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak optimal. Sistem manajemen teknologi baru yang dapat mengatasi kendala tersebut yaitu dengan pemberian larutan hara pada tanah. Larutan hara pada tanah penting untuk media tumbuh tanaman karena merupakan cairan yang tersusun atas air dan zat-zat terlarut di dalam tanah. Larutan dapat menjadi media penghubung antara tanaman-tanah-air karena dapat menyediakan unsur hara bagi akar tanaman (Tan, 1982). Salah satu larutan hara adalah larutan Hoagland yang dapat menjadi solusi dalam mengatasi gejala kekurangan unsur hara (Hoagland & Arnon, 1950)

Larutan Hoagland merupakan larutan yang memiliki kandungan unsur hara makro (N, P, K, Ca, S, dan Mg) dan mikro (Cl, B, Mn, Zn, Cu, Mo, dan Fe) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Epstein, 1972). Larutan Hoagland merupakan larutan hara yang umumnya diaplikasikan dalam sistem tanam hidroponik akan dimodifikasi ke dalam sistem pertanaman menggunakan media tanah. Larutan ini akan dimodifikasi berdasarkan kebutuhan unsur hara yang ingin ditambahkan ke dalam tanah. Untuk melihat pengaruh modifikasi larutan Hoagland pada media tanam tanah digunakan tanaman Jagung sebagai indikator serapan hara pada tanah.

Dalam Penelitian ini penggunaan larutan Hoagland akan diaplikasikan pada media tanah dengan harapan dapat meningkatkan unsur hara didalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman. Formula larutan Hoagland dapat disusun secara seimbang disesuaikan dengan kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan. Penelitian ini diharapkan untuk mengetahui pengaruh modifikasi larutan Hoagland terhadap peningkatan unsur hara N, P, dan K tanah, serta serapan hara tanaman Jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dapat dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh modifikasi larutan Hoagland terhadap serapan hara tanaman Jagung (*Zea mays* L.)
2. Bagaimana pengaruh modifikasi larutan Hoagland terhadap peningkatan unsur hara makro N, P, K tanah

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan bertujuan sebagai sumber referensi dan informasi yang berkaitan dengan :

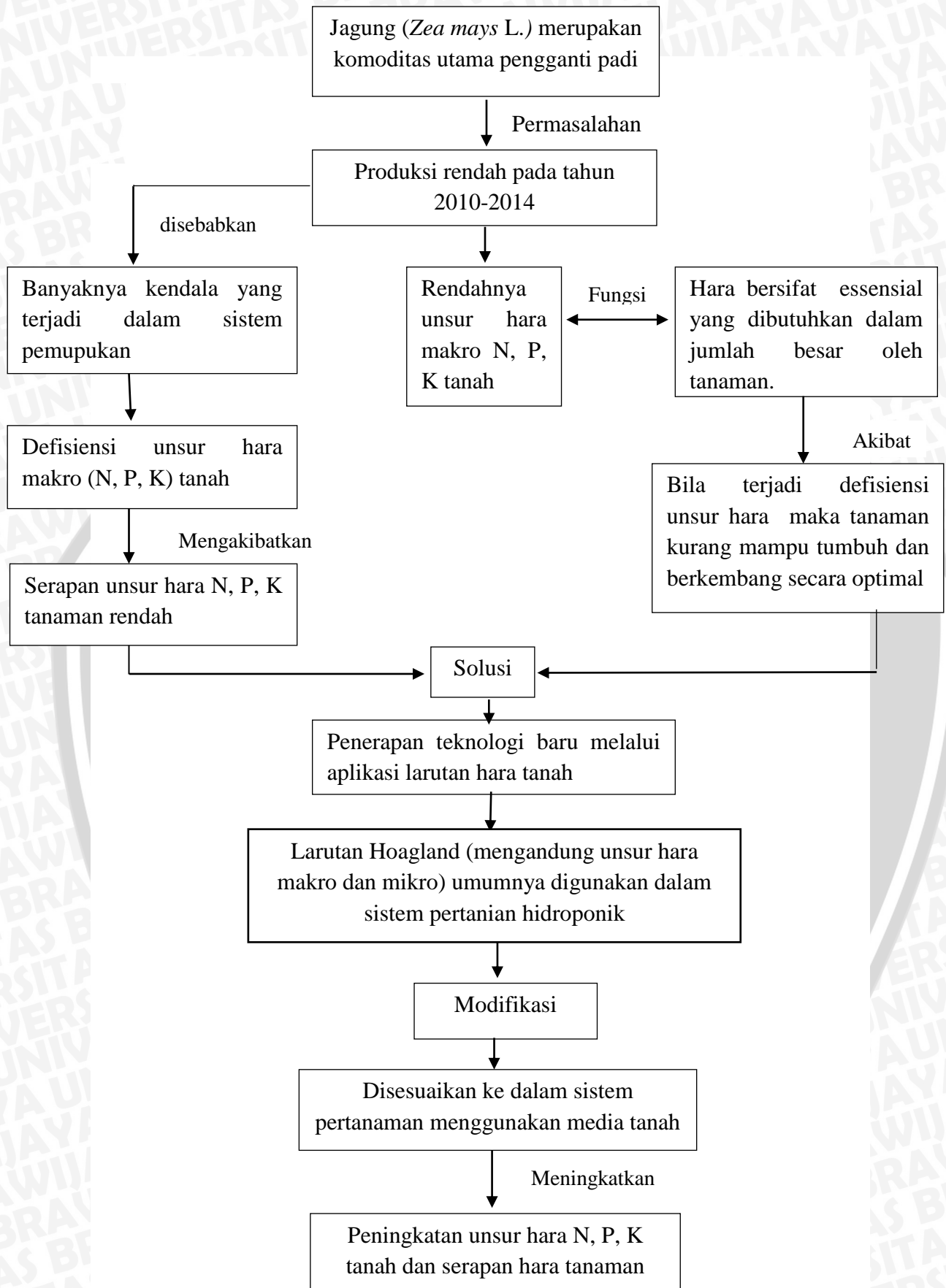
1. Mengetahui pengaruh modifikasi larutan Hoagland pada taraf kapasitas lapang yang berbeda terhadap peningkatan kandungan unsur hara makro N, P, K tanah
2. Mengetahui pengaruh modifikasi larutan Hoagland pada taraf kapasitas lapang yang berbeda terhadap serapan hara tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

1.4 Hipotesis

1. Pemberian modifikasi larutan Hoagland pada taraf kapasitas lapang yang berbeda dapat meningkatkan kandungan unsur hara makro N, P, K total dalam tanah
2. Pemberian modifikasi larutan Hoagland pada taraf kapasitas lapang yang berbeda dapat meningkatkan serapan hara tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai sumber referensi dan informasi yang berkaitan dengan fungsi modifikasi larutan Hoagland dalam meningkatkan unsur hara makro N, P, K tanah dan dapat menjadi teknologi baru dalam pengembangan pertanian di masa depan.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Jagung merupakan tanaman monokotil dan tanaman semusim yang biasanya ditanam di daerah panas (Rubatzky dan Mas, 1998). Menurut Zulkarnain (2013), jagung merupakan tanaman dengan sistem perakaran yang dangkal dan cocok diusahakan pada jenis tanah lempung berpasir hingga lempung berliat yang kaya akan kandungan bahan organik. Jagung termasuk tanaman yang toleran terhadap garam dan basa. Kondisi pH yang cocok untuk tanaman ini adalah dengan kisaran pH optimum 6-7.

Jagung menghendaki suplai air 300-600 mm selama masa pertumbuhannya. Menurut BBPPTP (2008) dalam Zulkarnain (2013) tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm/bulan sehingga penanaman harus memperhatikan curah hujan dan persebarannya. Tanaman Jagung sangat rentan terhadap cekaman air karena dapat menimbulkan penyakit busuk pangkal tongkol, penurunan tinggi tanaman, dan menghambat perkembangan tongkol yang pada akhirnya berpengaruh terhadap hasil penurunan hasil produksi. Ketersediaan air didalam tanah tidak boleh melebihi 40% dari batas kapasitas lapang agar diperoleh pertumbuhan dan hasil yang baik (Zulkarnain, 2013)

Tanaman jagung memerlukan minimal 13 jenis unsur hara didalam tanah untuk menunjang pertumbuhan. Unsur hara utama yang dibutuhkan oleh tanaman Jagung dalam jumlah besar adalah N, P dan K karena merupakan unsur hara primer. Unsur hara lain yang dibutuhkan jagung adalah Ca, Mg dan S yang merupakan unsur hara sekunder. Unsur hara primer dan sekunder termasuk kedalam jenis unsur hara makro. Sedangkan untuk unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman jagung diantaranya adalah Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, dan Cl yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit didalam tanah. Unsur hara penunjang lainnya adalah C, H, dan O yang dapat diperoleh dari air maupun udara (Sirrappa dan Nasruddin, 2010).

Unsur hara N, P, dan K merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh tanaman Jagung dalam masa pertumbuhannya. Jumlah hara yang terangkut dalam tanah yang dihasilkan dari produksi hasil (biji) tanaman jagung 2 ton/ha membutuhkan unsur hara berkisar 36 kg N, 20 kg P dan 39 kg K, kebutuhan

pupuk tergantung pada jenis tanah, lokasi, dan jenis varietas tanaman (Syekhfani, 2010). Menurut Patrick and Reddy (1976), Tanaman Jagung dapat menyerap unsur hara nitrogen berkisar 55-60%, Unsur hara fosfor 20% (Hagin dan Tucker, 1982), Unsur hara kalium berkisar 50-70% (Tisdale dan Nelson, 1985), dan Unsur hara Sulfur berkisar 33% dari total ketersediaan unsur hara didalam tanah (Morris, 1987).

2.2 Kandungan Unsur Hara Makro (N, P, K) di dalam Tanah

Tanah merupakan media untuk bercocok tanam yang baik bagi tanaman, karena tanah dapat berfungsi sebagai penyangga (*Buffer*), penyedia unsur hara, air, dan oksigen bagi tanaman. Namun tidak semua tanah dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Tanah merupakan unsur utama yang sangat erat hubungannya dengan air dan unsur hara dalam sistem pertanian, karena tanpa keduanya akan sangat memungkinkan tanaman tidak dapat tumbuh. Namun tidak semua unsur hara dapat diserap oleh tanaman didalam tanah, hanya unsur hara yang telah diubah kedalam bentuk ion-ion tertentu yang dapat diserap oleh tanaman yang disebut dengan unsur hara tersedia (Patrick and Reddy 1976). Tanah dapat dikatakan subur apabila dapat menyediakan 13 unsur hara esensial bagi tanaman. Hanya terdapat 6 unsur yang diserap oleh tanaman dalam jumlah banyak yang biasa disebut dengan unsur hara makro, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), magnesium (Mg). Namun dari unsur hara tersebut, hanya 3 unsur pokok yang mutlak dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak, yaitu unsur hara N, P, dan K (Lingga, *et al.*, 2007). Selain unsur hara makro, juga terdapat unsur hara mikro yang diserap oleh tanaman dalam jumlah yang sedikit, yaitu khlor (Cl), mangan (Mn), besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), boron (B), molibden (Mo). Berikut adalah uraian mekanisme perubahan unsur hara makro didalam tanah:

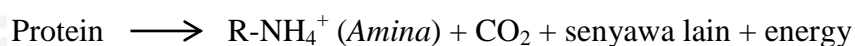
2.2.1 Nitrogen (N)

Nitrogen diambil akar dalam bentuk ion NH_4^+ dan NO_3^- . Di dalam tanah, nitrogen bersifat mobil dan mudah mengalami perubahan bentuk (*transformasi*). Pada kondisi tertentu N menjadi tidak tersedia karena terikat atau terfiksasi. Perubahan-perubahan umumnya dilakukan jasad mikro. Beberapa jasad bersifat

spesifik aerobic, atau spesifik anaerobic. Aktivitas jasad di satu pihak menyediakan N, tetapi di lain pihak menyebabkan kehilangan.

Nitrogen tanah kebanyakan berada dalam bentuk senyawa organik. Perombakan melalui pengomposan atau mineralisasi dari senyawa kompleks menjadi sederhana; dengan urutan: *aminisasi*, *amonifikasi*, dan *nitrifikasi*. Proses-proses tersebut sebagai berikut:

- a. *Aminisasi*, adalah proses pelepasan senyawa amina dari senyawa organik mengandung N, dalam hal ini adalah protein:



- b. *Amonifikasi*, adalah proses pelepasan amoniak dari hasil aminisasi protein :

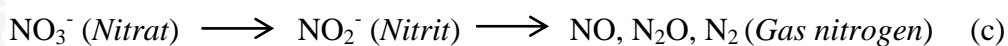


- c. *Nitrifikasi*, adalah proses pembentukan nitrit dan nitrat dari hasil amonifikasi:



Dalam proses pengomposan, mineralisasi, aminisasi dan amonifikasi yang berperan adalah jasad heterotrof; dan nitrifikasi dilakukan oleh jasad autotrof, terjadi pada kondisi aerobik. Pada proses nitrifikasi, jasad mikro yang berperan pada proses (a), bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosoccus*, sedang proses (b), bakteri *Nitrobacter*. Apabila proses (b) mengalami hambatan, maka dalam tanah terjadi penimbunan ion NO_2^- yang bersifat racun bagi akar tanaman. Nitrifikasi terjadi pada kondisi aerobic karena oksidatif. Pada kondisi anaerobic, *Bacterium-denitrificans* menggunakan oksigen dari NO_2^- dan NO_3^- , sehingga kedua ion berubah menjadi gas dan hilang ke atmosfer. Proses ini disebut *denitrifikasi* (c).

- d. *Denitrifikasi*:



Proses amonifikasi dan nitrifikasi merupakan mekanisme penyediaan unsur hara karena ion NH_4^+ dan NO_3^- merupakan bentuk tersedia. Sedangkan proses denitrifikasi merugikan karena N hilang ke atmosfer berupa gas. Tidak semua ion NO_3^- aman; sebagian tercuci ke lapisan lebih bawah, karena NO_3^- yang

bermuatan negatif tidak diikat oleh komponen tanah. Karena itu, pencucian NO_3^- menjadi masalah bagi kesburan N terutama pada tanah tekstur berpasir.

Mekanisme lain menjadi penyebab ketidak-tersediaan nitrogen adalah *imobilisasi*, yaitu N yang semula tersedia menjadi tidak tersedia akibat diinkorporasi (di ikat masuk) ke dalam tubuh jasad karena N merupakan unsur hara esensial bagi jasad. Nitrogen kembali tersedia bila jasad mati dan dirombak (Syekhfani, 2010)

2.2.2 Fosfor (P)

Fosfor dalam tanah berada dalam bentuk senyawa organik maupun anorganik. Bila dalam bentuk organik, maka perombakan merupakan proses penting dalam penyediaan P bagi tanaman. Fosfor dalam mineral misalnya apatir, strengit, varasit, dan lain-lain, lebih sulit tersedia. Fosfor organik dijumpai sebagai senyawa fitin, asam nukleat, dan lain-lain dan ada pendapat bentuk P-organik ini tersedia bagi tanaman. Fosfor anorganik umumnya dijumpai sebagai:

- (a) Senyawa Ca, Fe, dan Al,
- (b) Dalam larutan tanah,
- (c) Terjerap pada permukaan kompleks padatan,
- (d) Terjerap dalam fase padatan, dan
- (e) Anion fosfat terikat pada kisi-kisi liat.

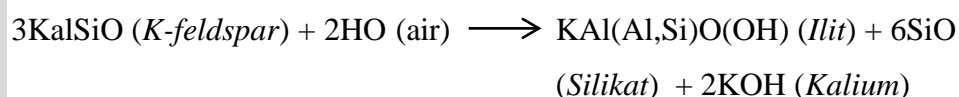
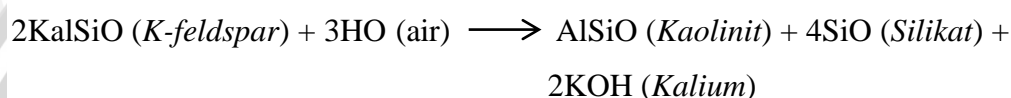
Reaksi pertukaran anion fosfat terjerap sangat lambat dibandingkan dengan reaksi dengan kation secara individual. Pelepasan fosfat secara perlahan-lahan terjadi selama satu periode tanam, hal ini dijadikan dasar mengapa pemberian pupuk P diberikan setiap awal periode tanam.

Bentuk fosfat tersedia adalah anion-anion: mono-, di-, dan tri-fosfat (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-}) yang larut dalam cairan tanah. bentuk-bentuk ion ini sangat ditentukan oleh pH tanah. Pada pH rendah, ion H_2PO_4^- dominan, sedang pada pH tinggi ion HPO_4^{2-} . Ion PO_4^{3-} terjadi bila pH berada diatas 10,0 sehingga bentuk ini jarang dijumpai pada kisara pH tanah pertanian (4,0 hingga 9,0). Jumlah ion H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} berimbang pada pH netral, sehingga banyak pendapat bahwa pH netral merupakan kondisi terbaik bagi ketersediaan fosfat. Pada tanah masam, kelarutan kation-kation Fe, Al, Mn, Cu, Zn tinggi, sedang pada tanah alkalin Ca dan Mg berada dalam jumlah banyak. Ion fosfor sangat mudah bereaksi dengan

kation-kation tersebut membentuk ikatan kompleks yang mengendap dan sukar tersedia. Dengan besi, aluminium, dan mangan, ion P membentuk mineral strengit, varasit, dan manganifosfat yaitu bentuk-bentuk fiksasi fosfat utama pada tanah-tanah masam. Ikatan P dengan kalsium membentuk mineral apatit, merupakan bentuk fiksasi P pada tanah alkalin dan alkareus (Syekhfani, 2010).

2.2.3 Kalium (K)

Kebanyakan kalium merupakan bagian kompleks mineral tanah yang sedikit demi sedikit larut dalam air tanah, asam karbonat, atau asam-asam yang lain. Kemudahan pelepasan K tergantung pada kompleks mineral tanah dan intensitas mineralisasi (perombakan mineral). Sebagai contoh, mineralisasi kalium feldspar menghasilkan mineral liat kaolinit dan illit, silikat, dan K-hidroksida.



Bentuk kalium tersedia bagi tanaman adalah ion K^+ . Kalium tanah berada dalam keseimbangan bentuk-bentuk: mineral, terfiksasi, dapat dipertukarkan dan larut dalam cairan tanah.

Kalium terfiksasi bila jumlah dapat diekstraksi menurun akibat K^+ larut/tersedia karena terjebak diantara lempeng mineral liat Illit atau dihalangi ion NH_4^+ yang relatif berjari-jari ionik mirip K^+ . Pada tanah-tanah mengandung banyak mineral Illit, bila kondisi kekurangan K akan tampak gejala defisiensi K pada tanaman, akan tetapi gejala tersebut segera pulih setelah mulai musim hujan. Bila dalam tanah lebih banyak ion NH_4^+ dari pada K^+ maka serapan K berkurang karena mobilitasnya dihalangi ion NH_4^+ . Oleh sebab itu, pupuk ammonium berlebihan dapat menyebabkan defisiensi kalium, khususnya pada tanah masam miskin K.

Diantara ion-ion basa K, Ca, Mg, atau Na terdapat sifat antagonistic dalam hal serapan oleh tanaman. Bila salah satu unsur lebih banyak, maka serapan unsur lainnya akan terganggu. Kompetisi berkaitan dengan sifat fisiko-kimia yang mirip satu sama lain sehingga terjadi perebutan tempat pada tapak-tapak jerapan tanah

atau permukaan akar. Karena itu, nisbah K/Na, K/Ca, K/Ca+Mg, K/Ca+Na+Mg, seringkali dapat memberikan gambaran tentang status basa-bas dalam tanah.

Kalium termasuk unsur mobil sehingga mudah mengalami pencucian bila kondisi memungkinkan pergerakannya. Sifat mobilitas K ini berhubungan dengan kemudahan pertukaran dengan kaion lain dan ketersediannya bagi tanaman. Tingkat pencucian K tinggi merupakan penyebab utama defisiensi K pada tanah-tanah masam. Salah satu usaha mengefisienkan penggunaan K yaitu mengatur cara dan waktu pemberian pupuk yang tepat. Hal ini merupakan alasan mengapa K diberikan lebih dari satu kali (*split application*) selama masa tanam (Syekhiani, 2010)

2.3 Modifikasi Larutan Hoagland

Larutan merupakan cairan yang tersusun atas air dan zat-zat yang terlarut didalamnya (Tan, 1982). Menurut Arsyad (1989), tanah dapat diartikan sebagai media tumbuh bagi tanaman. Dengan kata lain, Larutan hara tanah dapat diartikan sebagai suatu cairan yang terdiri atas campuran zat-zat atau mineral dan dapat mempengaruhi pengikatan dan pelepasan ion-ion didalam tanah sehingga terjadi reaksi kimia didalamnya. Larutan hara tanah merupakan media terjadinya reaksi kimia didalam tanah karena merupakan tempat tumbuhnya akar tanaman dan sebagai media penyerapan unsur hara inorganik dan air bagi akar tanaman. Larutan dapat menjadi media penghubung anatara tanaman-tanah-air karena dapat menyediakan unsur hara bagi akar tanaman (Tan., 1982). Ada beberapa jenis larutan hara di Indonesia, diantaranya adalah Larutan Hoagland. Larutan Hoagland merupakan larutan yang memiliki kandungan unsur hara makro (N,P, K, Ca, S, dan Mg) dan mikro (Cl, B, Mn, Zn, Cu, Mo, dan Fe) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Epstein, 1972). Larutan Hoagland merupakan larutan hara yang umumnya diaplikasikan dalam sistem pertanian hidroponik.

Modifikasi merupakan cara yang digunakan untuk merubah sistem lama dengan sistem yang baru. Sistem aplikasi larutan Hoagland yang umum digunakan dalam sistem pertanian hidroponik akan dimodifikasi menjadi sistem pertanian dengan menggunakan media tanah. Tujuan dari modifikasi ini adalah untuk menyesuaikan kebutuhan hara yang ingin ditambahkan didalam media tanah. Metode yang digunakan dalam aplikasi sistem ini adalah dengan

pengukuran batas kapasitas lapang tanah untuk menentukan banyaknya larutan yang akan diberikan dalam tanah. Berdasarkan hal tersebut, modifikasi larutan Hoagland merupakan larutan hara yang dimodifikasi dan dikembangkan secara khusus berdasarkan atas kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanah dalam menunjang pertumbuhan tanaman.

Menurut Chuan (1995) formulasi unsur pada tiap hara esensial umumnya terkandung dalam kepekatan larutan per juta (ppm). Pembuatan larutan dapat dilakukan dengan menambahkan 1 gram unsur hara tertentu kedalam 1000 liter air untuk membuat 1 ppm konsentrasi larutan. Komposisi larutan Hoagland disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Larutan Nutrisi Hoagland untuk Pertumbuhan Tanaman

Senyawa yang ditambahkan	Elemen Nutrisi	Konsentrasi Akhir	
		μm	ppm
Nutrisi Makro			
KNO ₃ , Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O, NH ₄ H ₂ PO ₄ , MgSO ₄ · 7H ₂ O	N	16.000	224
	K	6.000	235
	Ca	4.000	160
	P	2.000	62
	S	1.000	32
	Mg	1.000	24
Nutrisi Mikro			
KCl, H ₃ BO ₄ , MnSO ₄ · H ₂ O, ZnSO ₄ · 7H ₂ O, CuSO ₄ · 5H ₂ O, H ₂ MoO ₄ , Fe-EDTA	Cl	50	77
	B	25	0,27
	Mn	2	0,11
	Zn	2	0,13
	Cu	0,5	0,03
	Mo	0,5	0,05
	Fe	20	1,12

(Sumber : Epstein, 1972)

Unsur-unsur penting yang terkandung didalam elemen nutrisi disebut garam-garam mineral apabila larut dalam air. Jika larutan mineral mengalir dalam tanah, unsur-unsur tersebut ikut terbawa dan dapat diserap oleh tanaman dalam jumlah yang berbeda-beda, tergantung pada persediaan yang berada didalam tanah (Nicolls, 1989).

Tabel 2. Komposisi Modifikasi Larutan Hoagland

Garam Inorganik	Unsur Hara	Konsentrasi Nutrient (ppm)	Garam (g)	Jumlah Garam (g/ 1000 L air)
Larutan A				
Kalsium nitrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Kalsium	160,00	4,09	654,40
Besi nitrat $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Besi	1,12	4,94	5,53
Larutan B				
Amonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Nitrogen	224,00	4,72	1057,28
Kalium nitrat KNO_3	Kalium	235,00	2,58	606,30
Monokalium fosfat KH_2PO_4	Fosfor	62,00	4,38	272,00
Magnesium nitrat $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Magnesium	24,00	7,25	174,00
Asam borat H_3BO_3	Boron	0,27	5,72	1,54
Tembaga sulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Tembaga	0,03	2,92	0,09
Mangan khlorida $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Mangan	0,11	2,65	0,29
Seng sulfat $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Seng	0,13	2,93	0,38
Amonium molibdat $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	Molibden	0,05	2,08	0,10

Untuk membuat larutan nutrisi tersebut langkah pertama ialah menetapkan konsentrasi larutan. Dalam hal ini air disebut pelarut dan hara sebagai zat yang terlarut. Jumlah pelarut umumnya diekspresikan dengan jumlah zat yang terlarut. Pemakaian ppm (*part per million*) merupakan cara yang lazim digunakan untuk menunjukkan kebutuhan tiap-tiap tanaman akan unsur hara tertentu. Jadi, satu bagian zat yang terlarut dibagi atas 1 gram pelarut.

Sebagai contoh, diasumsikan kebutuhan fosfor sebanyak 62 ppm dan unsur itu diambil dari KH_2PO_4 . Tiap-tiap molekul tersebut mengandung 1 atom K, 2 atom H, 1 atom P, dan 4 atom O. dengan berat molekul masing-masing 39, 1, 31, dan 16. Berarti berat molekul seluruhnya adalah $39 + (2 \times 1) + 31 + (4 \times 16) = 136$ gram.

Jika dibutuhkan 62 ppm P, maka jumlah KH_2PO_4 yang harus dilarutkan dalam 1.000 liter air adalah $(136 : 31) \times 62 = 272$ gram. Walaupun begitu yang

terlarut bukan hanya P saja namun juga K. Dengan cara yang sama, ditemukan jumlah K dalam larutan adalah 75 ppm.

Jika kebutuhan K mencapai 235 ppm, maka kekurangan itu ditambahkan dengan molekul lainnya., misalnya KNO_3^- . Begitu seterusnya sampai seluruh kebutuhan hara pada tanaman dapat terpenuhi. Setelah semua selesai ditimbang, barulah langsung dilarutkan dan diaplikasikan pada media tanah.

2.4. Hubungan Unsur Hara dengan Larutan Hoagland

Prinsip dasar modifikasi larutan Hoagland merupakan larutan hara yang dimodifikasi dan dikembangkan secara khusus berdasarkan atas kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Larutan Hoagland yang umumnya adalah larutan yang diterapkan pada sistem tanam hidroponik akan diterapkan menjadi sistem tanam pada media tumbuh lainnya seperti media tanah. Syekhfani (2010) mengemukakan bahwa di dalam tanah, terdapat adanya mineral liat dan humus yang berperan sebagai kompleks jerapan (*absorption*), pertukaran ion (*exchange*), dan penyanggaan hara dan air (*buffer*). Sifat ini tidak ditunjukkan pada penerapan sistem hidroponik karena tidak adanya mineral liat didalamnya. Liat dan humus sebagai penyangga mampu menyimpan unsur hara ketika berlebihan dan menyediakannya begitu unsur hara berkurang. Unsur hara dalam bentuk ion yang dijerap dipermukaan liat dan humus dapat diserap oleh tanaman melalui mekanisme pertukaran atau disosiasi dan dapat dipertahankan dari proses yang menyebabkan kehilangan. Umumnya penyerapan hara tanaman terjadi pada fase cairan, dimana unsur hara bergerak kontinyu melalui sistem tanah menuju tanaman. Akar tanaman menyerap unsur-unsur dari tanah dalam bentuk ion-ion, diantaranya yaitu berupa kation meliputi kalium (K^+), kalsium (Ca^{++}), magnesium (Mg^{++}), besi (Fe^{++}), tembaga (Cu^{2+}), seng (Zn^{++}), dll, serta berupa anion meliputi nitrat (NO_3^-), mono fosfat (H_2PO_4^-), sulfur (SO_4^{2-}), khlor (Cl^-), dll. Sebagian unsur hara diikat kompleks jerapan dan sebagian lagi larut sebagai senyawa atau ion dalam cairan tanah. Jumlah unsur terjerap dan larut menentukan kapasitas dan ketersediaan hara. Sebagian besar unsur hara esensial tanaman diambil dari tanah, maka tanah berperan sangat

penting sebagai sumber unsur hara, disamping sebagai media tumbuh akar tanaman.

Air yang terkandung dalam larutan dapat bergerak tergantung pada gaya-gaya yang ada di dalam tanah. Menurut Hardjowigeno (1992), Gerakan air didalam tanah disebabkan oleh adanya gaya adhesi, kohesi, dan gravitasi. Zat-zat mineral terlarut dapat bergerak ataupun terbatas ruang gerakannya, dan juga dapat menimbulkan hambatan dalam gerakannya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh banyaknya kadar air didalam tanah. Menurut Tan (1982), Potensial air dapat bersifat positif atau negatif tergantung pada gaya yang sedang terjadi pada air tanah. Keberadaan za-zat terlarut yang terkandung dalam larutan hara dan komponen-komponen matriks dapat menurunkan kapasitas gerakan air, sehingga pada keadaan normal potensial air bernilai negatif.

Kondisi kadar air didalam tanah dibedakan atas berbagai kadar kondisi, yaitu kadar air pada Kapasitas Lapang (KL), Titik Layu Permanen (TLP), dan Air Tersedia (WHC = *Water Holding Capacity*). Menurut Islami dan Utomo (1995), air tanah yang berada diantara kapasitas lapang dan titik layu permanen merupakan kondisi air yang dapat digunakan dan diserap oleh akar tanaman yang disebut dengan kondisi air tersedia. Kondisi kadar air dikatakan baik apabila tidak berada dalam jumlah kelebihan ataupun kekurangan. Menurut Yulianto (2010), Kondisi air yang melebihi batas normal (jenuh) dapat menyebabkan terjadinya pencucian (*leaching*) unsur hara sebagai akibat dari pengairan secara intensif, selain itu kondisi tanah yang jenuh air akan mengakibatkan penutupan ruang pori di dalam tanah dan mengganggu respirasi serapan unsur hara oleh akar tanaman. Serta menyebabkan perubahan kondisi tanah dari aerob menjadi anaerob.

Parr (1969) dalam Syekhfani (2010), mengemukakan bahwa bila tanah digenangi mula-mula akan mendorong perkembangan jasad mikro fakultatif anaerob kemudian obligat anaerob. Menurut alexander (1961) dalam Syekhfani (2010) jasad mikro akan mengubah ion-ion NO_3^- , SO_4^{2-} , Fe^{3+} , $\text{Mn}^{4+/3+}$ menjadi gas NO , N_2O atau N_2 , SO_2 atau H_2S , Fe^{2+} , dan Mn^{2+} . Perubahan ini menyebabkan N dan S menjadi tidak tersedia karena hilang ke atmosfer, sedangkan Fe dan Mn ketersediaannya meningkat dan dapat menyebabkan racun bagi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa peranan air sangat penting dalam ketersediaan hara dalam

tanah, yaitu jumlah air berada antara pF 0 (titik jenuh), 2,7 (kapasitas lapang) dan 4,2 (titik layu permanen). Jumlah tersedia beragam menurut kisaran pF tergantung pada tekstur dan macam liat.

Larutan Hoagland merupakan larutan lengkap yang memiliki kandungan unsur hara makro (N, P, K, Ca, S, dan Mg) dan mikro (Cl, B, Mn, Zn, Cu, Mo, dan Fe) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Epstein, 1972). Kelengkapan unsur hara yang terkandung dalam larutan Hoagland dapat menjadi kecukupan bagi kebutuhan unsur hara tanaman, sebab pada unsur hara yang berlebihan pada salah satu atau beberapa jenis unsur saja dapat menyebabkan terjadinya sifat antagonis (ketimpangan hara yang lain) yang menyebabkan unsur hara tertentu tidak tersedia dalam tanah karena diikat oleh hara lainnya. Hal ini sangat berhubungan pula pada konsentrasi unsur hara yang terkandung dalam modifikasi larutan Hoagland yang merupakan diversifikasi formula nutrisi yang menjadi tolak ukur kepekatan suatu larutan. Pada konsentrasi yang terkandung dalam modifikasi larutan hara Hoagland sudah sesuai dengan kriteria standart formula yang baik (Tabel 1), artinya konsentrasi tersebut tidak kurang dan tidak lebih dari batasan konsentrasi formula yang ada. Pada konsentrasi larutan yang terlalu pekat dapat menyebabkan keracunan atau toksisitas, sedangkan pada konsentrasi yang kurang akan menyebabkan terjadinya gejala defisiensi dan tanaman tidak dapat tumbuh secara optimal.

Menurut Tan (1982), Pemberian larutan hara pada tanah dapat mempengaruhi pengikatan dan pelepasan ion-ion didalam tanah sehingga terjadi reaksi kimia didalamnya. Nutrisi yang terkandung didalam larutan Hoagland dapat menjadi suatu media terjadinya reaksi kimia didalam tanah karena merupakan tempat tumbuhnya akar tanaman dan sebagai media penyerapan unsur hara inorganik dan air bagi akar tanaman. Larutan dapat menjadi media penghubung antara tanaman-tanah-air karena dapat menyediakan unsur hara bagi akar tanaman.

Unsur hara bergerak dalam air tanah melalui tiga mekanisme, yaitu: aliran masa (*mass flow*), difusi (*diffusion*), dan kontak akar (*root interception*). a) Aliran massa adalah pergerakan ion dalam cairan tanah mengikuti gerakan atau aliran air, akibat perbedaan potensial air dalam tanaman dan tanah. b) Difusi terjadi karena

perbedaan kepekatan (gradien konsentrasi) atau perbedaan aktivitas ionik dalam larutan tanah. Bila ion diseputar akar berkurang karena diserap, maka ion-ion lain bergerak menuju ke permukaan akar tersebut. c) Pertukaran kontak atau intersepsi akar, ion-ion unsur hara dapat dipertukarkan dari koloid liat-humus bergerak langsung melakukan pertukaran kontak dengan padatan tanah (Syekhfani, 2010).

Ketiga mekanisme ini berjalan baik bila kondisi air tersedia cukup. Menurut Barber (1976) *dalam* Syekhfani (2010), terdapat hubungan erat antara jumlah dan persen volume dengan difusi unsur. Bila kedua komponen meningkat maka difusi juga meningkat. Soepardi (1985) *dalam* Syekhfai (2010) mengemukakan bahwa aliran massa berperan penting mengantar Cad an S ke permukaan akar, tetapi pergerakan P sangat ditentukan oleh difusi. Pergerakan K, Mg, dan N dimungkinkan ditentukan aliran massa dan difusi (Syekhfani, 2010).



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai Juni 2016. Tempat penelitian terdiri dari 3 tahapan kegiatan penelitian. Tahap pertama penelitian adalah persiapan media tanam tanah dilakukan di Desa Madiredo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Selanjutnya Tahap kedua adalah pembuatan larutan modifikasi Hoagland dan analisa parameter tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Dan yang terakhir Tahap ketiga adalah budidaya tanaman dan aplikasi larutan yang dilakukan di Rumah kaca Universitas Islam Negeri Maliki Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga, yaitu alat persiapan media tanam dan percobaan budidaya tanaman, alat pembuatan dan aplikasi larutan Hoagland, serta alat analisis parameter tanah dan tanaman. Alat yang digunakan untuk persiapan media tanam dan budidaya tanaman antara lain cangkul, karung, terpal, skrop, ayakan 2 mm, polibag, cetok, dan nampan.

Alat untuk pembuatan dan aplikasi larutan Hoagland antara lain gelas ukur, timbangan analitik, pengaduk, bak, terpal, gelas ukur, jirigen, dan cetok. Sedangkan alat untuk analisis parameter tanah dan tanaman antara lain timbangan analitik, fial film, tabung kjeldahl, pipet, tabung reaksi, fial film, serta destilator sebagai alat untuk menganalisis kandungan N.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga, yaitu bahan persiapan media tanam dan percobaan budidaya tanaman, alat pembuatan dan aplikasi larutan Hoagland, serta alat analisis parameter tanah dan tanaman. Bahan yang digunakan untuk persiapan media tanam dan budidaya tanaman antara lain tanah, benih tanaman jagung, dan air.

Bahan untuk pembuatan larutan Hoagland antara lain aquades, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KNO_3 , KH_2PO_4 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$

Sedangkan bahan untuk analisis parameter tanah dan tanaman antara lain garam selen, sampel tanah, sampel tanaman, aquades, H_2SO_4 untuk destruksi, NaOH untuk titrasi, dan bahan kimia lain sesuai kebutuhan analisis sesuai metode yang digunakan.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Pemberian stok modifikasi larutan Hoagland A dan B dilakukan dengan perbandingan 1:1 dengan kombinasi antar perlakuan dijelaskan dalam tabel berikut :

Tabel 3. Perlakuan Penelitian

No	Kode	Perlakuan	Perlakuan Penelitian
1	P0	Hoagland 0%	Kontrol (tanpa larutan)
2	P1	Hoagland 20%	Larutan A 10% + Larutan B 10% dari Kapasitas lapang
3	P2	Hoagland 40%	Larutan A 20% + Larutan B 20% dari Kapasitas lapang
4	P3	Hoagland 60%	Larutan A 30% + Larutan B 30% dari Kapasitas lapang
5	P4	Hoagland 80%	Larutan A 40% + Larutan B 40% dari Kapasitas lapang
6	P5	Hoagland 100%	Larutan A 50% + Larutan B 50% dari Kapasitas lapang

Cara yang digunakan dalam aplikasi sistem larutan Hoagland adalah dengan pengukuran batas kapasitas lapang tanah untuk menentukan banyaknya larutan yang akan diberikan dalam tanah. Penetapan perlakuan kapasitas lapang pada tanah dilakukan dengan hasil pengurangan antara pF 4,2 (kapasitas jenuh) dan pF 2,5 (kapasitas lapang) dan dikalikan dengan banyaknya media tanah yang terdapat dalam polibag. Analisa pF 4,2 (kapasitas jenuh) dan pF 2,5 (kapasitas lapang) dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah Universitas Brawijaya .

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi kedalam beberapa tahap metode penelitian, diantaranya yaitu :

3.4.1 Pembuatan Larutan Hoagland

Pembuatan larutan dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Larutan Hoagland terdiri atas dua jenis

stok larutan yang dibedakan atas stok unsur hara makro (A) dan stok unsur hara mikro (B). Pembuatan larutan antara stok A dan stok B dibuat berdasarkan konsentrasi yang telah ditentukan dan dicampur dalam aquades. Bahan dasar modifikasi larutan Hoagland stok A dan B beserta konsentrasi yang digunakan disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Bahan Dasar dan Konsentrasi Hara Modifikasi Larutan Hoagland yang Terkandung dalam Larutan

Garam Inorganik	Spesifik Elemen Hara	Garam (g)	Konsentrasi (ppm)	Jumlah Garam (g/ 1000 L air)	Jumlah Garam (g/ 20 L air)	Jumlah Hara dalam 20 L air
Larutan A						
Kalsium nitrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Ca N	4,09 5,86	160,00	654,40	13,088	3,1934 2,2249
Besi nitrat $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Fe N	4,94 6,56	1,12	5,53	0,110	0,0222 0,0167
Larutan B						
Amonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	N S	4,72 4,13	224,00	1057,28	21,145	4,6519 5,1170
Kalium nitrat KNO_3	K N	2,58 7,21	235,00	606,30	12,126	4,6806 1,6733
Monokalium fosfat KH_2PO_4	P K	4,39 3,48	62,00	272,00	5,440	1,2348 1,5612
Magnesium Nitrat $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Mg N	7,25 6,29	24,00	174,00	3,480	0,4767 0,5498
Asam borat H_3BO_3	B	5,72	0,27	1,54	0,030	0,0052
Tembaga sulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu S	2,92 5,80	0,03	0,09	0,002	0,0007 0,0009
Mangan khlorida $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Mn Cl	2,65 2,05	0,11	0,29	0,006	0,0022 0,0029
Seng sulfat $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn S	2,93 5,98	0,13	0,38	0,008	0,0027 0,0013
Amonium molibdat $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	Mo N	2,08 6,25	0,05	0,10	0,002	0,0009 0,0003

Larutan stok A dan B tidak dapat dicampur dikarenakan terdapat beberapa bahan yang terkandung dalam larutan stok A yang tidak dapat dicampurkan ke dalam larutan stok B karena akan terjadi reaksi pengikatan ion dan kation antara unsur-unsur yang terkandung dalam kedua stok larutan. Cara yang bisa dilakukan untuk memisahkan stok larutan A dan B adalah memisahkan larutan masing-

masing unsur hara dalam larutan tambahan. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya reaksi negatif saat dua stok unsur hara dilarutkan bersama. Misalnya, pada pembuatan konsentrasi larutan dengan mencampur $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dengan $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ akan terbentuk dan berakibat terjadinya endapan. Dalam pembuatan larutan hara juga terdapat standart batas konsentrasi yang harus diperhatikan agar tingkat kepekatan antar garam anorganik seimbang dan dapat diserap dengan baik oleh tanaman. Konsentrasi hara yang terkandung dalam modifikasi larutan Hoagland akan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Konsentrasi Unsur Hara dalam Modifikasi Larutan Hoagland

Elemen Nutrisi Hara Spesifik	Batas Konsentrasi Hara dalam Formula Nutrisi (ppm)	Konsentrasi Hara Larutan Hoagland dalam 1000 L air (ppm)
Nitrogen (Amonium)	60-300	224,00
Nitrogen (Nitrat)	0-30	224,31
Fosfor (P)	30-90	62,00
Kalium (K)	100-400	313,16
Sulfur (S)	60-400	257,31
Kalsium (Ca)	150-400	160,00
Magnesium (Mg)	20-90	24,00
Besi (Fe)	0,5-5	1,12
Boron (B)	0,1-1,0	0,27
Tembaga (Cu)	0,02-0,2	0,03
Mangan (Mn)	0,05-2	0,11
Seng (Zn)	0,05-0,2	0,13
Molibdenum (Mo)	0,01-0,1	0,05

Sumber : Chuan, 1995

Dalam pembuatan standart larutan terdapat batas konsentrasi unsur hara yang akan digunakan dalam berbagai diversifikasi formula nutrisi yang menjadi tolak ukur kepekatan suatu larutan. Pada tabel 6 menunjukkan bahwa konsentrasi yang terkandung dalam modifikasi larutan hara Hoagland termasuk dapat masuk kedalam kriteria standart formula yang baik, dimana konsentrasi tersebut tidak kurang dan tidak lebih dari batasan konsentrasi formula yang ada. Pada konsentrasi larutan yang terlalu pekat dapat menyebabkan keracunan atau toksisitas, sedangkan pada konsentrasi yang kurang akan menyebabkan terjadinya gejala defisiensi dan tanaman tidak dapat tumbuh secara optimal.

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan untuk penelitian adalah tanah yang diambil dari Desa Madiredo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Tanah yang diambil selanjutnya dikering anginkan selama 5-6 hari. Tanah yang telah kering anginkan selanjutnya diayak menggunakan 2 jenis ayakan, yaitu ayakan 0,5 mm untuk analisa kimia tanah dan ayakan 2 mm digunakan sebagai media tanam, yaitu sebanyak 24 polibag dan tiap polibag berisi 8 kg tanah untuk persiapan budidaya.

3.4.3 Analisis Dasar Tanah

Analisis dasar tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Analisis dasar tanah digunakan untuk mengetahui kandungan dasar tanah sebelum diberi perlakuan penelitian. Analisis dasar tanah terdiri dari analisis parameter kimia tanah lengkap, meliputi pH, kadar air, N-total, P-total, K-total, P-tersedia, K-tersedia, KTK, C-organik, Ca, Mg, Na, C-organik, C/N ratio, dan Kadar air, serta analisis fisika tanah, meliputi tekstur dan kapasitas lapang tanah. Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah yang telah diayak dengan menggunakan ayakan 0,5 mm. Berikut adalah analisis dasar kimia tanah dan metode analisis yang digunakan disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Dasar Kimia Tanah

No	Analisis Dasar	Metode Analisis	Satuan
1	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	NH ₄ OAc 1 N pH 7	me/100g
2	N-total	Kjeldahl	%
3	P-total	HCl 25%	mg/100g
4	P-tersedia	P-Bray	mg/L
5	K-total	HCl 25%	mg/100g
6	K-tersedia	NH ₄ OAc	me/100g
7	Na-tersedia	NH ₄ OAc	me/100g
8	Ca-tersedia	Titrasi EDTA	me/100g
9	Mg-tersedia	Titrasi EDTA	me/100g
10	pH (H ₂ O)	Elektrometrik	-
11	C-Organik	Walkey and Black	%
12	Kadar air	Gravimetri	%
13	Tekstur	Pipet	-
14	Kapasitas lapang	pF 2,5 dan pF 4,2	L

3.4.4 Aplikasi Larutan Hoagland

Metode pengaplikasian dilakukan dengan mencampurkan larutan Hoagland kemudian dihomogenkan dengan tanah, hal ini disesuaikan dengan taraf perlakuan kapasitas lapang (0, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%). Pemberian larutan Hoagland

stok A dan B dilakukan dengan perbandingan 1:1. Tanah dari setiap sample ditaruh dalam bak kemudian larutan dituang dan diaduk sampai merata, kemudian sampel dimasukkan ke dalam polibag yang ditutup rapat dan dilakukan inkubasi. Inkubasi dilakukan bersama dengan analisis C/N ratio dilakukan setiap 3 hari sekali untuk mengetahui tingkat kematangan pada tanah. Analisa C/N ratio dilakukan pada hari ke-0, ke-1, ke-4, ke-7, dan ke-10 dengan nilai C/N ratio berturut-turut yaitu 5,97, 9,17, 11,12, 10,49, 11,41, kemudian pada hari ke-10 masa inkubasi dihentikan. Keadaan C/N ratio dengan nilai antara 10-15 (stabil), nilai stabil didapatkan pada hasil analisa selama ± 10 hari. Kemudian diberi label perlakuan untuk dipergunakan pada pengukuran parameter selanjutnya. Nisbah C/N lazim digunakan sebagai petunjuk (*indikator*) kematangan media tanam. Unsur karbon dan nitrogen dibutuhkan oleh jasad mikro decomposer sebagai sumber energi dan hara. Antara jasad mikro dan tanaman terjadi kompetisi dalam memperoleh nitrogen. Umumnya jasad mikro lebih mampu, sehingga tanaman menunjukkan kekurangan (*deficiency*) nitrogen, hal tersebut banyak dijumpai pada tanah yang diberi senyawa organik ataupun anorganik yang belum terdekomposisi sempurna. Imobilisasi bersifat sementara dan dilepas kembali begitu jasad mati. Pelepasan N ditandai pertumbuhan tanaman normal dan nisbah C/N tanah berada antara 10-15 (Syekhiani, 2010).

3.4.5 Penanaman

Penanaman tanaman dilakukan di *Glasshouse* Universitas Islam Negeri Maliki Ibrahim, Kabupaten Malang. Tanaman yang digunakan sebagai indikator pengamatan adalah tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L.) menggunakan varietas Talenta karena merupakan varietas tahan penyakit dan berumur genjang. Penyemaian dilakukan apabila kondisi C/N ratio tanah stabil yaitu pada hari ke-11 setelah masa inkubasi berakhir dengan cara menugal tanah kedalaman 2 cm dan memasukkan 2 benih jagung manis varietas talenta kemudian ditutup kembali dengan tanah dan disiram dengan sedikit air untuk memudahkan dalam proses perkecambahan.

3.4.6 Pemeliharaan dan Perawatan Tanaman

Pemeliharaan dan perawatan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan dan pengendalian hama penyakit tanaman. Penyiraman dilakukan setiap sore hari

mulai awal tanam hingga panen dapat dilakukan. Penyiraman ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Kegiatan penyiangan dilakukan saat tanaman pengganggu (gulma) mulai tumbuh dan berpotensi untuk mengganggu tanaman utama. Kegiatan ini dilakukan dengan cara mekanik yaitu mencabut gulma yang terdapat di polibag. Pengendalian dan penanganan serangan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) dilakukan dengan pengendalian kimiawi menggunakan pestisida. Jenis pestisida yang digunakan adalah Insektisida dengan merk dagang Dasatrin. Pengaplikasian pestisida ini dilakukan hanya satu kali yaitu pada saat tanaman terserang hama *Aphid* sp. yaitu pada saat tanaman berumur 42 HST

3.4.7 Pemanenan

Pemanenan dilakukan ketika tanaman berumur 49 HST dan telah memasuki fase vegetatif akhir. Pemanenan tanaman jagung dilakukan dengan mencabut seluruh tanaman beserta akarnya. Tanaman jagung manis dipanen dengan melihat kondisi fisik tanaman dengan ciri-ciri mulai munculnya bunga pada ujung tanaman, dan munculnya akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman.

3.4.8 Analisa Akhir Tanah

Analisa akhir tanah dilakukan setelah panen yaitu pada saat tanaman memasuki fase vegetative akhir pada umur 49 HST. Analisa akhir dilakukan di Labolatorium Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah yang diambil dari tiap perlakuan dan ulangan yang ada. Tanah yang digunakan sebagai analisis saat penelitian dikering anginkan selama 5-7 hari untuk mengurangi kadar air. Setelah tanah dalam kondisi kering angin maka tanah dapat di uji di laboratorium.

3.4.9 Analisis Tanaman

Analisa parameter tanaman dilakukan setelah tanaman berumur 49 HST yaitu pada fase vegetatif akhir. Analisa akhir dilakukan di Labolatorium Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Parameter Tanaman yang diamati meliputi Berat Basah, Berat Kering, N-serapan, P-serapan, dan K-serapan. Hasil berat basah tanaman didapatkan dari penimbangan langsung tanaman setelah panen. Untuk mengetahui berat kering tanaman, tanaman di oven pada suhu 60°C selama 4x24 jam kemudian ditimbang berat keringnya.

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang diamati terbagi menjadi dua parameter. Parameter pertama adalah parameter tanah. Parameter tanah ini meliputi pH, N-total, P-total, K-total tanah. Parameter kedua yang diamati adalah parameter tanaman. Parameter tanaman ini meliputi N-serapan, P-serapan, K-serapan pada tanaman dan produksi tanaman yang terdiri dari berat basah dan berat kering. Berikut parameter pengamatan penelitian yang disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Parameter Pengamatan Penelitian

No	Parameter Pengamatan	Metode Analisis	Satuan	Waktu Pengamatan (HST)
1	pH (H ₂ O)	Elektrometrik	-	49
2	N-total	Kjeldahl	%	49
3	P-total	HCl 25%	mg/100g	49
4	K-total	HCl 25%	mg/100g	49
5	N-serapan	Kjeldahl	gram	49
6	P-serapan	HCl 25%	gram	49
7	K-serapan	HCl 25%	gram	49
8	Berat basah (BB)	Timbangan	gram	49
9	Berat kering (BK)	Timbangan	gram	49

3.6 Analisis Data

Data pengamatan diperoleh dan dianalisis menggunakan ANOVA uji F (taraf 5%). Uji dengan menggunakan ANOVA digunakan untuk mengetahui rata-rata perbedaan pengaruh perlakuan secara keseluruhan. Apabila terdapat rata-rata perbedaan pengaruh nyata antar perlakuan secara keseluruhan, maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT) taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antara masing-masing individu perlakuan. Uji korelasi dan Regresi digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antar perlakuan. Data yang diperoleh pada saat percobaan akan diolah dengan menggunakan Microsoft Excel dan aplikasi SPSS versi 17.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kandungan Unsur Hara N, P, K pada Masing-masing Perlakuan

Masing-masing perlakuan dibedakan atas taraf kapasitas lapang yang berbeda-beda. Hal ini juga dapat mempengaruhi jumlah unsur hara N, P, K yang terkandung didalam larutan pada tiap-tiap perlakuan yang ada. Kandungan unsur hara pada masing-masing perlakuan penelitian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Hara pada Modifikasi Larutan Hoagland pada Masing-masing Perlakuan Kapasitas Lapang

Elemen nutrisi hara spesifik	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	KL 0% 0 L (mg)	KL 20% 0,4 L (mg)	KL 40% 0,8 L (mg)	KL 60% 1,2 L (mg)	KL 80% 1,6 L (mg)	KL 100% 2 L (mg)
Nitrogen (N)	0	18,2338	36,4676	54,7014	72,9352	91,169
Fosfor (P)	0	2,4696	4,9392	7,4088	9,8784	12,348
Kalium (K)	0	12,4836	24,9672	37,4508	49,9344	62,418
Sulfur (S)	0	10,2384	20,4768	30,7152	40,9536	51,192
Kalsium (Ca)	0	6,3868	12,7736	19,1604	25,5472	31,934
Magnesium (Mg)	0	0,9534	1,9068	2,8602	3,8136	4,767
Besi (Fe)	0	0,0444	0,0888	0,1332	0,1776	0,222
Boron (B)	0	0,0104	0,0208	0,0312	0,0416	0,052
Tembaga (Cu)	0	0,0014	0,0028	0,0042	0,0056	0,007
Mangan (Mn)	0	0,0044	0,0088	0,0132	0,0176	0,022
Seng (Zn)	0	0,0054	0,0108	0,0162	0,0216	0,027
Molibden (Mo)	0	0,0018	0,0036	0,0054	0,0072	0,009

Masing-masing perlakuan dibedakan atas taraf kapasitas lapang yang berbeda-beda. Hal ini juga dapat mempengaruhi jumlah unsur hara yang terkandung didalamnya yang memiliki kandungan yang berbeda pada tiap perlakuan yang ada.

Jumlah unsur hara yang terkandung dalam larutan Hoagland pada Tabel 8. disesuaikan dengan kebutuhan hara pada tanaman jagung yaitu N 12 mg, P 6,7 mg, dan K 13 mg (Lampiran 6). Perlakuan yang dapat memenuhi kebutuhan unsur hara N, P, K jagung terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 60% (P3), kapasitas lapang 80% (P4), dan kapasitas lapang 100% (P5).

4.1.2 Sifat Kimia Tanah

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis laboratorium beberapa sifat kimia tanah antara lain pH, N-total, P-total, dan K-total pada masing-masing perlakuan yang ada didapatkan hasil yang beragam antar parameter pengamatan. Hasil analisis laboratorium masing-masing perlakuan terhadap sifat kimia tanah disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah

Kode	Perlakuan	pH H ₂ O	N-total (%)	P-total (mg/100g)	K-total (mg/100g)
P0	Tanpa Hoagland	5,80	0,140 a	107,52 a	115,90 a
P1	Hoagland 20%	5,89	0,147 b	113,47 ab	128,20 b
P2	Hoagland 40%	5,64	0,148 bc	118,80 c	132,75 b
P3	Hoagland 60%	5,64	0,153 c	131,02 c	135,56 b
P4	Hoagland 80%	5,55	0,156 cd	135,06 c	152,40 c
P5	Hoagland 100%	5,56	0,160 d	136,80 c	156,71 c

Keterangan : Angka pada perlakuan yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak nyata pada uji DMRT taraf 5% ; tn : tidak berbeda nyata.

a. pH H₂O

pH tanah merupakan suatu ukuran intensitas keasaman dalam tanah. Analisis pH yang digunakan adalah pH aktual atau pH H₂O. Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa penelitian dari semua perlakuan pemberian modifikasi larutan Hoagland memiliki kisaran pH tanah antara 5,56-5,89. Berdasarkan hasil analisa ragam dapat diketahui bahwa pemberian larutan Hoagland memberikan pengaruh yang tidak nyata $P > 2,07$ (Lampiran 3) pada kondisi pH tanah. Menurut Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) pH tanah antara (5,5-6,5) termasuk kedalam kriteria tanah agak masam.

Nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 20% yaitu sebesar 5,89. Sedangkan pada nilai pH terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 80% yaitu sebesar 5,55. Pemberian larutan Hoagland pada masing-masing perlakuan tidak menunjukkan hasil yang signifikan dan masih dalam kategori kisaran pH agak masam. Terjadinya kemasaman nilai pH menunjukkan kondisi dimana tanah teroksidasi dan menghasilkan ion H⁺, selain itu penyebab lain kemasaman pH dikarenakan terdapat senyawa Sulfur yang merupakan senyawa penting dalam proses terbentuknya pirit. Semakin tinggi kandungan pirit

kandungan pirit dalam tanah, semakin banyak dihasilkan ion H^+ yang menyebabkan kemasaman tanah (Mariana, 2011)

pH tanah rendah diakibatkan karena senyawa anorganik yang terkandung didalam larutan Hoagland dapat teroksidasi di dalam tanah sehingga menghasilkan ion H^+ . Kemasaman tanah bersumber dari sejumlah senyawa. Air adalah sumber kecil ion H karena disosiasi molekul H_2O lemah. Sumber-sumber besar adalah berasal dari asam-asam anorganik dan organik. Proses yang menghasilkan H^+ adalah respirasi akar dan jasad penghuni tanah, perombakan bahan organik, pelarutan CO_2 udara dalam lengas tanah, hidrolisis Al, nitrifikasi, oksidasi N_2 , oksidasi S, dan pelarutan serta penguraian bahan kimia (Notohadiprawiro, 1998).

Keadaan pH kriteria agak masam tidak terlalu berpengaruh terhadap keberadaan unsur hara didalam tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Tisdale, *et al.*, (1990) dan Zainar (2003) yang mengatakan bahwa unsur hara berada dalam keadaan tersedia jika pH tanah berada pada kisaran 5.5 - 6.5. Oleh sebab itu dengan kondisi pH tanah tersebut memberikan ketersediaan unsur hara K dan P bagi tanaman, sehingga aktivitas metabolisme dalam tanaman dapat berjalan dengan baik, dan secara langsung berpengaruh terhadap peningkatan hasil tanaman.

b. N-total Tanah

N-total merupakan jumlah keseluruhan unsur hara Nitrogen yang terdapat di dalam tanah. Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa hasil penelitian modifikasi larutan Hoagland menghasilkan nilai N-total tanah antara 0,14-0,16 % . Berdasarkan hasil analisa ragam dapat diketahui bahwa pemberian larutan Hoagland dapat memberikan pengaruh yang nyata $P < 3,81$ (Lampiran 3) pada kondisi N-total dalam tanah. Menurut Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) N-total tanah antara (0,1-0,2 %) termasuk kedalam kriteria N-total rendah.

Nilai N-total tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 0,160% diikuti dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada perlakuan kapasitas lapang 80% (P4) yaitu 0,156%. Sedangkan pada N-total terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 0,14%. Pemberian larutan Hoagland memberikan pengaruh signifikan antar tiap perlakuan. Semakin

tingginya kandungan N larutan berkaitan dengan peningkatan sumbangan N dalam tanah yang berasal dari larutan Hoagland. Bentuk nitrogen dalam tanah dapat dibedakan menjadi 2 yaitu: nitrogen dalam bentuk organik yang terdiri dari protein, asam amino, dan urea, termasuk nitrogen yang ditemukan dalam makhluk hidup dan dalam tanaman dan hewan. Dan nitrogen dalam bentuk anorganik, terdiri dari amonium (NH_4^+), gas amonia (NH_3), Nitrit (NO_2), dan nitrat (NO_3). (Nancy et al, 2008 dalam Anggrahini, 2009). Larutan Hoagland perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) mengandung NH_4^+ lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini dapat menyumbang unsur hara N lebih banyak didalam tanah. Sesuai dengan pernyataan Purwanto (2007) bahwa dengan adanya NH_4^+ dalam tanah akan meningkatkan konsentrasi NO_3^- dalam tanah karena terjadi proses transformasi NH_4^+ menjadi NO_3^- atau nitrifikasi. Sumbangan nitrogen yang berasal dari senyawa Anorganik akan menghasilkan sejumlah protein dan asam-asam amino yang terurai menjadi ammonium (NH_4^+) atau nitrat (NO_3^-) yang merupakan penyumbang terbesar N dalam tanah. Menurut Hasanudin, (2003) peningkatan N-total tanah diperoleh langsung dari hasil dekomposisi bahan organik yang akan menghasilkan ammonium (NH_4^+) dan atau nitrat (NO_3^-).

b. P-total Tanah

P-total merupakan jumlah keseluruhan unsur hara fosfor yang terdapat di dalam tanah. Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa hasil penelitian modifikasi larutan Hoagland menghasilkan nilai P-total tanah antara 107,52-136,80 mg/100g. Berdasarkan hasil analisa ragam dapat diketahui bahwa pemberian larutan Hoagland dapat memberikan pengaruh yang nyata $P < 5,91$ (Lampiran 3) pada kondisi P-total dalam tanah. Menurut Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) P-total tanah antara ($>60 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) termasuk kedalam kriteria P-total sangat tinggi.

Nilai P-total tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 136,80 mg/100g, namun hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan perlakuan kapasitas lapang 40% (P2), 60% (P3), dan 80% (P4) yaitu berturut-turut 118,80 mg/100g, 131,02 mg/100g, dan 135,06 mg/100g. Sedangkan pada P-total terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 107,52 mg/100g. Pemberian larutan Hoagland memberikan pengaruh yang signifikan antar tiap

perlakuan. Peningkatan P-total tanah akibat pemberian larutan Hoagland disebabkan oleh sumbangan langsung dari P yang terdapat di dalam larutan Stevenson, (1994) mengemukakan bahwa peningkatan P secara tidak langsung dapat terjadi melalui mekanisme dari senyawa anorganik yang memiliki gugus fungsional asam humat dan fulvat dapat berperan dalam pertukaran anion P dengan anion asam humat atau fulvat pada kompleks jerapan sehingga P total tanah meningkat

c. K-total Tanah

K-total merupakan jumlah keseluruhan unsur hara kalium yang terdapat di dalam tanah. Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa hasil penelitian modifikasi larutan Hoagland menghasilkan nilai K-total tanah antara 115,90-156,71 mg/100g. Berdasarkan hasil analisa ragam dapat diketahui bahwa pemberian larutan Hoagland dapat memberikan pengaruh yang nyata $P < 4,91$ (Lampiran 3) pada kondisi K-total dalam tanah. Menurut Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) K-total tanah antara ($>60 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) termasuk kedalam kriteria K-total sangat tinggi.

Nilai K-total tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 156,71 mg/100g diikuti dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada perlakuan kapasitas lapang 80% (P4) yaitu 152,40 mg/100g. Sedangkan pada K-total terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 115,90 mg/100g. Pemberian larutan Hoagland memberikan pengaruh yang signifikan antar tiap perlakuan. Peningkatan K-total tanah akibat pemberian larutan Hoagland disebabkan oleh sumbangan langsung dari K yang terdapat di dalam larutan. Sofyan *et al*, (2006) menyatakan bahwa K yang mudah tersedia adalah K larutan dan K diabsorpsi koloid tanah atau K_{dd} , sedangkan yang lambat tersedia adalah K dalam struktur mineral. Pendapat lain juga dikemukakan oleh Tan, (2003) bahwa Kebanyakan K diserap oleh tanaman dalam bentuk larutan dan dalam bentuk yang dipertukarkan. Indikasi terdahulu, kandungannya dikendalikan oleh kesetimbangan tertentu, tersedia dalam bentuk larutan (bebas) K, pertukaran K dan K total. Semakin tinggi kadar K didalam larutan Hoagland semakin banyak pula ketersediaan K didalam tanah. Hal ini disebabkan senyawa K yang ditambahkan pada tanah yang larut dalam air akan mengadakan kesetimbangan dengan kation-kation tertukarkan yang terdapat dalam larutan tanah menjadi K^+

yang dapat dipertukarkan sehingga mudah tersedia untuk tanah. Siklus-siklus pertukaran menekan pelindian K, sehingga K dalam tanah menjadi banyak (Engelstad, 1997)

4.1.3 Serapan Hara Tanaman

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis laboratorium beberapa parameter serapan hara tanaman antara lain N-serapan, P-serapan, dan K-serapan pada masing-masing perlakuan yang ada didapatkan hasil yang beragam antar parameter pengamatan. Hasil analisis laboratorium masing-masing perlakuan terhadap parameter serapan hara tanaman disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis Parameter Serapan Hara Tanaman

Perlakuan	N-serapan (g/tan)	P-serapan (g/tan)	K-serapan (g/tan)
P0 (0%)	62,26 a	5,48 a	14,10 a
P1 (20%)	62,56 a	8,60 a	29,26 a
P2 (40%)	67,26 a	12,52 a	48,07 b
P3 (60%)	73,73 a	13,90 ab	56,88 bc
P4 (80%)	110,17 b	22,22 b	75,16 c
P5 (100%)	111,61 b	42,04 c	84,22 c

Keterangan : Angka pada perlakuan yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5% ; tn : tidak berbeda nyata.

a. N-serapan

N-serapan merupakan jumlah keseluruhan unsur hara nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman. Hasil analisa ragam. menunjukkan bahwa pemberian modifikasi larutan Hoagland berpengaruh nyata $P < 3,37$ (Lampiran 3) terhadap serapan N tanaman. Hasil serapan N tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 111,61 g/tanaman diikuti dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada perlakuan kapasitas lapang 80% (P4) yaitu 111,61g/tanaman. Sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 62,26 g/tanaman. Serapan N sangat berkaitan dengan ketersediaan N yang terdapat di dalam tanah, apabila tersedia N dalam jumlah yang banyak maka semakin banyak N yang diserap. Peningkatan serapan nitrogen dapat disebabkan oleh peningkatan jumlah nitrogen dalam tanah yang bersumber dari larutan Hoagland. Meningkatnya N-serapan akibat pemberian larutan Hoagland disebabkan oleh adanya sumbangan nitrogen yang berasal dari senyawa anorganik

yang menghasilkan asam-asam amino. Apabila asam-asam amino mengalami proses hidrólisis akan menghasilkan Ammonium (NH_4^+) atau Nitrat (NO_3^-) yang dapat diserap oleh tanaman. Sutejo (2002) mengemukakan bahwa senyawa yang mengandung nitrogen menghasilkan amonium setelah terjadinya proses hidrolisis. Amonium ini merupakan bentuk N pertama yang diperoleh dari penguraian protein melalui proses enzimatik dibantu oleh jasad heterotropik. Amonium inilah yang digunakan oleh jasad mikro atau oleh tanaman diubah menjadi nitrat.

b. Serapan P

P-serapan merupakan jumlah keseluruhan unsur hara fosfor yang dapat diserap oleh tanaman. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa pemberian modifikasi larutan Hoagland berpengaruh nyata $P < 4,85$ (Lampiran 3) terhadap serapan P tanaman. Hasil serapan P tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 42,04 g/tanaman, sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 5,48g/tanaman. Serapan P sangat berkaitan dengan ketersediaan P yang terdapat di dalam tanah, apabila tersedia P dalam jumlah yang banyak maka semakin banyak P yang diserap. Peningkatan serapan P tanaman sangat ditentukan oleh konsentrasi P dalam tanah serta kemampuan tanaman dalam menyerap unsur P dalam tanah, dimana pemberian senyawa anorganik berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman sehingga memungkinkan tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Menurut Foth (1984), serapan P tanaman sangat ditentukan oleh kontak akar dengan hara P, konsentrasi P dalam larutan tanah dan kemampuan tanaman.

c. Serapan K

K-serapan merupakan jumlah keseluruhan unsur hara kalium yang dapat diserap oleh tanaman. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa pemberian modifikasi larutan Hoagland berpengaruh nyata $P < 7,37$ (Lampiran 3) terhadap serapan K tanaman. Hasil serapan K tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 84,22 g/tanaman diikuti dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada perlakuan kapasitas lapang 80% (P4) yaitu 84,22 g/tanaman. Sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 14,10 g/tanaman. Serapan K sangat berkaitan dengan ketersediaan K yang terdapat di dalam tanah, apabila tersedia K dalam jumlah yang banyak maka

semakin banyak K yang diserap. Barber, (1995) mengemukakan bahwa Penambahan K yang larut dalam larutan air tanah melalui senyawa anorganik akan mudah terjerap dan meningkatkan konsentrasi larutan tanah di sekitar akar tanaman sehingga serapan K oleh tanaman akan semakin meningkat melalui proses difusi, karena dengan adanya perbedaan konsentrasi larutan yang semakin tinggi maka penyerapan K melalui proses difusi akan semakin meningkat.

4.1.4 Berat Basah (BB) dan Berat Kering (BK) Tanaman

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa pemberian modifikasi larutan Hoagland berpengaruh nyata terhadap peningkatan bobot basah (BB) dan bobot kering (BK) tanaman. Pengaruh masing-masing perlakuan disajikan dalam Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Pengaruh modifikasi larutan Hoagland terhadap berat basah dan berat kering tanaman

Kode	Perlakuan	BB (g/tanaman)	BK (g/tanaman)
P0	Tanpa Hoagland	227,20 a	29,80 a
P1	Hoagland 20%	246,37 b	36,65 b
P2	Hoagland 40%	288,15 c	42,55 c
P3	Hoagland 60%	290,07 c	41,35 c
P4	Hoagland 80%	297,25 c	50,32 d
P5	Hoagland 100%	305,40 c	52,90 d

Keterangan : Angka pada perlakuan yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5% ; tn : tidak berbeda nyata.

Hasil uji Duncan taraf 5% (Tabel 11) menunjukkan bahwa pemberian larutan Hoagland dapat meningkatkan Bobot Basah (BB) tanaman jagung dari 227,20 g/tanaman menjadi 305,40 g/tanaman. Hal tersebut juga berbanding lurus dengan peningkatan bobot kering (BK) tanaman jagung dari 29,80 g/tanaman menjadi 52,90 g/tanaman. Peningkatan tertinggi terjadi pada pemberian larutan Hoagland pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yang juga diikuti dengan perlakuan kapasitas lapang 80% (P4) yang juga menunjukkan hasil yang optimal. Sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol). Hasil dari penimbangan berat basah mempengaruhi hasil dari penimbangan berat kering tanaman. Berat basah tanaman yang tinggi akan menghasilkan berat kering tanaman yang tinggi. Peningkatan bobot kering tanaman membuktikan bahwa tumbuh kembangnya tanaman semakin baik dengan adanya pemberian larutan

Hoagland. Peningkatan bobot kering tanaman dikontrol oleh kemampuan tanah dalam menyuplai unsur N dari senyawa anorganik untuk diabsorpsi oleh tanaman. Meningkatnya kemampuan tanah dalam menyuplai N ada kaitannya dengan kemampuan bahan anorganik yang diberikan dalam menyediakan N bagi tanaman. Bahan anorganik merupakan sumber unsur hara N, P dan K bagi tanaman, dengan demikian meningkatnya bahan anorganik berarti akan meningkatkan ketersediaan unsur-unsur tersebut bagi tanaman. Mengel, *et al.*, (2001) menyatakan bahwa bila hara makro dalam tanah meningkat maka jumlah yang dapat diabsorpsi oleh tanaman juga akan meningkat, disertai dengan pembentukan senyawa-senyawa organik dalam jaringan tanaman. Selain itu volume fotosintat yang mampu dihasilkan tanaman tidak hanya ditentukan oleh penyerapan sinar matahari, tetapi juga oleh tingkat ketersediaan bahan baku dalam ribosom yang diperoleh melalui absorpsi unsur hara dari dalam tanah.

Berat kering tanaman mencerminkan kandungan hara dan banyaknya unsur hara yang diserap oleh tanaman serta laju fotosintesis. Unsur hara pada tanaman berperan dalam proses metabolisme tanaman untuk memproduksi bahan kering yang tergantung pada laju fotosintesis. Bila laju fotosintesis berbeda, maka jumlah fotosintat yang dihasilkan juga berbeda, demikian juga dengan berat kering tanaman yang merupakan cerminan dari laju pertumbuhan tanaman (Dwidjoseputro, 1992). Prawiranata *et al.* (1988) menyatakan berat kering suatu tanaman merupakan hasil penumpukan fotosintat yang dalam pembentukannya membutuhkan unsur hara, air, CO₂ dan cahaya matahari. Kondisi demikian didukung oleh pendapat Lakitan (2004) yang menyatakan bahwa berat kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa-senyawa organik yang merupakan hasil sintesa tanaman dari senyawa anorganik yang berasal dari air dan karbondioksida sehingga memberikan kontribusi terhadap berat kering tanaman.

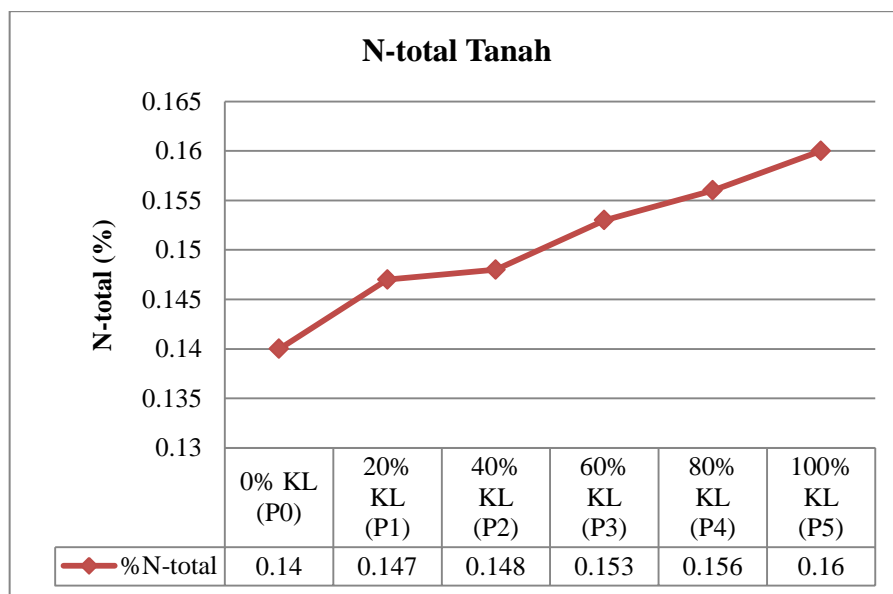
4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Kandungan Unsur Hara makro tanah

Pemberian larutan Hoagland mampu meningkatkan kandungan hara makro N-total, P-total, dan K-total dalam tanah. Namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pH di dalam tanah. Hasil penelitian menunjukkan

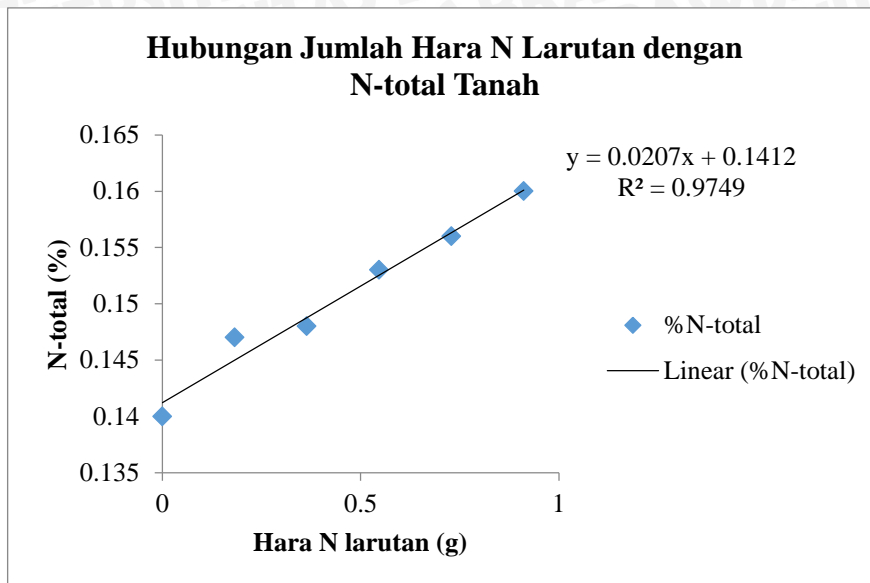
bahwa Unsur hara makro N, P, K tanah meningkat seiring dengan peningkatan volume kapasitas lapang larutan Hoagland yang diberikan. Dari segi parameter N-total, P-total, dan K-total perlakuan tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5). sedangkan pada perlakuan terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) pada masing-masing parameter yang diuji.

a. N-total Tanah



Gambar 2. Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Kandungan Hara Makro N-total Tanah

Pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa pengaruh modifikasi larutan Hoagland efektif dalam meningkatkan N-total dalam tanah. Nilai N-total tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 0,16% diikuti dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada perlakuan kapasitas lapang 80% (P4) yaitu 1,56%. Sedangkan pada hasil N-total terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 0,14%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyaknya volume larutan Hoagland yang diaplikasikan kedalam tanah akan semakin meningkatkan jumlah hara N didalam tanah. Hubungan jumlah hara N larutan dengan N-total tanah akan disajikan pada Gambar 3.



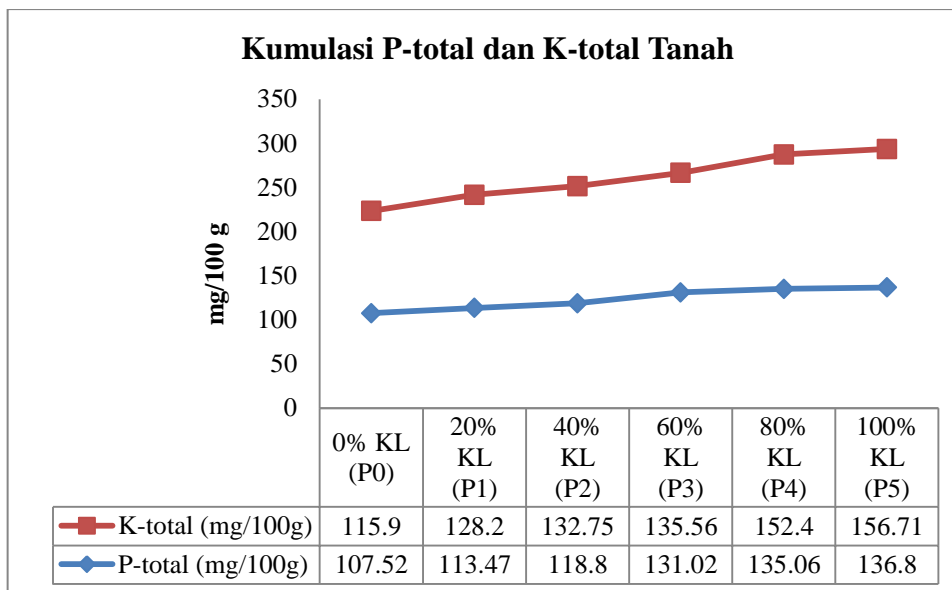
Gambar 3. Regresi Jumlah hara N Larutan dengan N-total Tanah

Hubungan korelasi jumlah hara N larutan dengan N-total tanah menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat $r = 0,98$ (Lampiran 4). Hubungan regresi menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah N dalam larutan maka N dalam tanah akan semakin meningkat. Peningkatan N-total dalam tanah disebabkan oleh peningkatan jumlah nitrogen (N) dalam tanah yang bersumber dari larutan Hoagland. Pada larutan Hoagland terdapat senyawa anorganik $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$, KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, dan $(\text{NH}_4)\text{MoO}_4$ yang merupakan sumber asam amino. Berikut adalah proses pembentukan N dari sumber senyawa anorganik yang terdapat pada larutan Hoagland :

- $\text{NH}_4\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4^+$ (Ammonium) + SO_4^{2-}
- $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+$ + NO_3^- (Nitrat)
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+}$ + 2NO_3^- (Nitrat)
- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_4^+$ (Ammonium) + MoO_4^{2-}

Apabila asam-asam amino mengalami proses hidrólisis akan menghasilkan Ammonium (NH_4^+) atau Nitrat (NO_3^-) yang dapat diserap oleh tanaman. Sutejo, (2002) mengemukakan bahwa senyawa yang mengandung nitrogen menghasilkan amonium setelah terjadinya proses hidrolisis. Amonium ini merupakan bentuk N pertama yang diperoleh dari penguraian protein melalui proses enzimatik dibantu oleh jasad heterotropik. Amonium inilah yang digunakan oleh jasad mikro atau oleh tanaman diubah menjadi nitrat.

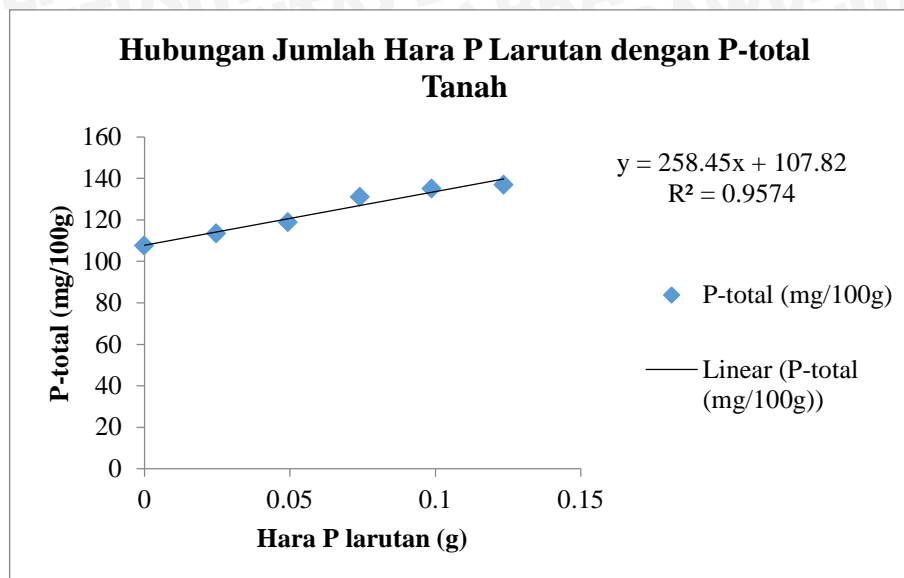
a. P-total dan K-total Tanah



Gambar 4. Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Kandungan Hara Makro P-total dan K-total Tanah

Pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa pengaruh modifikasi larutan Hoagland efektif dalam meningkatkan P-total dalam tanah. Nilai P-total tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 136,80 mg/100g, namun hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada perlakuan kapasitas lapang 40% (P2), 60% (P3), dan 80% (P4) berturut-turut yaitu 118,80 mg/100g, 131,02 mg/100g, dan 135,06 mg/100g. Sedangkan pada hasil P-total terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 107,52 mg/100g. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyaknya volume larutan Hoagland yang diaplikasikan kedalam tanah akan semakin menambah jumlah hara P didalam tanah. Pemberian larutan Hoagland memberikan pengaruh yang signifikan antar tiap perlakuan. Hubungan jumlah hara P larutan dengan P-total tanah akan disajikan pada Gambar 5.

Hubungan korelasi jumlah hara P larutan dengan P-total tanah menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat $r = 0,97$ (Lampiran 4). Hubungan regresi menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah P dalam larutan maka P dalam tanah akan semakin meningkat.



Gambar 5. Regresi Jumlah Hara P Larutan dengan P-total Tanah

Peningkatan P-total tanah akibat pemberian larutan Hoagland disebabkan oleh sumbangan langsung dari P yang terdapat di dalamnya. Didalam larutan Hoagland terdapat KH_2PO yang merupakan sumber senyawa anorganik penyedia phospat didalam tanah. Berikut adalah proses mineralisasi senyawa Anorganik pembentukan fosfat :



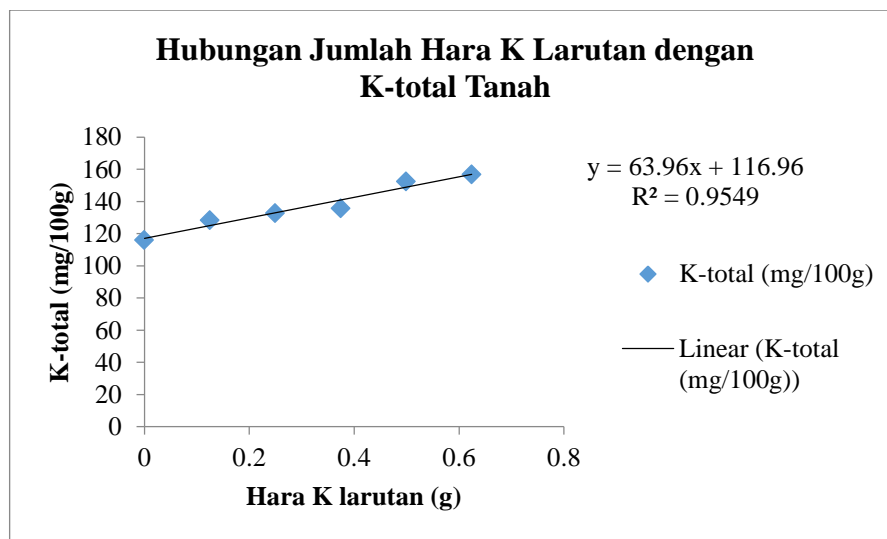
↓



Fosfat terdapat dalam tiga bentuk yaitu H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer H_2PO_4^- atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut dalam tanah bergantung pada pH tanah (Engelstad, 1997). Pada pH lebih rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer, dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder yang lebih banyak diserap oleh tanaman (Hanafiah, 2005). Fosfat anorganik maupun organik terdapat dalam tanah. Bentuk anorganiknya adalah senyawa Ca, Fe, Al, dan F. Fosfor organik mengandung senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroorganisme dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid, dan fitin (Rao, 1994). Meningkatnya P-total tanah dengan adanya pemberian ekstrak Anorganik disebabkan oleh adanya sumbangan langsung dari P yang terkandung

didalam larutan Hoagland. Dengan penambahan P tersebut, maka intensitas P dalam larutan tanah juga meningkat. Hardjowigeno (1995), menyatakan bahwa senyawa anorganik yang berasal dari larutan tanah mengandung unsur P, sehingga apabila diberikan kedalam tanah akan meningkatkan P dalam tanah.

Pada Gambar 4 juga menunjukkan bahwa pengaruh modifikasi larutan Hoagland efektif dalam meningkatkan K-total dalam tanah. Nilai K-total tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 156,71 mg/100g diikuti dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada perlakuan kapasitas lapang 80% (P4) yaitu 152,40 mg/100g. Sedangkan pada hasil K-total terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol) yaitu 115,90 mg/100g. yang menunjukkan bahwa semakin banyaknya volume larutan Hoagland yang diaplikasikan kedalam tanah akan semakin menambah jumlah hara K didalam tanah. Pemberian larutan Hoagland juga memberikan pengaruh yang signifikan antar tiap perlakuan terhadap jumlah K di dalam tanah. Hubungan jumlah hara K larutan dengan K-total tanah akan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Regresi Jumlah Hara K Larutan dengan K-total Tanah

Hubungan korelasi jumlah hara K larutan dan K-total tanah menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat $r = 0,97$ (Lampiran 4). Hubungan regresi menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah K dalam larutan maka K dalam tanah akan semakin meningkat. Peningkatan K-total tanah akibat pemberian larutan Hoagland disebabkan oleh sumbangan langsung dari K yang terdapat di dalamnya. Sofyan *et all*, (2006) menyatakan bahwa K yang mudah tersedia adalah

K larutan dan K diabsorpsi koloid tanah atau K-dd, sedangkan yang lambat tersedia adalah K dalam struktur mineral. Senyawa anorganik KH_2PO_4 dan KNO_3 yang terkandung dalam larutan Hoagland merupakan senyawa penyumbang kalium (K) didalam tanah. Sumber kalium yang terdapat pada senyawa inorganik akan mengalami ionisasi dengan reaksi sebagai berikut:

- $\text{KH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}^+ (\text{Kalium}) + \text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$
- $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+ (\text{Kalium}) + \text{NO}_3^-$

Hasil ionisasi senyawa anorganik ini menyebabkan meningkatnya konsentrasi kalium di dalam larutan tanah dan bersama-sama dengan ion K yang dijerap merupakan kalium yang mudah diserap oleh tanaman. Rosmarkam dan Yuwono, (2002) mengemukakan bahwa Sumber kalium yang terdapat dalam tanah berasal dari pelapukan mineral yang mengandung K. mineral tersebut bila lapuk melepaskan K kelarutan tanah atau terjerapan tanah dalam bentuk tertukar. Senyawa anorganik yang terkandung dalam larutan Hoagland mampu meningkatkan ion K^+ yang dapat dipertukarkan sehingga K didalam tanah menjadi bentuk yang tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Hanafiah, (2005) mengemukakan bahwa tanaman menyerap ion K^+ hasil pelapukan, pelepasan dari situs pertukaran kation tanah yang terlarut dalam larutan tanah. K-larutan tanah ditambah K-tukar merupakan K yang tersedia dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman.

4.2.2 Pengaruh Larutan Modifikasi Hoagland terhadap Serapan Hara

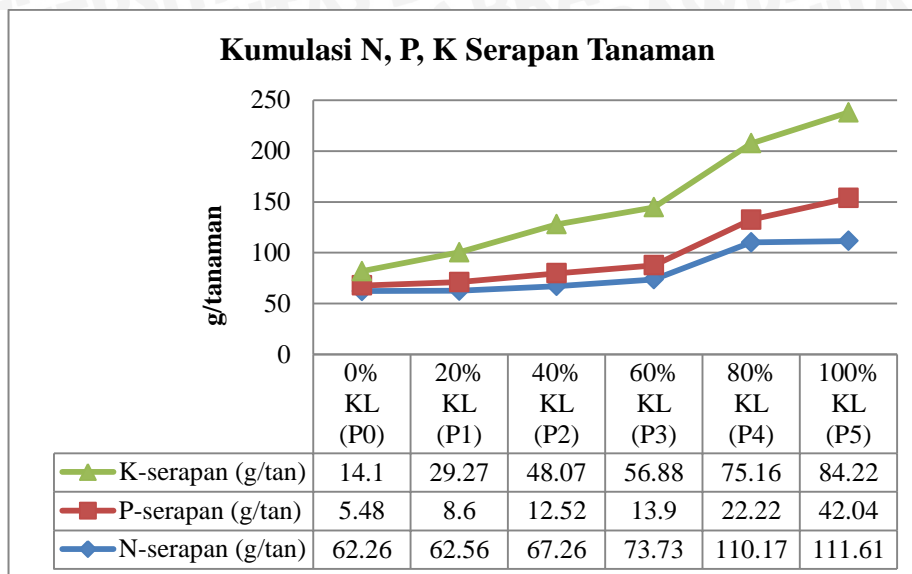
Pemberian modifikasi larutan Hoagland dengan taraf kapasitas lapang yang berbeda mampu meningkatkan serapan hara makro N, P, dan K tanaman. Pada Tabel 12 diketahui bahwa kandungan hara tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) dikarenakan semakin banyak volume larutan yang diberikan maka akan semakin besar pula kandungan hara didalamnya, sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (kontrol). Pengaruh larutan Hoagland terhadap serapan hara pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland terhadap Efisiensi Serapan Hara Tanaman

Perlakuan	Elemen Hara Spesifik	Jumlah hara tanah		Serapan Hara (g)	Residu Tanah (g)	Efisiensi Serapan (%)
		Hara Awal Tanah (g)	Hara Hoagland (g)			
P0 (KL 0%)	N	11120	0	62,26	11120	0
	P	10480	0	5,48	8560	0
	K	10000	0	14,10	9280	0
P1 (KL 20%)	N	11120	0,182338	62,56	11760	1,645
	P	10480	0,024696	8,60	9040	126,336
	K	10000	0,124836	29,26	10240	121,439
P2 (KL 40%)	N	11120	0,364676	67,26	11840	13,710
	P	10480	0,049392	12,52	9520	142,533
	K	10000	0,249672	48,07	10640	136,058
P3 (KL 60%)	N	11120	0,547014	73,73	12240	20,968
	P	10480	0,074088	13,90	10480	113,648
	K	10000	0,374508	56,88	10800	114,229
P4 (KL 80%)	N	11120	0,729352	110,17	12480	65,688
	P	10480	0,098784	22,22	10800	169,460
	K	10000	0,499344	75,16	12160	122,280
P5 (KL 100%)	N	11120	0,911690	111,61	12800	54,130
	P	10480	0,123480	42,04	10960	296,080
	K	10000	0,624180	84,22	12560	112,339

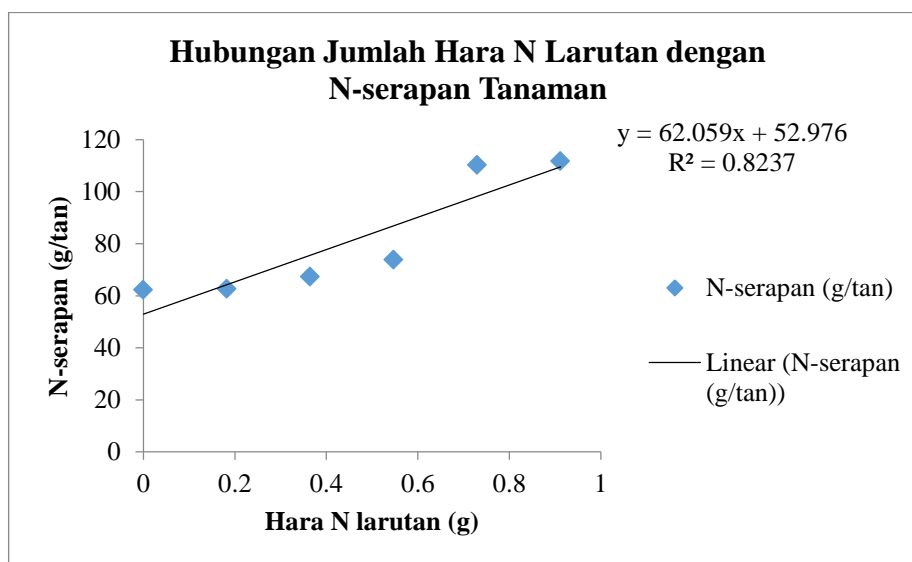
Kondisi tanah awal sebelum perlakuan menunjukkan jumlah N, P, K berturut-turut sebesar 11120 g, 10480 g dan 10000 g. Namun kondisi tersebut berubah setelah pemberian perlakuan larutan Hoagland dimana pada tiap perlakuan memiliki kandungan unsur hara yang berbeda. Hal ini juga berpengaruh terhadap peningkatan Serapan hara, residu hara, dan efisiensi serapan hara N, P, K oleh tanaman. Pada Tabel 12 dapat diketahui bahwa kandungan hara perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) menunjukkan hasil serapan dan residu tertinggi. Hal tersebut berbanding lurus dengan efisiensi serapan hara N, P, dan K tertinggi yang terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) berturut-turut yaitu 54,13%, 296,08%, dan 112,34% dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Jumlah hara yang diberikan pada masing-masing perlakuan akan berpengaruh terhadap serapan hara tanaman. Berikut adalah hasil kumulasi nilai serapan hara N, P, K tanaman disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Kumulasi Serapan Hara N, P, K Tanaman

Peningkatan serapan N tertinggi dicapai pada pemberian larutan Hoagland pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 111,61 g/tanaman, sedangkan pada perlakuan terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (Kontrol) yaitu 62,26 g/tanaman. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa pemberian larutan Hoagland sangat nyata berpengaruh terhadap serapan nitrogen (N) tanaman jagung. Semakin tinggi jumlah hara N yang diberikan, maka semakin tinggi serapan hara N tanaman jagung. Hubungan antara jumlah hara N dengan serapan N pada tanaman jagung disajikan pada Gambar 8.

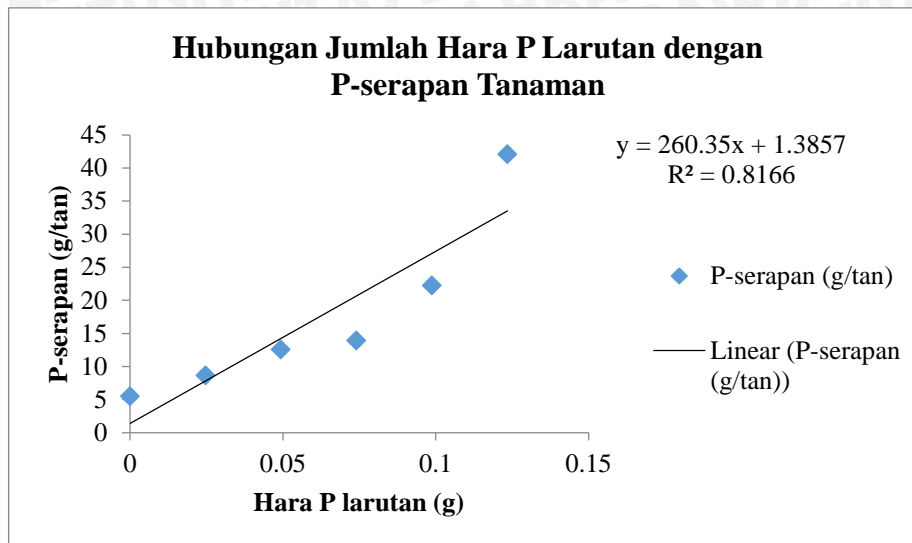


Gambar 8. Regresi Jumlah Hara N Larutan dan N-serapan Tanaman

Hubungan korelasi jumlah N larutan dengan serapan N tanaman menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat $r = 0,90$ (Lampiran 4). Hubungan regresi menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah N dalam larutan maka serapan N tanaman akan semakin meningkat. Hal ini juga berbanding lurus dengan hubungan korelasi N-serapan dengan berat basah yang menunjukkan hubungan positif kuat $r = 0,73$ (Lampiran 4) dan diikuti dengan berat kering tanaman yang juga menunjukkan hubungan positif sangat kuat $r = 90$ (Lampiran 4). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi serapan N tanaman maka berat basah dan berat kering tanaman jagung juga akan semakin meningkat.

Peningkatan serapan nitrogen (N) tanaman dapat disebabkan oleh meningkatnya ketersediaan nitrogen (N) dalam tanah yang bersumber dari senyawa anorganik oleh aplikasi larutan Hoagland. Sejalan dengan hasil penelitian Wahyudi (2009), menyatakan bahwa peningkatan serapan N tanaman ada keterkaitan dengan peningkatan berat kering tajuk, perbaikan perkembangan akar tanaman, dan peningkatan ketersediaan N tanah. Peningkatan perkembangan tanaman (berat kering tajuk dan berat kering akar) memiliki hubungan dengan perbaikan kondisi tanah. Pada Peningkatan serapan N didalam tanah juga berbanding lurus dengan peningkatan bobot basah dan bobot basah dan bobot kering tanaman jagung. Hal ini sesuai dengan pendapat Mengel, *et al.*, (2001) mengemukakan bahwa peningkatan serapan N tanaman ada keterkaitannya dengan peningkatan bobot kering tanaman, perbaikan perkembangan akar tanaman, dan peningkatan ketersediaan N tanah. Peningkatan perkembangan tanaman (bobot kering tajuk dan bobot kering akar) ada hubungannya dengan perbaikan kondisi tanah. Hal tersebut akan menyebabkan peningkatan kemampuan akar tanaman untuk menyerap air dan unsur hara N dalam tanah yang pada gilirannya akan menunjang peningkatan perkembangan tanaman.

Pada hasil analisa ragam juga menunjukkan bahwa pemberian larutan Hoagland memberikan hasil yang berbeda nyata pada serapan fosfor (P) tanaman jagung. Serapan P tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 42,04 g/tanaman, sedangkan pada perlakuan terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0% (Kontrol) yaitu 5,48 g/tanaman. Hubungan jumlah hara P larutan Hoagland dengan serapan P tanaman akan disajikan pada Gambar 9.



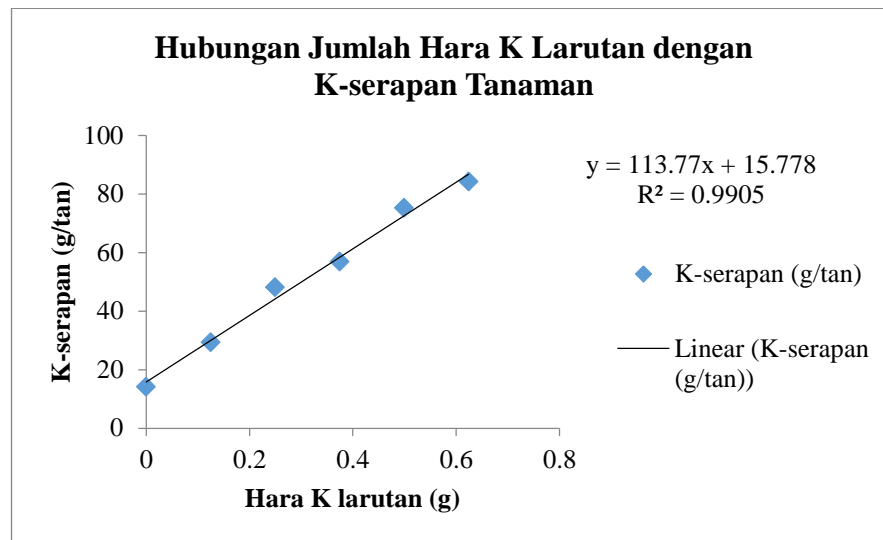
Gambar 9. Regresi Jumlah Hara P Larutan dan P-serapan Tanaman

Hubungan korelasi jumlah P larutan dengan serapan P tanaman menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat $r = 0,90$ (Lampiran 4). Hubungan nilai P-total tanah yang tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah P-total dalam tanah maka serapan P tanaman akan semakin meningkat. Hal ini juga berbanding lurus dengan hubungan korelasi antara P-serapan dengan berat basah yang menunjukkan hubungan positif kuat $r = 0,74$ (Lampiran 4) dan diikuti dengan berat kering tanaman yang juga menunjukkan hubungan positif sangat kuat $r = 87$ (Lampiran 4). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi serapan P tanaman maka berat basah dan berat kering tanaman jagung juga akan semakin meningkat.

Peningkatan serapan P tanaman sangat ditentukan oleh jumlah hara P dalam larutan serta kemampuan tanaman dalam menyerap unsur P dalam tanah. Dimana pemberian senyawa anorganik berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman sehingga memungkinkan tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Menurut Foth (1984), serapan P tanaman sangat ditentukan oleh kontak akar dengan hara P, konsentrasi P dalam larutan tanah dan kemampuan tanaman.

Pemberian larutan Hoagland juga menunjukkan hasil analisa ragam yang berbeda nyata pada serapan kalium (K) tanaman jagung. Serapan K tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% (P5) yaitu 84,22 g/tanaman, sedangkan pada perlakuan terendah terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 0%

(Kontrol) yaitu 14,1 g/tanaman. Hubungan jumlah hara K larutan Hoagland dengan serapan K tanaman akan disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Regresi Jumlah Hara K Larutan dan K-serapan Tanaman

Hubungan korelasi jumlah K larutan dengan serapan K tanaman menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat $r = 0,99$ (Lampiran 4). Hubungan nilai K-total tanah yang tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah K-total dalam tanah maka serapan K tanaman akan semakin meningkat. Hal ini juga berbanding lurus dengan hubungan korelasi antara K-serapan dengan berat basah yang menunjukkan hubungan positif sangat kuat $r = 0,95$ (Lampiran 4) dan diikuti dengan berat kering tanaman yang juga menunjukkan hubungan positif sangat kuat $r = 98$ (Lampiran 4). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi serapan K tanaman maka berat basah dan berat kering tanaman jagung juga akan semakin meningkat.

Peningkatan serapan K tanaman sangat ditentukan oleh jumlah hara P dalam larutan serta kemampuan tanaman dalam menyerap unsur K dalam tanah. Darlison, (1988) dalam Silahooy (2008), mengemukakan bahwa Dosis pemberian K yang meningkat dapat meningkatkan serapan K secara nyata. Hal ini berhubungan dengan ketersediaan K pada tanah, dengan bertambahnya dosis K yang diberikan. Jumlah kalium yang diserap oleh tanaman ditentukan oleh beberapa faktor termasuk konsentrasi kalium dalam larutan tanah. Makin tinggi konsentrasi kalium tanah makin tinggi serapan kalium tanaman. Pemberian senyawa kalium akan menyebabkan bertambahnya konsentrasi kalium dalam

tanah sehingga akan meningkatkan serapan kalium tanaman K/tanaman. Pendapat lain Silahooy, (2008) mengemukakan bahwa Bentuk kalium tersedia dalam tanah untuk diserap tanaman adalah K dapat ditukar (K_{dd}) dan K larutan (K^+), serta sebagian kecil K tidak dapat ditukar. Tanaman menyerap K dari tanah dalam bentuk ion K^+ .



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pemberian larutan Hoagland 100% kapasitas lapang mampu meningkatkan kandungan hara tanah dengan hasil terbaik. Presentase peningkatan N-total 14,28%, P-total 27,32% dan K-total 35,37%.
2. Pemberian larutan Hoagland 100% kapasitas lapang mampu meningkatkan serapan hara tanaman pada kisaran nilai N-serapan 78,4%, P-serapan 667,1%, dan K-serapan 497,3% dengan hasil terbaik

5.2 Saran

1. Penulis menyarankan perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh antara larutan Hoagland dengan tingkat kapasitas lapang yang berbeda, dengan modifikasi bahan dasar yang berbeda, dengan jenis tanah dan tanaman yang berbeda sehingga informasi mengenai pengaruh larutan Hoagland akan semakin lengkap.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan tanaman jagung ataupun jenis tanaman yang lain hingga masa panen untuk mengetahui pengaruh antara larutan Hoagland dengan tingkat kapasitas lapang yang berbeda terhadap hasil produksi tanaman
3. Upaya pengembangan sistem pertanian pada modifikasi larutan Hoagland taraf kapasitas lapang 100% sangat direkomendasikan agar dapat meningkatkan unsur hara dalam tanah dan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, N. 2009. Dinamika $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$ dan Potensial Nitrifikasi di Tanah Alfisol, Jumantono dengan berbagai Perlakuan Kualitas Seresah. Skripsi. Jurusan Ilmu Tanah. Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB
- Barber, S.A. 1995. Soil Nutrient Bioavailability. A Mechanical Approach. and Son Inc. Canada.
- Chuan, A. 1995. A Guide to Hydroponics. Publ. by Singapore Sci. Science center Road. Singapore 2260. p:41
- Cooke, G.W. 1985. Fertilizing for Maximum Yield. Granada Publishing Lmt. London. P. 75-87
- Dwidjoseputro, D. 1992, Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Engelstad, O.P. 1997. Teknologi dan Penggunaan Pupuk. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. John Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydney, Toronto. 412
- Foth, H.D. 1984. Fundamentals of soil science. Terjemahan E.D. Purbayanti, D.R., Lukiwati, dan R. Trimulatsih. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hagin, J. dan B. Tucker. 1982. Fertilization of Dry Land and Irrigated Soil. Springe, Berlin Heidenberg
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah Edisi ketiga. P.T. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan Ketersediaan dan Serapan N dan P Serta Hasil Tanaman Jagung Melalui Inokulasi Mikoriza, Azotobakter dan Bahan Organik Pada Ultisol. J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 5(2): 83-89.
- Hoagland, D.R. & D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agriculture Experiment Station Circular 347, revised.

- Islami, T. dan W.H. Utomo. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press, Semarang.
- Kementerian pertanian RI. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian tahun 2015-2019. H.19
- Lakitan, B. 2004. Dasar-Dasar Fisiologi tumbuhan. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Lingga, Pinus dan marsono. 2007. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya, h 13
- Mengel, K., E.A. Kirkby, H. Kosegarten and T. Appel. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Ed., Kluwer Academic Publ., London
- Mariana, Titin. 2011. Kajian Kemasaman Potensial Total pada Tanah Rawa di Kalimantan Selatan. Jurnal Vol. 18. ISSN 0854-2333
- Morris, R.J. 1987. The Importance and Need For Sulfur in Crop Production in Asia and The Pacific Region. In Proceeding of Symposium on Fertilizer, Sulphur Requirements and Sources in Developing Countries of Asia and Pacific. Bangkok
- Nicolls, R. 1989. Hidroponik Tanaman Tanpa Tanah. Dahara Prize. h.22.
- Notohadiprawiro, Tejoyuwono. 1998. Tanah dan Lingkungan. Dpdikbud: Jakarta. v. 237, hlm : II.
- Patrick, W. H., JR and K.R. Reddy. 1976. Rate of Fertilizer Nitrogen in a Flooded Soil. Soil.Svi. Soc. Proc. 40:678-681
- Prawiranata, W. S. Harran & P. Tjondronegoro. 1988. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Departemen Botani Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 313 hal.
- Purwanto, E. Handayanto, D. Suparyogo, dan K. Hairiah. 2007. Nitrifikasi Potensial dan Nitrogen-Mineral Tanah pada Sistem Agroforestri Kopi dengan Berbagai Spesies Pohon Penaung. Pelita Perkebunan Volume 23 (1) 35-56.
- Rao, NSS. 1994. Soil microorganisms and plant growth. UI Press. Jakarta. (Indonesia).
- Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius, Yogyakarta.
- Rubatzky, V dan Mas. 1998. Sayuran Dunia 1. ITB Bandung. h.261

- Silahooy, 2008. Efek Pupuk KCl dan SP-36 Terhadap Kalium Tersedia, Serapan Kalium dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada Tanah Brunizem. *Bul. Agron.* 36:2:126 -132
- Sirrapa, M.P. dan Nasruddin. 2010. Peningkatan Produktivitas Jagung Melalui Pemberian Pupuk N, P, K dan pupuk Kandangpada Lahan Kering di Maluku. ISBN : 978- 979- 8940- 29-3
- Sofyan, A. Nurjaya, dan A. Kasto. 2006. Status Hara Tanah Sawah Untuk Rekomendasi Pemupukan. *Jurnal Tanah Sawah dan Pengolahannya*. BPTP Yogyakarta.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung Alfabeta.
- Sutejo, R. 2002. *Pupuk dan Pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, and Reaction*. John Wiley and Sons, New York.
- Syekhfani. 2010. *Hubungan Hara Tanah Air dan Tanaman*. Edisi ke-2. ISBN : 979-508-229-9
- Tan, K.H. 2003. *Soil Sampling Analysis*. USDA Press. Washington
- Tan, H. 1982. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Gajah Mada University Press. h. 21
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizer*. Macmillan Publishing Company, New York. Fourth Edition.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, J. D. Beaton. 1990. *Soil Fertility and Fertilizer*. Macmillan Pub. Co. New York.
- Wahyudi, I. 2009. *Manfaat Bahan Organik Terhadap Peningkatan Ketersediaan Fosfor dan Penurunan Toksisitas Aluminium di Ultisol*. Disertsi Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Yulianto, F. E. 2010. Pengaruh masa peram pada tanah gambut berserat yang distabilisasi dengan campuran abu sekam padi (rice husk ash) + kapur (lime), *Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE2010)*, 9-10
- Zainar, K. 2003. Pengaruh populasi tanaman dan pengairan terhadap hasil kacang tanah pada musim kemarau. *Risalah Seminar*. 10: 90-96, BPTP. Sukarami, Sumatera Barat.
- Zulkarnain, H. 2013. *Budidaya Sayuran Tropis*. PT Bumi Aksara. h.158

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Jagung Manis Varietas Talenta

Asal	: PT. Agri Makmur Pertiwi
Golongan Varietas	: Hibrida silang tunggal
Nama varietas	: Talenta
Umur panen	: 70-76 HST
Warna	
Biji	: Kuning
Batang	: 2,9 - 3,2 cm
Daun	: Hijau
Malai	: Kuning
Rambut	: Kuning
Bentuk	
Penampang Batang	: Bulat
Ujung Daun	: Runcing
Malai (tassel)	: Terbuka dan bengkok
Tongkol	: Kerucut
Kekuatan perakaran	: Kuat
Kerebahan	: Tahan
Bobot tongkol	: 300-400 g/tongkol
Ukuran tongkol	: \pm 6 cm
Potensi hasil tongkol	: 18-25 ton/ha
Kadar gula	: 12-14 brix
Tinggi tanaman	: 160-170 cm
Keterangan	: Tahan penyakit bulai, karat, dan hawar daun,
Beradaptasi dengan baik di dataran rendah sampai medium dengan altitude 150-650 m dpl.	

Lampiran 2. Kriteria Analisa Tanah

Kriteria Analisa Tanah Staf Pusat Penelitian Tanah (1983)

	Parameter tanah				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P ₂ O ₅ HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P ₂ O ₅ Bray (ppm P)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P ₂ O ₅ Olsen (ppm P)	<5	5-10	10-15	16-20	>20
K ₂ O HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK (me 100 g tanah ⁻¹)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan kation	<2	2-5	6-10	11-20	>20
- Ca (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8	>8
- Mg (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1	>1
- K (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1	>1
- Na (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1	>1
Kejujahan basah (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80

	sangat masam	Masam	agak masam	normal	agak alkalis	Alkalis
pH (H ₂ O)	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5
pH (KCL)	<2,5	2,5-4	-	4,1-6,0	6,1-6,5	.6,5

Lampiran 3. Analisis Ragam (ANOVA)

a. Analisis Ragam pH Tanah

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab 5%	F. Tab 1%
Perlakuan	5	0.386637	0.077327	2.07986103	2.772853	4.247882
Galat	18	0.669225	0.037179			
Total	23	1.055862				

b. Analisis Ragam N-total Tanah

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab 5%	F. Tab 1%
Perlakuan	5	0.000939	0.000188	3.811932	2.772853	4.247882
Galat	18	0.000887	4.93E-05			
Total	23	0.001826				

c. Analisis Ragam P-total Tanah

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab 5%	F. Tab 1%
Perlakuan	5	2978.52	595.7039	5.916242	2.772853	4.247882
Galat	18	1812.413	100.6896			
Total	23	4790.932				

d. Analisis Ragam K-total Tanah

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab 5%	F. Tab 1%
Perlakuan	5	4674.609	934.9219	4.916518	2.772853	4.247882
Galat	18	3422.868	190.1593			
Total	23	8097.478				

e. Analisis Ragam N-serapan Tanaman

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab 5%	F. Tab 1%
Perlakuan	5	10881.31	2176.262	3.37734	2.772853	4.247882
Galat	18	11598.69	644.3716			
Total	23	22480				

f. Analisis Ragam P-serapan Tanaman

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab 5%	F. Tab 1%
Perlakuan	5	3543.702	708.7405	4.849943	2.772853	4.247882
Galat	18	2630.408	146.1338			
Total	23	6174.11				

g. Analisis Ragam K-serapan Tanaman

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab 5%	F. Tab 1%
Perlakuan	5	14257.2	2851.439	7.371324	2.772853	4.247882
Galat	18	6962.916	386.8286			
Total	23	21220.11				



Lampiran 4. Uji Korelasi

Uji korelasi antar parameter pengamatan

Perlakuan	pH	N-total	P-total	K-total	N-serapan	P-serapan	K-serapan	BB	BK	N larutan	P larutan	K larutan
pH	1											
N-total	-0,78	1										
P-total	-0,87		1									
K-total	-0,82			1								
N-serapan	-0,81	0,87			1							
P-serapan	-0,70		0,81			1						
K-serapan	-0,89			0,98			1					
BB	-0,90	0,90	0,92	0,88	0,74	0,74	0,95	1				
BK	-0,85	0,95	0,92	0,98	0,90	0,88	0,98	0,93	1			
N larutan	-0,86	0,98	0,97	0,97	0,90	0,90	0,99	0,92	0,97	1		
P larutan	-0,86	0,98	0,97	0,97	0,90	0,90	0,99	0,92	0,97		1	
K larutan	-0,86	0,98	0,97	0,97	0,90	0,90	0,99	0,92	0,97			1

Keterangan :

** : Correlation is significant at the 0,01 level (2-tailed)

Kriteria Nilai Kolerasi

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 5. Hasil Analisis Parameter Dasar Kimia Tanah

Hasil analisis dasar kimia tanah

No	Analisis Dasar	Metode Analisis	Hasil	Satuan	Kriteria
1	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	NH ₄ OAc 1 N pH 7	24,78	me/100g	Tinggi
2	N-total	Kjeldahl	0,139	%	
3	P-total	HCl 25%	130,87	mg/100g	Rendah
4	P-tersedia	P-Bray	152,86	mg/L	Sangat tinggi
5	K-total	HCl 25%	125,47	mg/100g	Sangat tinggi
6	K-tersedia	NH ₄ OAc	2,74	me/100g	Sangat tinggi
7	Na-tersedia	NH ₄ OAc	2,45	me/100g	Sangat tinggi
8	Ca-tersedia	Titrasi EDTA	7,31	me/100g	Sangat tinggi
9	Mg-tersedia	Titrasi EDTA	0,60	me/100g	Sangat tinggi
10	pH (H ₂ O)	Elektrometrik	5,80	-	Agak masam
11	C-Organik	Walkey and Black	1,15	%	Rendah
12	Kadar air	Gravimetri	1,52	%	-
13	Tekstur	Pipet	Lempung berdebu	-	-
14	Kapasitas lapang	pF 2,5 dan pF 4,2	2	L	-

Lampiran 6. Kebutuhan Hara Makro (N, P, K) Tanaman Jagung

Rekomendasi kebutuhan hara tanaman jagung adalah :

N: 36kg/ha

P: 20 kg/ha

K:39 kg/ha.

HLO = BI x Kedalaman lapisan olah x Luas lahan

$$= 1,2 \text{ g/cm}^3 \times 20 \text{ cm} \times 10.000 \text{ m}^2$$

$$= 1,2 \text{ g/cm}^3 \times 20 \text{ cm} \times 10^8 \text{ cm}^2$$

$$= 1,2 \text{ g/cm}^3 \times 10^9 \text{ cm}^2$$

$$= 2,4 \times 10^8 \text{ g}$$

$$= 2,4 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$= 2.400.000 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan N} = \frac{\text{Tanah dalam polibag}}{\text{HLO}} \times \text{Rekomendasi}$$

$$= \frac{8 \text{ kg}}{2.400.000 \text{ kg}} \times 36 \text{ kg}$$

$$= 0,00012 \text{ kg}$$

$$= 12 \text{ mg}$$

$$\text{Kebutuhan P} = \frac{8 \text{ kg}}{2.400.000 \text{ kg}} \times 20 \text{ kg}$$

$$= 0,000067 \text{ kg}$$

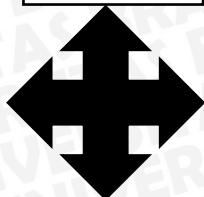
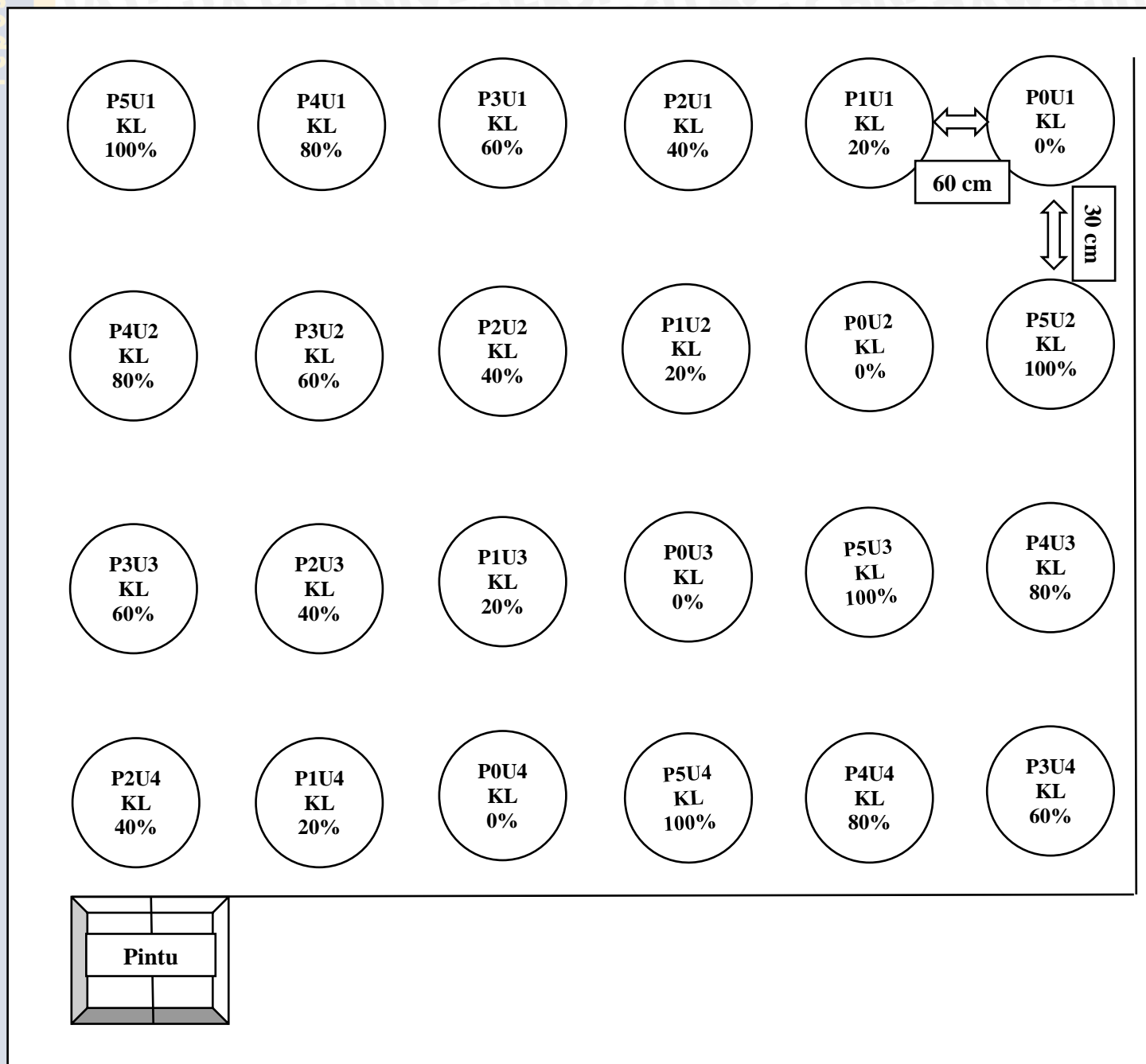
$$= 6,7 \text{ mg}$$

$$\text{Kebutuhan K} = \frac{8 \text{ kg}}{2.400.000 \text{ kg}} \times 39 \text{ kg}$$

$$= 0,00013 \text{ kg}$$

$$= 13 \text{ mg}$$

Lampiran 7. Denah Penelitian



Keterangan :

P0 :	Hoagland 0%	Kontrol (tanpa larutan)
P1 :	Hoagland 20%	Larutan A 10% + Larutan B 10% dari Kapasitas lapang
P2 :	Hoagland 40%	Larutan A 20% + Larutan B 20% dari Kapasitas lapang
P3 :	Hoagland 60%	Larutan A 30% + Larutan B 30% dari Kapasitas lapang
P4 :	Hoagland 80%	Larutan A 40% + Larutan B 40% dari Kapasitas lapang
P5 :	Hoagland 100%	Larutan A 50% + Larutan B 50% dari Kapasitas lapang

U1 :	Ulangan 1
U2 :	Ulangan 2
U3 :	Ulangan 3



Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Larutan Hoagland Bahan Dasar larutan Hoagland



Larutan Hoagland Stok A dan B



Pelarutan dengan Aquades



Aplikasi Larutan pada Media Tanam



Inkubasi



Perbandingan Tanah antar Perlakuan



Budidaya Tanaman Jagung Benih Tanaman Jagung



Tanaman Jagung 7 HST



Tanaman Jagung 14 HST



Tanaman Jagung 21 HST



Tanaman Jagung 28 HST



Tanaman Jagung 35 HST



Tanaman Jagung 42 HST



Tanaman Jagung 49 HST

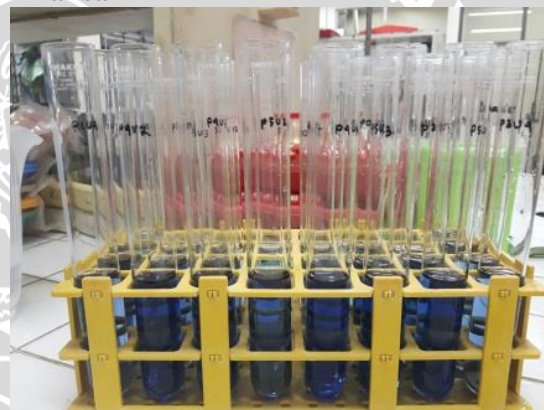


Analisa Labolatorium

Analisa N



Analisa P



Analisa K



Analisa C-Organik

