

**ANALISIS RUANG PORI TANAH PADA PERLAKUAN SISTEM OLAH  
TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TAHUN  
KE-35 DI POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ZAKIYYA NABEELA ALBAJILI  
1914181009**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### ANALISIS RUANG PORI TANAH PADA PERLAKUAN SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TAHUN KE-35 DI POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG

Oleh

**ZAKIYYA NABEELA ALBAJILI**

Kacang hijau merupakan salah satu tanaman pangan yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Akan tetapi, produksi kacang hijau di Lampung mengalami penurunan. Penurunan produksi kacang hijau disebabkan oleh penurunan kualitas tanah pada lahan kering akibat alih fungsi lahan. Kendala yang terdapat pada lahan kering yaitu kesuburan tanah yang rendah. Upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah yaitu dengan menerapkan pengolahan tanah yang tepat serta pengaplikasian pupuk dengan tepat dosis. Dengan menerapkan kombinasi antara kedua perlakuan tersebut diharapkan mampu meningkatkan kesuburan tanah serta memperbaiki sifat fisik tanah salah satunya yaitu ruang pori pada tanah. Pori tanah sangat berperan besar dalam menentukan pergerakan air dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari perlakuan sistem olah tanah dan pemberian pupuk nitrogen jangka panjang serta produksi tanaman terhadap ruang pori tanah. Penelitian ini merupakan penelitian tahun ke-35 yang dilaksanakan pada bulan Mei 2022 sampai dengan November 2022 di lahan Politeknik Negeri Lampung. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial  $3 \times 2$  dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah jangka panjang terdiri dari  $T_1 =$  Olah Tanah Intensif (OTI),  $T_2 =$  Olah Tanah Minimum (OTM)  $T_3 =$  Tanpa Olah Tanah (TOT), dan Faktor kedua adalah pemupukan nitrogen yaitu  $N_0 = 0 \text{ kg N ha}^{-1}$  dan  $N_2 = 50 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Data yang diperoleh pada variabel sebaran pori makro tanah, berat isi tanah, berat jenis tanah, porositas (ruang pori total) dan c-organik tanah dilakukan uji kuantitatif yang dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengamatan berdasarkan kriteria sifat fisik tanah kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Sedangkan analisis produksi tanaman kacang hijau dianalisis secara kuantitatif menggunakan uji lanjut dengan cara menganalisis homogenitas ragam dengan uji Barlett dan Aditivitas data dengan uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi dilakukan analisis ragam. Jika perlakuan memberikan pengaruh nyata maka rata-rata nilai tengah diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan sistem olah tanah dan pemberian pupuk nitrogen tidak memberikan peningkatan yang signifikan terhadap ruang pori tanah, serta tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan terhadap produksi tanaman kacang hijau.

---

**Kata Kunci:** Sistem Olah Tanah, Pemupukan Nitrogen, Ruang Pori tanah.

## ABSTRACT

### ANALYSIS SOIL PORE SPACE IN THE TREATMENT OF TILLAGE SYSTEM AND NITROGEN FERTILIZATION LONG-TERM 35TH ON LAMPUNG STATE POLYTECHNIC

By

**ZAKIYYA NABEELA ALBAJILI**

*Mung bean are one of the food crops that are in great demand by the people of Indonesia. However, mung bean production in Lampung has decreased. The decline in mung bean production is caused by a decrease in soil quality on dry land due to land use change. Constraints found in dry land yairu low soil fertility. Efforts to increase soil fertility are by applying proper tillage and applying fertilizers with the right dose. By applying a combination of the two treatments, it is expected to be able to increase soil fertility and improve the physical properties of the soil, one of which is the pore space in the soil. Soil pores play a major role in determining the movement of water in the soil. This study aims to determine the comparison of tillage system treatment and long-term nitrogen fertilizer application and crop production to soil pore space. This research is the 35th year of research conducted from May 2022 to November 2022 on the land of Lampung State Polytechnic. This research was designed in a factorial Randomized Group Design (RAK) consisting of two factors. The first factor is N0 = N fertilization of 0 kg N ha-1 and N2 = N fertilization of 50 kg N ha-1, and the second factor is T1 = intensive tillage, T2 = tillage, T3 = No tillage. Data obtained on the variables of soil macro pore distribution, soil content weight, soil specific gravity, porosity (total pore space) and soil c-organic were carried out quantitative tests carried out by comparing the results of observations based on soil physical property criteria then presented in the form of tables. While the analysis of mung bean crop production was analyzed quantitatively using further tests by analyzing the homogeneity of variety with the Barlett test and data aditivity with the Tukey test. If the assumptions are met, a variety analysis is carried out. If the treatment has a noticeable effect, the average middle value is tested with the Smallest Real Difference (BNT) test at the level of 5%. The results showed that the treatment of the tillage system and the application of nitrogen fertilizer did not provide a significant increase in soil pore space, and there was no interaction between the two treatments on mung bean crop production.*

---

**Keywords:** Tillage System, Nitrogen Fertilization, Soil Pore Space.

**ANALISIS RUANG PORI TANAH PADA PERLAKUAN SISTEM OLAH  
TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TAHUN  
KE-35 DI POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG**

Oleh

**Zakiyya Nabeela Albajili**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Program Studi Ilmu Tanah  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**Judul : ANALISIS RUANG PORI TANAH  
PADA PERLAKUAN SISTEM OLAH  
TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN  
JANGKA PANJANG TAHUN KE-35  
DI POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG**

**Nama Mahasiswa : Zakiyya Nabeela Albajili**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1914181009**

**Program Studi : Ilmu Tanah**

**Fakultas : Pertanian**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

**Dr. Ir. Afandi, M.P.**

**NIP 196611031988031003**

**Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si.**

**NIP 196107051986031005**

**2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah**

**Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**

**NIP 196611151990101001**

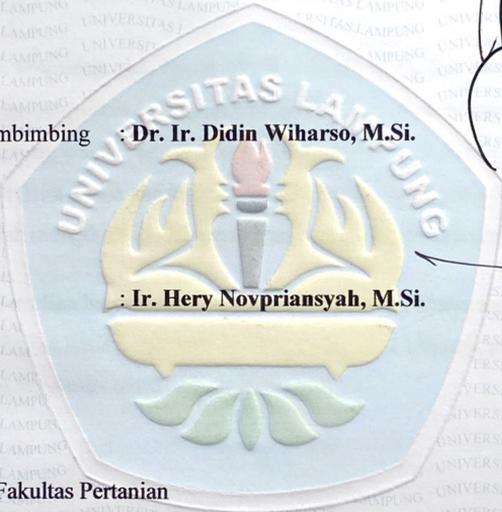
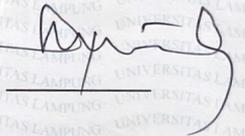
**MENGESAHKAN**

1. **Tim Penguji**

**Pembimbing Utama : Dr. Ir. Afandi, M.P.**

**Anggota Pembimbing : Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si.**

**Penguji : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**



2. **Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**  
NIP.196411181989021002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi 7 Februari 2024**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Analisis Ruang Pori Tanah pada Perlakuan Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Tahun Ke-35 Di Politeknik Negeri Lampung”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini dibimbing oleh Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P., dan Bapak Dr. Ir. Didin Wiharso, M. Si. Penelitian ini merupakan penelitian berkelanjutan TOT dengan dosen penanggung jawab yaitu Ibu Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc. dengan menggunakan dana dosen pananggung jawab. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Apabila di kemudian hari ditemukan bahwa skripsi seluruhnya maupun sebagiannya bukan hasil karya saya sendiri, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 Februari 2024  
Penulis,



**Zakiyya Nabeela Albajili**  
NPM 1914181009

## RIWAYAT HIDUP



**Zakiyya Nabeela Albajili.** Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 17 Maret 2001. Penulis merupakan anak ke dua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak M. Sahripudin dan Ibu Sri Bayu Respati. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Tunas Karya, Bandar Lampung pada Tahun 2007, Sekolah Dasar Negeri (SDN) 2 Penengahan Bandar Lampung pada Tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 12 Bandar Lampung pada Tahun 2016, Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 10 Bandar Lampung pada Tahun 2019.

Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi pada tahun 2019 dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam mengikuti kegiatan akademik dan organisasi. Untuk kegiatan akademik, penulis pernah menjadi anggota tim dalam program Pengembangan Pemberdayaan Desa (P3D) di Kelurahan Pinang Jaya, Kecamatan Kemiling pada periode 2021/2022 dan tim penulis telah menjadi Pemenang Abdidaya Tahun 2021 dengan kategori (*SUPPORT SYSTEM FAVORIT*) yang mewakili Universitas Lampung. Selain itu, penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Kimia Dasar pada semester Ganjil Tahun 2022/2023 dan Dasar-Dasar Ilmu Tanah pada semester Genap Tahun 2022/2023. Sedangkan untuk kegiatan organisasi, penulis aktif dalam organisasi internal kampus yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (Gamatala) sebagai Anggota Bidang Komunikasi dan Informasi periode 2020/2021, kemudian diamanahkan menjadi Ketua Bidang Komunikasi dan Informasi periode 2021/2022.

Pada bulan Februari 2020, penulis mengikuti kegiatan Praktik Pengenalan Pertanian (P3) Jurusan Ilmu Tanah FP Unila di daerah Pesawaran dan PT Great Giant Food. Pada bulan Januari-Februari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sumur Batu, Kecamatan Teluk Betung Utara, Bandar Lampung. Kemudian pada bulan Juli-Agustus 2022 dilanjutkan dengan melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Buah Pekalongan, Lampung Timur.

## **PERSEMBAHAN**

*Bismillahirohmanirrohim*

*Alhamdulillah Robbil Alaamiin*

Dengan mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas nikmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kemudahan serta kelancaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Kupersembahkan karya ini untuk :

Diri Ku sendiri yang telah berusaha dengan penuh perjuangan serta kerja keras. Terimakasih sudah bertahan sampai titik pembuatan skripsi ini. Tetaplah semangat, sabar, berdoa dan terus berusaha sebisa mungkin sampai apa yang diinginkan kedepannya tergapai.

Kedua orang tua Ku, Abi M. Sahripudin dan Ibu Sri Bayu Respati yang telah mendoakan, mendidik, menjaga, memberikan semangat, nasehat, dukungan, cinta dan kasih sayang yang tak terhingga, yang tidak bisa ku gantikan sampai kapanpun dengan apapun.

Abang kandung Ku M. Musaffa Albajili, yang telah membantu hal kecil yang tidak bisa Ku lakukan sendiri tanpanya selama menjalani perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini.

Dosen-dosen Universitas Lampung, Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Tanah yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu yang sangat bermanfaat selama di perkuliahan.

Teman, sahabat, serta saudara-saudara Ku yang tiada bosannya memberikan bantuan, motivasi, perhatian dan selalu menemani dalam suka maupun duka selama perkuliahan ini.

Almamater tercinta, Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

## MOTTO

“Bersemangatlal atas hal-hal yang bermanfaat bagimu. Mintalah pertolongan pada Allah, jangan engkau lemah”  
(HR. Muslim)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Dan tidak ada kesuksesan bagiku melainkan atas (pertolongan) Allah”  
(Q.S Huud: 88)

“Ketika situasi mulai terasa berat, bilang pada diri sendiri,  
*I am not the first person to experience this, if other second survive, i will survive*”  
(H. Anies Rasyid Baswedan, S.E., M.P.P., Ph.D.)

“Jangan merasa tertinggal, fokus dan nikmati prosesnya dengan ikhlas dan sabar.  
*Life is still going on, until it's all over. Just do it!*”  
(Zakiyya Nabeela Albajili)

## SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wassalam yang telah memberikan tuntunan dan petunjuk kepada kita semua sehingga kita dapat mengenal keagungan Allah Subhanallahuwa ta'ala dengan segala ciptaan-Nya.

Skripsi dengan judul **“Analisis Ruang Pori Tanah pada Perlakuan Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Tahun Ke-35 Di Politeknik Negeri Lampung”** dibuat untuk memenuhi sebagian syarat utama dalam mencapai gelar Sarjana Pertanian, pada Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan banyak terimakasih tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proses penelitian maupun dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung,
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sekaligus Dosen Penguji yang telah memberikan arahan, kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc., selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sekaligus Dosen Percepatan Skripsi yang telah memberikan nasihat, motivasi dan saran selama melaksanakan rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi.

4. Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P., selaku dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, kritik dan saran serta nasehat dalam melaksanakan rangkaian proses penelitian hingga penyelesaian skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, kritik dan saran serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran, motivasi dan kemudahan dalam proses perkuliahan.
7. Bapak dan Ibu Dosen secara khusus Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan begitu banyak ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
8. Kedua Orang Tua penulis yang sangat penulis cintai dan banggakan, Abi M. Sahripudin, S.P., dan Ibu Sri Bayu Respati, A.Md.AK., S.KM., yang tiada henti memberikan kasih sayang, mendoakan, mendukung, dan memberi nasihat. Serta kepada Abang penulis M. Musaffa Albajili yang senantiasa membantu selama perkuliahan sampai selesainya penulisan skripsi ini.
9. Teman seperjuangan perkuliahan serta sahabat-sahabat penulis semasa SMP/SMA (Ade, Ecil, Memuy, Tawi, Stakaw, Nida, Yulan, Novi, Depsiy, Lije, Lopew, Sekar, Sebe, Jihano, Okjon) terimakasih atas semua bantuan, semangat dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini. Serta tidak lupa, kepada Febbyrzp yang selalu sabar mendengar keluh kesah penulis dan tiada lelah untuk membantu serta menyemangati penulis.
10. Tim penelitian TOT (Ersa, Ezta, Meidita, Nida, Selfy, Rahel, Suci, Andien, Balqis, Aat, Bang Faizi dan Bang Galung) terimakasih atas kerjasamanya selama melaksanakan rangkaian penelitian TOT.
11. Seluruh teman-teman seangkatan Jurusan Ilmu Tanah 2019 dan semua orang yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini, atas segala kebersamaan dan saling tolong-menolong dalam melaksanakan perkuliahan di Universitas Lampung,
12. Karyawan dan karyawan di Jurusan Ilmu tanah FP Unila, atas semua bantuan dan kerjasama yang telah diberikan pada penulis.
13. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, semoga dapat bermanfaat bagi rekan-rekan yang membaca, dengan ketulusan hati penulis menyampaikan banyak terimakasih dan semoga Allah SWT dapat membalas semua kebaikan yang diberikan kepada penulis. Aamiin.

Bandar Lampung, 13 Februari 2024

**Zakiyya Nabeela Albajili**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
1.5 Hipotesis .....	9
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Tanaman Kacang Hijau.....	10
2.2 Sistem Olah Tanah.....	11
2.3 Pemupukan Nitrogen .....	14
2.4 Sifat Fisik Tanah.....	15
2.5 Ruang Pori Total.....	16
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>18</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Metode Penelitian .....	18
3.4 Sejarah Lahan.....	20
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.5.1 Pengolahan Tanah .....	21
3.5.2 Penanaman .....	22
3.5.3 Pemupukan.....	22
3.5.4 Pemeliharaan .....	22
3.5.5 Panen.....	23
3.5.6 Pengambilan Sampel Tanah.....	23
3.5.7 Analisis Tanah.....	23

3.6 Variabel Pengamatan .....	23
3.6.1 Variabel Utama .....	23
3.6.2 Variabel Pendukung .....	28
3.7 Analisis Data dan Penyajian Hasil .....	32
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Variabel Pengamatan .....	33
4.1.1 Sebaran Ruang Pori Makro .....	33
4.1.2 Berat Isi Tanah ( <i>Bulk Density</i> ) dan Berat Jenis Tanah .....	35
4.1.3 Porositas (Ruang Pori Total Tanah) .....	38
4.1.4 C-organik Tanah .....	40
4.1.5 Produksi Kacang Hijau .....	41
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
5.1 Simpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Perlakuan Penelitian.....	19
2. Klasifikasi Nilai Pori Makro Tanah .....	24
3. Klasifikasi Nilai Berat Isi Tanah ( <i>Bulk Density</i> ).....	29
4. Klasifikasi Nilai Berat Jenis Tanah.....	29
5. Klasifikasi Nilai Porositas Tanah.....	30
6. Klasifikasi Nilai C-Organik Tanah .....	31
7. Persentase Hasil Rata-rata Analisis Sebaran Ruang Pori Makro Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	34
8. Persentase Hasil Rata-rata Analisis Berat Isi Tanah dan Berat Jenis Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen..	36
9. Persentase Hasil Rata-rata Analisis Porositas (Ruang Pori Total) Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	38
10. Persentase Hasil Rata-rata Analisis C-organik Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen .....	40
11. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Bobot Kering Biji Tanaman Kacang Hijau .....	41
12. Persentase Sebaran Ruang Pori Makro Tanah dengan Metode Metilen Biru..	51
13. Data Rerata Analisis Sampel Sebaran Ruang Pori Makro Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	63
14. Data Analisis Sampel Kadar Air Tanah dengan Metode Gravimetri pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	63
15. Data Rerata Analisis Sampel Kadar Air Tanah dengan Metode Gravimetri pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	63

16. Data Analisis Sampel Berat Isi Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	64
17. Data Rerata Analisis Sampel Berat Isi Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	65
18. Data Analisis Sampel Berat Jenis Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	66
19. Data Rerata Analisis Sampel Berat Jenis Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	66
20. Data Analisis Sampel Porositas (Ruang Pori Total) Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	67
21. Data Rerata Analisis Sampel Porositas Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	67
22. Data Rerata Analisis Sampel C-organik Tanah pada Kombinasi Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.....	68
23. Hasil Interpretasi Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Bobot Kering Biji Kacang Hijau.....	68
24. Hasil Uji Homogenitas Ragam Analisis Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Bobot Kering Biji Kacang Hijau.....	68
25. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Bobot Kering Biji Kacang Hijau.....	69

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran .....	9
2. Tata Letak Percobaan .....	20
3. Hasil Arsiran Sebaran Pori Makro Tanah pada Plastik Transparan.....	25
4. Penentuan Skala Gambar .....	25
5. Mengubah Tipe Gambar menjadi 8 <i>Bit</i> .....	26
6. Konversi Gambar menjadi <i>Binary</i> .....	26
7. Mengubah Gambar pada Sebaran Pori Makro Menjadi Hitam.....	27
8. Analisis Gambar pada Sebaran Pori Makro .....	27
9. Lahan Percobaan.....	69
10. Lahan Olah Tanah Intensif.....	69
11. Lahan Olah Tanah Minimum.....	70
12. Lahan Tanpa Olah Tanah.....	70
13. Penanaman Benih Kacang Hijau.....	70
14. Pemupukan.....	71
15. Panen.....	71
16. Pengambilan Sampel Tanah.....	71
17. Analisis Sampel Tanah di Laboraturium.....	72

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kacang hijau merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki peluang sangat baik untuk dikembangkan dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Kacang hijau adalah tanaman jenis leguminosae terpenting ketiga setelah kedelai dan kacang tanah (Purwono dan Hartono, 2005). Kacang hijau menjadi salah satu tanaman pangan yang mempunyai peranan penting sebagai sumber nutrisi karena memiliki kandungan gizi yang cukup, karbohidrat, tinggi protein, serta vitamin B1 dan B2 yang dibutuhkan oleh manusia (Candra dkk., 2020). Bertambahnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun mengakibatkan permintaan kacang hijau semakin meningkat, sehingga potensi kebutuhan kacang hijau menjadi sangat tinggi (Kementrian Pertanian RI, 2021). Namun, produksi kacang hijau di Provinsi Lampung mengalami penurunan yang cukup signifikan, yaitu dari 1.265 ton pada tahun 2017 dan 2018 menjadi 1.178 ton pada tahun 2019 (Kementrian Pertanian, 2019). Dari data tersebut sangat diperlukan adanya upaya peningkatan produksi kacang hijau agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat.

Lahan kering di Indonesia menjadi salah satu sumber daya alam yang berpotensi untuk meningkatkan produksi pertanian. Di Provinsi Lampung terutama di Kota Bandar Lampung memiliki jenis tanah yang didominasi oleh lahan kering dan potensinya belum dimanfaatkan secara optimal. Beberapa kendala yang sering ditemui pada lahan kering yaitu diantaranya tingkat kesuburan tanah yang rendah, erosi pada permukaan tanah, dan kekeringan pada saat musim kemarau (Alim dkk., 2022). Hal tersebut menjadi masalah yang sering dihadapi para petani dalam budidaya kacang hijau karena dapat mengakibatkan produksi menurun.

Penerapan rotasi tanaman merupakan upaya untuk meningkatkan produksi kacang hijau pada lahan kering. Menurut Erfandi (2014), penerapan rotasi tanaman legum dengan serealia merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan bahan organik tanah dan ketersediaan hara tanah sehingga produksi tanaman dapat meningkat. Selain itu, upaya lain yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan tingkat produksi kacang hijau yaitu diperlukan dengan adanya sistem pengolahan tanah yang tepat. Menurut Munkhlom., dkk (2013), efek rotasi tanaman dan pengolahan tanah tepat dalam jangka panjang dapat mempertahankan kualitas fisik tanah salah satunya struktur tanah yang akan mempengaruhi kepadatan dan porositas tanah pada ruang pori tanah.

Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman (Putra dkk., 2017). Sistem pengolahan tanah dibagi menjadi dua yaitu pengolahan tanah konvensional yang umum dikenal dengan sistem olah intensif (OTI) dan pengolahan tanah konservasi yang terbagi menjadi dua jenis yaitu sistem olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT).

Pada sistem olah tanah intensif, gulma dan sisa tanaman yang menutupi permukaan lahan dibersihkan kemudian tanah diolah sebanyak 2 kali hingga tanah menjadi gembur. Namun, jika pengolahan tanah secara intensif dilakukan secara terus menerus dalam jangka panjang dapat mengakibatkan terjadinya degradasi tanah yang ditandai dengan menurunnya kualitas tanah (Jambak dkk., 2017). Kualitas tanah yang menurun dicirikan dengan sedikitnya unsur hara, populasi organisme tanah sedikit, menurunnya kandungan bahan organik tanah yang menyebabkan agregat tanah mudah hancur pada saat pengolahan tanah dan dapat menyebabkan erosi pada permukaan tanah sehingga lapisan tanah yang gembur dan subur hilang. Lapisan tanah yang tertinggal adalah bagian yang lebih padat (Utomo, 1990). Hal ini akan menyebabkan sulitnya akar tanaman menembus tanah dan ketersediaan air tanah menurun akibat rendahnya porositas pada ruang pori tanah yang disebabkan oleh tanah yang terlalu padat.

Menurut Buckman and Brady (1984), ruang pori tanah merupakan bagian yang diduduki oleh udara dan air. Ruang pori tanah dapat mempengaruhi kapasitas penyimpanan air tersedia dan udara di daerah perakaran. Tanah yang berporositas besar akan memudahkan masuknya perakaran tanaman untuk menembus tanah dalam mencari bahan organik. Selain itu, tanah tersebut mampu menahan air hujan sehingga tanaman tidak kekurangan air. Namun, jika porositas tanah terlalu tinggi dapat mengakibatkan air yang diterima tanah akan cepat turun ke dalam lapisan tanah, sehingga kondisi tanah seperti ini akan cepat membentuk pecahan yang berupa celah besar di tanah pada musim kemarau serta hilangnya unsur hara pada lapisan atas tanah. Menurut Idjudin (2011), sistem olah tanah konservasi menjadi salah satu alternatif pengolahan tanah yang tepat karena pengolahannya yang tetap mempertahankan produktivitas tanah. Sistem olah tanah konservasi dilakukan dengan cara memanipulasi gulma dan residu tanaman sebagai mulsa untuk menjamin keoptimalan pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain itu, sistem olah tanah konservasi mampu mengurangi terjadinya erosi pada lapisan *top soil*, penguapan air dari permukaan tanah, ketersediaan air dapat ditingkatkan, mengurangi laju pemadatan tanah dan dapat memperbaiki sifat fisik pada tanah (Utomo, 2012). Hal ini menjadikan sistem olah tanah konservasi sebagai pengolahan tanah yang tepat dan dapat dilakukan secara berkelanjutan guna mempertahankan produktivitas tanah pada lahan budidaya.

Hati., dkk (2006), menyatakan upaya untuk memperbaiki kondisi sifat fisik tanah seperti mengurangi tingkat kepadatan tanah sehingga porositas dapat meningkat yang berakibat pada perakaran akar yaitu, dengan upaya pengembalian residu atau sisa panen dan menambahkan pupuk kandang. Pemupukan merupakan salah satu faktor penentu dalam upaya meningkatkan produksi tanaman dan produktivitas tanah. Penambahan pupuk organik dapat dikombinasikan dengan pupuk kimia, salah satunya adalah pupuk N. Unsur hara N sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Ketersediaan N dalam tanah merupakan faktor penting dalam kaitannya dengan pemeliharaan atau peningkatan kesuburan tanah yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Fungsi unsur N bagi tanaman

yaitu untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, sehingga daun tanaman menjadi lebar, berwarna lebih hijau, dan lebih berkualitas (Wahyudi, 2010).

Menurut Sutedjo (2002), pemberian pupuk dengan sesuai kebutuhan akan menjaga kesuburan tanah. Oleh karena itu, pemberian pupuk N dengan dosis yang tepat, diharapkan dapat mempertahankan kesuburan tanah, sehingga efisiensi pemupukan nitrogen akan meningkat dan dapat dilakukan dalam jangka panjang. Selain itu, pemberian pupuk N secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme tanah, yaitu meningkatkan dekomposisi serasah terutama pada awal dekomposisi yang merupakan aktivitas dari mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah juga memiliki peran dalam pembentukan biopori dan dapat memperbaiki struktur tanah dengan pori-pori di dalamnya, sehingga ketersediaan air di dalam tanah pada lahan kering dapat meningkat serta dapat memperbaiki karakteristik pori tanah (Utomo, 2012). Dengan pengolahan tanah dan pemupukan yang tepat dalam jangka panjang, diharapkan dapat menyuburkan tanah sehingga dapat memperbaiki porositas pada ruang pori tanah agar akar pada tanaman dapat berkembang dan menembus ke seluruh tanah untuk mengambil nutrisi yang diberikan untuk pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian dengan perlakuan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap ruang pori tanah pada pertanaman kacang hijau musim tanam ke-35 di Politeknik Negeri Lampung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah sistem olah tanah jangka panjang mampu meningkatkan ruang pori tanah pada lahan pertanaman kacang hijau?
2. Apakah pemupukan nitrogen jangka panjang mampu meningkatkan ruang pori tanah pada lahan pertanaman kacang hijau?

3. Apakah terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi pertanaman kacang hijau?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan identifikasi rumusan masalah, tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perbandingan sistem olah tanah jangka panjang dalam meningkatkan ruang pori tanah pada lahan pertanaman kacang hijau.
2. Mengetahui perbandingan antara pemberian pupuk nitrogen dengan tanpa pemberian pupuk nitrogen jangka panjang dalam meningkatkan ruang pori tanah pada lahan pertanaman kacang hijau.
3. Mengetahui interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman kacang hijau.

### **1.4 Kerangka Pemikiran**

Tanah merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat penting, khususnya bagi para petani di Indonesia. Tanah memiliki peran sebagai suatu media tumbuh bagi tanaman yang perlu diperhatikan agar terhindar dari kerusakan yang akan mengakibatkan turunnya kualitas tanah. Menurunnya kualitas tanah akan berdampak pada produktivitas tanah dan turunnya pendapatan para petani.

Lahan kering di Indonesia telah menjadi sumberdaya yang dapat berpotensi untuk meningkatkan produksi pertanian serta mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan. Akan tetapi, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal karena masih terdapat kendala yang sering ditemui, seperti kandungan bahan organik tanah yang rendah, KTK tanah yang rendah dan pH tanah yang masam. Selain itu, kendala lain yang seringkali dijumpai terdapat pada karakteristik atau sifat fisik tanah, salah satunya pemadatan tanah yang akan berpengaruh pada nilai porositas pada ruang pori total tanah.

Rendahnya porositas tanah mengakibatkan minimnya ruang pori tanah sebagai tempat sirkulasi masuknya udara dan air, sehingga aktivitas mikroorganisme dalam mineralisasi bahan organik tanaman dapat terhambat. Akibatnya, tingkat ruang pori total tanah menjadi rendah, dan dapat menyebabkan pentrasi akar menjadi terganggu dalam penyerapan hara tanaman dan akan mengakibatkan produktivitas atau kesuburan tanah rendah (Hakim, 2002). Oleh karena itu, kualitas tanah pada lahan kering mengalami penurunan sehingga berdampak pada produktivitas tanah, bahkan dapat menurunkan produksi dan pendapatan petani.

Pori tanah merupakan salah satu indikator kesuburan tanah yang berperan penting dalam menentukan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Apabila ruang pori tanah meningkat, maka kemampuan akar untuk masuk ke dalam tanah akan meningkat pula, sehingga akar akan dapat masuk ke dalam tanah dan menyerap unsur hara secara optimal. Selain itu, sistem pori tanah sangat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jumlah bahan organik, jenis dan jumlah liat, kelembaban, pemadatan tanah dan manajemen tanah. Pori tanah memiliki karakteristik yang menggambarkan jumlah, ukuran, distribusi, kontinuitas dan stabilitas pori tanah. Karakteristik pori tanah sangat berperan penting dalam menentukan pergerakan air dalam tanah dan mempengaruhi kemampuan tanah dalam meretensi air. Masing-masing karakter pori tanah akan saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya, begitupun jika terdapat perubahan pada satu karakter ruang pori maka akan mempengaruhi karakter yang lain, sehingga perubahan terhadap pori tanah dapat mengurangi jumlah, ukuran dan kuantinuitas pori tanah (Masria dkk., 2018). Maka, perlu adanya perbaikan terhadap ruang pori tanah dengan pengolahan tanah yang tepat.

Pengolahan tanah merupakan salah satu cara untuk mempertahankan kualitas tanah dan merupakan kegiatan penting dalam budidaya tanaman karena sangat berkaitan erat dengan sifat-sifat tanah salah satunya sifat fisik tanah. Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah yang bertujuan untuk mencampur dan menggemburkan tanah, mengontrol tanaman pengganggu, mencampur sisa tanaman dengan tanah, dan menciptakan kondisi kegemburan tanah yang baik untuk pertumbuhan akar (Gill dan Vanden Berg,

1967). Dengan dilakukannya pengolahan tanah diharapkan aerasi tanah meningkat dan pertumbuhan gulma menurun sehingga tersedia unsur hara yang meningkat, oleh karena itu tanaman akan tumbuh dan berproduksi dengan baik.

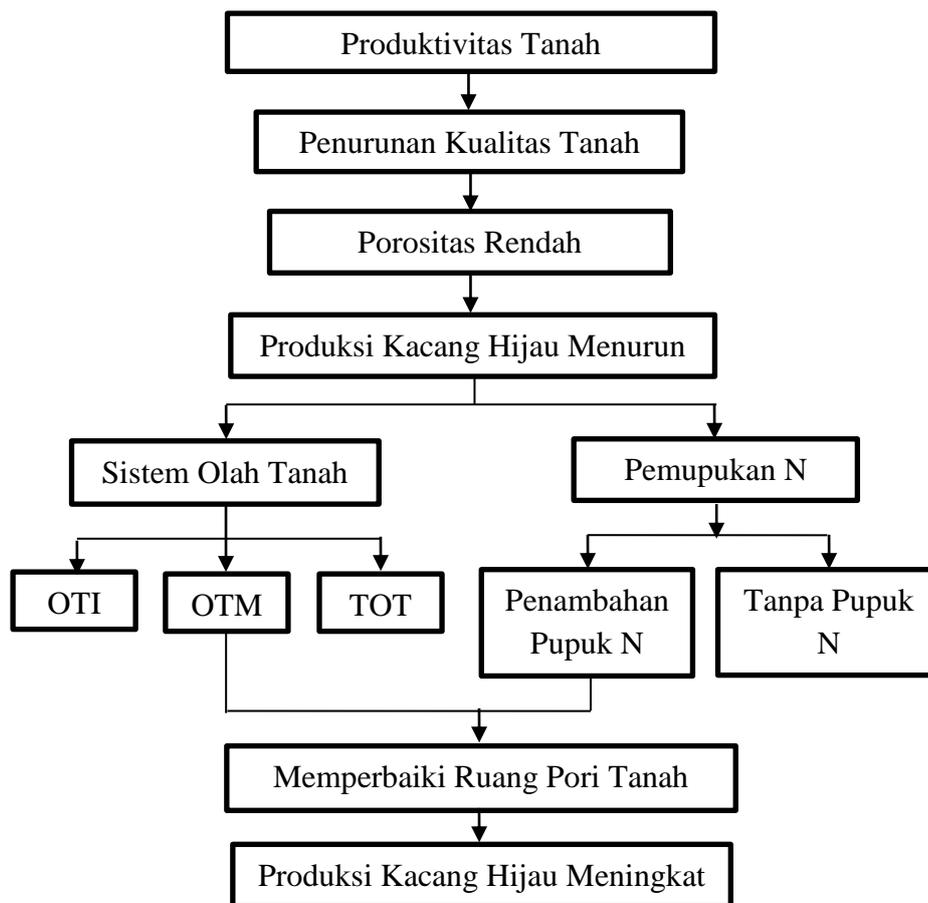
Tanaman kacang hijau dapat ditanam pada berbagai sistem olah tanah. Terdapat dua sistem olah tanah yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu sistem olah tanah konvensional yang dikenal sebagai sistem olah tanah intensif (OTI) dan sistem olah tanah konservasi (OTK) yang meliputi sistem olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT). Sistem olah tanah intensif (OTI) pengolahan tanah dilakukan sebanyak dua kali dengan permukaan tanah dibersihkan tanpa ada gulma atau rerumputan yang menutupi permukaan tanah (Utomo, 2012). Ditinjau dari aspek ekonomi maupun aspek kelestarian lingkungan (konservasi) penyiapan lahan dengan penerapan sistem olah tanah intensif banyak menimbulkan kerugian (Prasetyo, 2007). Penyebab utama degradasi tanah adalah erosi oleh air, pencucian hara, dan pemadatan tanah yang disebabkan oleh pengolahan tanah intensif sehingga teknik budidaya seperti ini bila dilakukan terus menerus tanpa adanya perlakuan sistem olah tanah konservasi akan mengakibatkan penyusutan kandungan bahan organik tanah dan kandungan unsur hara lainnya (Utomo, 2006). Oleh sebab itu, pengolahan tanah yang berlebihan memiliki pengaruh buruk yang dapat menurunkan kualitas tanah yang mengakibatkan pembentukan ruang pori menurun.

Sedangkan penerapan sistem olah tanah konservasi pada sistem olah tanah minimum (OTM) tanah diolah seperlunya saja kemudian gulma dan sisa tanaman dibabat dengan cara dikoret, lalu dikembalikan ke lahan pertanaman dan dibiarkan menjadi mulsa. Sedangkan pada sistem tanpa olah tanah (TOT) tanah tidak diolah sama sekali dan hanya menyisakan sisa gulma dan tanaman di atas permukaan tanah sebagai mulsa dengan tujuan untuk mengurangi erosi dan penguapan air dari permukaan tanah. Utomo (1990), mendefinisikan bahwa sistem olah tanah konservasi merupakan salah satu cara pengolahan tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, namun tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air. Sistem olah tanah minimum

atau tanpa olah tanah dalam jangka panjang secara umum dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Hal ini disebabkan kandungan bahan organik pada kedua sistem olah tanah tersebut cukup tinggi sehingga agregasi tanah yang terbentuk berakibat menurunkan kerapatan isi dan kekerasan tanah (Subiantoro dkk., 1995).

Kandungan bahan organik mempunyai peranan dalam pembentukan struktur dan ruang pori tanah yang baik serta meningkatkan air tersedia di dalam tanah. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan tanah yang dapat meningkatkan produktivitas tanah dan mengurangi degradasi tanah pada pertanaman kacang hijau (Utomo, 2012). Usaha untuk meningkatkan produktivitas tanah pada pertanaman kacang hijau selain dari pengolahan tanah dengan sistem olah tanah intensif dan sistem olah tanah konservasi dapat dilakukan juga dengan upaya penambahan pupuk N. Menurut Sanchez (1992), pemberian pupuk N bertujuan untuk menambah unsur hara N yang cepat tersedia bagi tanaman agar dapat meningkatkan pertumbuhan, meningkatkan produksi, dan mutu hasil produksi serta mutu hasil tanaman.

Sistem olah tanah dapat mengakibatkan kehilangannya nitrogen namun dapat diatasi dengan pemberian pupuk nitrogen. Nitrogen organik yang termineralisasi menjadi N tersedia akibat pengolahan tanah yang akan memacu pertumbuhan organisme perombak bahan organik, sehingga organisme perombak bahan organik meningkat, maka proses dekomposisi bahan organik akan meningkat (Utomo, 2012). Meningkatnya proses dekomposisi bahan organik dapat membantu dalam meningkatkan kesuburan tanah dan pembentukan ruang pori tanah (Khair dkk., 2017). Dengan meningkatnya populasi organisme tanah, maka aktivitas biota tanah semakin banyak dan mengakibatkan rongga atau pori tanah yang terbentuk akan meningkat (Asdak, 2002). Dengan adanya kombinasi sistem olah tanah konservasi dengan pemupukan N, diharapkan dapat memperbaiki produktivitas tanah sehingga produksi kacang hijau akan meningkat. Kerangka berfikir dijelaskan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Kerangka Pemikiran

### 1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran, maka hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ruang pori tanah pada sistem olah tanah minimum lebih tinggi dibandingkan dengan sistem olah tanah lainnya.
2. Ruang pori tanah pada pemupukan nitrogen lebih tinggi dibandingkan tanpa pemupukan nitrogen.
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemberian pupuk nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman kacang hijau.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanaman Kacang Hijau**

Kacang hijau merupakan jenis tanaman yang telah dikenal oleh banyak masyarakat. Kacang hijau termasuk keluarga dari kacang-kacangan yang sudah lama dibudidayakan di Indonesia dan mempunyai nilai gizi cukup baik untuk di konsumsi. Dilihat dari pemanfaatannya yang semakin besar, baik untuk dikonsumsi secara langsung maupun sebagai bahan baku industri, peluang terhadap pengembangan kacang hijau dapat dikatakan sangat prospektif sehingga peminatnya semakin meningkat. Teknik budidaya dan penanaman kacang hijau yang relatif mudah membuat tanaman kacang hijau memiliki prospek yang baik untuk menjadi peluang usaha agrobisnis (Barus dkk., 2014).

Kacang hijau memiliki keunggulan atau nilai lebih dibandingkan tanaman pangan lainnya, yaitu berumur genjah (55-65) hari, lebih toleran terhadap kekeringan, cara budidaya yang mudah, hama yang menyerang relatif sedikit, dapat ditanam pada lahan yang kurang subur serta dapat menyuburkan tanah (Nurhayati, 2021).

Tanaman kacang hijau dapat tumbuh baik dikondisi iklim yang bersuhu kurang lebih 25°C-27°C dan dapat tumbuh pada daerah dataran rendah hingga dataran tinggi mencapai 500 m dpl. Selain itu, menurut Cahyono (2007), kacang hijau dapat tumbuh diberbagai jenis tanah yang banyak mengandung bahan organik dengan drainase dan ketersediaan air yang baik. Bila dilihat dari kesesuaian iklim dan kondisi lahan yang dimiliki, Indonesia termasuk salah satu negara yang memiliki prospek yang baik untuk melakukan ekspor kacang hijau.

Kacang hijau memiliki sistem perakaran yang bercabang banyak dan membentuk bintil-bintil akar. Bintil akar atau yang disebut sebagai nodul merupakan bentuk simbiosis mutualisme antara bakteri nitrogen dengan tanaman kacang-kacangan, hal ini membuat tanaman mampu mengikat nitrogen bebas dari udara. Nodul akar yang semakin banyak menyebabkan kandungan nitrogen yang diikat dari udara pun semakin tinggi sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Rukmana, 1997). Karena kelebihan tersebut, tanaman kacang hijau dapat dipandang sebagai komoditas alternatif untuk dikembangkan di lahan kering, khususnya yang memiliki indeks panen yang rendah.

## **2.2 Sistem Olah Tanah**

Sistem olah tanah adalah suatu kegiatan manipulasi mekanik terhadap pengolahan tanah yang bertujuan untuk mencampur dan menggemburkan tanah, mengontrol tanaman pengganggu, mencampur sisa tanaman dengan tanah, dan menciptakan kondisi kegemburan tanah yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Utomo, 2012). Selain itu, tujuan dilakukannya pengolahan tanah yaitu agar air dan udara di dalam tanah menjadi seimbang, menyiapkan kondisi yang baik bagi pertumbuhan benih dan perkembangan akar tanaman, menjadikan struktur tanah gembur menciptakan struktur yang mempunyai kapasitas menahan air dan infiltrasi yang baik, menghilangkan gulma, membenamkan sisa-sisa tanaman dan untuk membenamkan pupuk dan kapur ke dalam tanah (Birandi, 2014).

Terdapat dua sistem olah tanah, yaitu olah tanah konvensional atau yang umum dikenal sebagai sistem olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi, sistem olah tanah yang masuk dalam rumpun olah tanah konservasi (OTK) antara lain, olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT). Menurut Utomo (2012), olah tanah intensif (OTI) merupakan sistem olah tanah yang dilakukan sebanyak dua kali untuk menggemburkan tanah agar akar tanaman dapat tumbuh dengan baik serta permukaan tanah yang bersih tanpa ada gulma atau rerumputan yang menutupi permukaan tanah. Umumnya pada saat dilakukan pengolahan tanah, lahan dalam keadaan terbuka dan tanah dihancurkan oleh alat pengolahan

tanah, sehingga mengakibatkan kemantapan agregat tanah menjadi rendah serta menyebabkan tanah dengan mudah terangkut bersama air ke permukaan (erosi) pada saat terjadi hujan. Selain itu Syam'um (2002) menjelaskan, pengolahan tanah intensif dilakukan untuk memecahkan kerak-kerak keras yang disebabkan oleh pukulan air hujan sehingga dapat menciptakan aerasi yang baik serta mematikan gulma, akan tetapi hal tersebut bersifat sementara karena tanah yang diolah memiliki kemantapan agregat yang rendah, maka pada saat hujan tanah akan mudah hancur dan terbawa bersama air di permukaan atau yang disebut dengan erosi. Sehingga dalam jangka panjang sistem ini dapat menyebabkan degradasi lahan yang menyebabkan produktivitas lahan semakin menurun.

Dari aspek sosial ekonomi, OTI juga menjadi beban yang semakin berat. Sistem OTI memerlukan tenaga kerja lebih besar dan memerlukan waktu persiapan lahan lebih lama. Kurang lebih seperti biaya produksi dan seperempat dari musim tanam habis untuk mengolah tanah. Membajak dan mecangkul menjadi pekerjaan budidaya pertanian yang berat, melelahkan dan terkesan kotor. Hal ini adalah salah satu yang menyebabkan mengapa pada dekade terakhir ini pertanian di perdesaan banyak ditinggalkan oleh kaum muda (Utomo, 2004).

Olah tanah konservasi merupakan teknologi penyiapan lahan yang berwawasan lingkungan. Utomo (1995), mendefinisikan olah tanah konservasi (OTK) sebagai suatu cara pengolahan tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, namun tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air. Pada sistem olah tanah konservasi (OTK), pengolahan tanah dilakukan seperlunya saja atau bila perlu tidak diolah sama sekali dan mulsa dari residu tanaman sebelumnya dibiarkan menutupi permukaan lahan minimal 30% (Utomo, 2004).

Olah tanah minimum (OTM) adalah cara pengolahan tanah yang dilakukan dengan mengurangi frekuensi pengolahan. Pada sistem olah tanah minimum, tanah diolah seperlunya saja (Utomo, 1990). Selain itu pada sistem olah tanah minimum (OTM), gulma atau tumbuhan pengganggu dikendalikan dengan cara

kimia (herbisida) kemudian gulma dan residu tanaman sebelumnya dibiarkan menutupi permukaan lahan minimal 30% sebagai mulsa tanah (Utomo, 2006). Sistem olah tanah minimum (OTM) diperlukan untuk menggemburkan tanah supaya mendapatkan kondisi perakaran yang baik, sehingga unsur hara dapat terserap dengan optimal untuk pertumbuhan tanaman. Pengurangan pengolahan tanah dapat dilakukan untuk menghindari tanah menjadi padat dan penambahan pemberian bahan organik dapat dilakukan pada permukaan tanah sebagai sumber unsur hara (Utomo, 2012).

Tanpa olah tanah (TOT) adalah suatu sistem olah tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, dengan tetap memperhatikan konservasi tanah dan air. Teknologi tanpa olah tanah (TOT) merupakan rumpun teknologi olah tanah konservasi (OTK) yang paling ekstrem. Permukaan tanah pada sistem tanpa olah tanah (TOT) dibiarkan tidak terganggu kecuali lubang tugal untuk penempatan benih tanaman. Sebelum dilakukan pertanaman, gulma dikendalikan dengan herbisida layak lingkungan, yaitu yang mudah terdekomposisi dan tidak menimbulkan kerusakan tanah dan sumberdaya lingkungan lainnya (Utomo, 2015).

Menurut Lamid (2011), Tanpa olah tanah (TOT) merupakan pengolahan tanah dengan membersihkan dari gulma baik manual atau dengan menggunakan herbisida. Kelebihan dari sistem tanpa olah tanah (TOT) dapat mengefisienkan pemanfaatan sumber daya dan biaya, dengan sistem ini maka mengurangi biaya tenaga kerja, menekan pertumbuhan gulma, dan menghemat air. Selain itu, sistem tanpa olah tanah (TOT) ini dapat mengefisienkan absorpsi hara N, P, dan K yang akhirnya meningkatkan kesuburan tanah. Sistem tanpa olah tanah (TOT) mempunyai keunggulan dibandingkan dengan olah tanah intensif (OTI), terutama menghemat tenaga kerja dan air irigasi. Namun dalam penerapannya, petani umumnya terbiasa menggunakan sistem olah tanah intensif, sehingga penerapan sistem tanpa olah tanah (TOT) masih kurang berkembang.

### 2.3 Pemupukan Nitrogen

Pemupukan merupakan kegiatan pemeliharaan tanaman yang bertujuan untuk memperbaiki kesuburan tanah melalui penyediaan hara dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman. Dalam pemupukan, hal penting yang perlu diperhatikan adalah efisiensi pemupukan. Agar pemupukan efektif dan efisien, maka cara pemupukan harus disesuaikan dengan kondisi lahan, dengan teknologi spesifik lokasi, dan dapat memanfaatkan secara optimal sumber daya alam (Istiana, 2007).

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimum. Penelitian Niswati dkk., (1995) penggunaan pupuk nitrogen secara berkelanjutan dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah. Hal ini disebabkan unsur N dapat membantu dalam pembentukan sel tubuh mikroorganisme. Semakin tinggi unsur N didalam tanah maka total mikroorganisme semakin tinggi.

Menurut Bara dan Chozin (2010), selama fase pertumbuhan tanaman, pupuk kandang terus mengalami dekomposisi dan nitrogen beserta hara lainnya menjadi lebih tersedia pada saat tanaman memasuki fase pembungaan dan pengisian biji. Dengan demikian penggunaan pupuk kandang dapat mengurangi frekuensi pemberian urea. Pada penelitian Das dan Tapan (2013), menyatakan bahwa kombinasi pemupukan dengan perlakuan pemberian N-Urea ( $90 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) yang diberikan pada tanaman umur 43 dan 62 HST dengan pupuk organik ( $30 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) yang diberikan 15 hari sebelum tanam meningkatkan produktivitas tanaman. Kombinasi tersebut dapat menjadi pilihan yang lebih baik untuk mengurangi emisi  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  dari pencucian.

Unsur hara N berperan dalam pembentukan daun, namun unsur ini mudah tercuci sehingga diperlukan bahan organik untuk meningkatkan daya menahan air dan kation-kation tanah. Nitrogen (N) berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman, merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau) seperti daun. Tanaman yang kekurangan unsur N gejalanya adalah pertumbuhan lambat/kerdil,

daun hijau kekuningan, daun sempit, pendek dan tegak, daun-daun tua cepat menguning dan mati (Hardjowigeno, 2007).

Nitrogen (N) dalam tanah merupakan faktor yang paling penting kaitannya dengan pemeliharaan atau peningkatan kesuburan tanah yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Menurut Buckman dan Brady (1982), nitrogen yang pada umumnya diberikan sebagai pupuk, dapat memberikan efek yang menguntungkan bagi tanaman, sebagai contoh nitrogen dapat menstimulir pertumbuhan di atas tanah yaitu batang, dan memberikan warna hijau pada daun serta memperbesar butir-butir dan protein tanaman sereal. Pemupukan ini bertujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk dapat meningkatkan pertumbuhan, meningkatkan produksi dan mutu hasil produksi serta mutu hasil tanaman (Sanchez, 1992). Untuk meningkatkan produktivitas perlu teknik budidaya yang tepat, salah satu cara yaitu dengan penambahan pupuk N dan sistem olah tanah.

#### **2.4 Sifat Fisik Tanah**

Tanah merupakan suatu benda alami heterogen dengan komponen-komponen padat, cair dan gas serta mempunyai sifat dan perilaku yang dinamik. Benda alami ini terbentuk oleh hasil intraksi antara iklim dan jasad hidup terhadap bahan induk yang dipengaruhi oleh relief tempatnya terbentuk dan waktu (Arsyad, 2006).

Tanah memiliki sifat-sifat kimia, biologi dan fisika. Fisika tanah adalah penerapan konsep dan hukum-hukum fisik pada kontinum tanah tanaman atmosfer. Sifat fisik tanah, seperti kerapatan isi, struktur, tekstur, dan porositas ruang pori total tanah sudah lama dikenal sebagai parameter utama dalam menilai keberhasilan teknik pengolahan tanah (Afandi, 2005).

Sifat fisik tanah mempengaruhi pertumbuhan akar tanaman untuk mencari air dan unsur hara. Perkembangan akar tanaman membutuhkan kondisi tanah yang gembur, akar tanaman tidak dapat berkembang dengan baik apabila tanah mengalami pemadatan sehingga tanaman akan terganggu dalam upaya menyerap

air dan unsur hara. Pemberian bahan organik juga perlu dilakukan agar dapat mengoptimalkan kualitas fisik tanah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal (Muyassir dkk., 2012).

Keadaan sifat fisik tanah yang baik dapat memperbaiki lingkungan untuk perakaran tanaman dan secara tidak langsung memudahkan penyerapan hara, sehingga relatif menguntungkan pertumbuhan tanaman. Tanaman kacang hijau dapat tumbuh pada kondisi tanah yang baik maka kandungan unsur hara di dalam tanah akan banyak tersedia. Struktur yang dapat memodifikasi pengaruh tekstur dalam hubungannya dengan kelembaban, porositas, ketersediaan unsur hara, kegiatan jasad hidup dan pengaruh permukaan akar (Hakim dkk., 1986).

## **2.5 Ruang Pori Total**

Ruang pori tanah adalah bagian dari volume tanah yang terdiri dari udara dan air. Ruang pori tergantung pada partikel-partikel padat. Jika ruang pori berada saling berdekatan seperti pada pasir atau subsoil padat, ruang pori total menjadi rendah. Jika ruang pori tersusun oleh agregat yang berpori, seperti yang sering terjadi pada tanah bertekstur sedang dengan bahan organik tinggi, ruang pori per volume tanah akan menjadi tinggi (Buckman dan Brady, 1982). Bagian tanah yang ditempati rongga pori-pori dinyatakan dalam porositas, yaitu nisbah antara volume rongga pori dengan volume tanah total.

Banyak istilah yang digunakan untuk mengekspresikan pori dalam tanah. Porositas tekstural dan struktural digunakan untuk membedakan antara pori yang tercipta oleh agregasi partikel primer (pori tekstural) dengan pori yang tercipta di antara agregat tanah (pori struktural). Porositas tanah merupakan ruang fungsional yang menjadi penghubung antara tubuh tanah dengan lingkungannya (atmosfer) maupun tempat aktivitas biologi dalam tanah yang mendukung kehidupan dan proses-proses biokimia dan fisik yang menentukan kualitas lingkungan (Lal dan Shukla, 2004). Banyaknya ruang pori dapat dibandingkan dengan ruang padatan dalam tanah, yang biasa diistilahkan rasio ruang pori (*void ratio* atau *pore space*

*ratio*) yang sangat menentukan dinamika air, udara, suhu, hara, dan ketersediaan ruang untuk pertumbuhan akar, serta memudahkan air masuk ke dalam tanah (Roy dkk., 2006).

Salah satu pentingnya dilakukan pengolahan tanah adalah untuk memperbesar porositas tanah. Selain pengolahan tanah, adapun cara lain yang dilakukan untuk memperbesar porositas tanah yaitu dengan penambahan bahan organik dan pengolahan tanah secara minimum. Karena tanah pertanian dengan pengolahan yang intensif cenderung mempunyai ruang pori rendah, apabila terjadi penanaman secara terus-menerus tanpa adanya pengolahan tanah maka akan mengurangi pori-pori mikro dan kandungan bahan organik dalam tanah (Hakim dkk., 1986).

Bahan organik merupakan salah satu faktor penentu porositas tanah, setelah struktur dan tekstur tanah. Peningkatan bahan organik juga secara tidak langsung meningkatkan porositas tanah melalui peningkatan aktivitas fauna tanah. Banyaknya pori-pori tanah yang terbentuk membuat proses pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam tanah menjadi lebih baik. Selain itu, kondisi porositas tanah yang cukup tinggi dapat menyediakan pori-pori tanah dalam menampung air sehingga kebutuhan air dalam tanah masih dapat terjaga dengan baik. Kadar air yang terjaga baik di dalam tanah dapat melarutkan unsur hara sehingga tersedia dan dapat diserap oleh tanaman (Erizilina dkk., 2019).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan November 2022 di lahan percobaan Politeknik Negeri Lampung. Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang dengan penerapan sistem olah tanah konservasi dan perlakuan pemupukan N yang telah berlangsung sejak tahun 1987 sampai dengan 2022. Lokasi percobaan terletak pada titik koordinat  $105^{\circ} 13' 45,5''$ - $105^{\circ} 13' 48,0$  Bujur Timur dan  $05^{\circ} 21' 19,7$ - $05^{\circ} 21' 19,7''$  Lintang Selatan dengan elevasi 122 m dpl. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, sekop, linggis, palu karet, penggaris, pisau, kayu/papan, paralon, *ring sampel*, plastik, ayakan 2 mm, erlenmeyer 1000 ml, gelas ukur 100 ml, piknometer 25 ml, corong kaca, pipet tetes, spatulah, hot plate, timbangan elektrik, aluminium foil, oven, dan alat tulis. Bahan digunakan dalam penelitian ini adalah benih kacang hijau varietas Bisi-2, pupuk urea, KCl, SP-36, sampel tanah utuh, sampel tanah lolos ayakan 2 mm, metilen biru, aquades, dan bahan kimia yang mendukung penelitian.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) disusun secara faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan. Faktor pertama

adalah pemupukan N yaitu  $N_0 = 0 \text{ kg N/ha}^{-1}$  dan  $N_2 = 50 \text{ kg N/ha}^{-1}$ , sedangkan faktor kedua adalah sistem olah tanah yaitu  $T_1 = \text{Olah Tanah Intensif (OTI)}$ ,  $T_2 = \text{Olah Tanah Minimum (OTM)}$ , dan  $T_3 = \text{Tanpa Olah Tanah (TOT)}$ . Kedua faktor tersebut diperoleh 6 kombinasi perlakuan dengan 4 ulangan sebagai kelompok sehingga diperoleh 24 satuan petak percobaan. Masing-masing petak berukuran 4 m x 6 m. Dengan demikian percobaan yang diterapkan terdiri dari 6 kombinasi perlakuan yang dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Perlakuan Penelitian

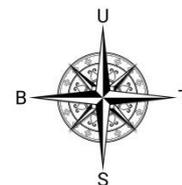
No. Petak	Perlakuan	
	Pemupukan N	Sistem Olah Tanah
$N_0T_1$	Urea 0 kg N/ha	Olah Tanah Intensif
$N_0T_2$	Urea 0 kg N/ha	Olah Tanah Minimum
$N_0T_3$	Urea 0 kg N/ha	Tanpa Olah Tanah
$N_2T_1$	Urea 50 kg N/ha	Olah Tanah Intensif
$N_2T_2$	Urea 50 kg N/ha	Olah Tanah Minimum
$N_2T_3$	Urea 50 kg N/ha	Tanpa Olah Tanah

Keterangan :  $T_1 = \text{Olah Tanah Intensif}$ ,  $T_2 = \text{Olah Tanah Minimum}$ ,  $T_3 = \text{Tanpa Olah Tanah}$ ,  $N_0 = \text{Tanpa Pupuk N}$ ,  $N_2 = \text{Pupuk N } 50 \text{ kg N/ha}^{-1}$ .

Tata letak percobaan dengan penempatan yang disusun secara acak dengan 6 kombinasi perlakuan dan 4 kali ulangan yang dapat dilihat pada Gambar 2 .

#### Ulangan 4

$N_2T_1$	$N_1T_3$	$N_0T_3$
$N_1T_1$	$N_0T_1$	$N_1T_2$
$N_2T_2$	$N_2T_3$	$N_0T_2$



#### Ulangan 3

$N_0T_2$	$N_0T_1$	$N_2T_2$
$N_1T_2$	$N_1T_3$	$N_0T_3$
$N_1T_1$	$N_2T_3$	$N_2T_1$

#### Ulangan 2

$N_2T_3$	$N_1T_3$	$N_2T_1$
$N_0T_1$	$N_1T_2$	$N_2T_2$
$N_0T_3$	$N_0T_2$	$N_1T_1$

### Ulangan 1

$N_1T_3$	$N_2T_1$	$N_2T_2$
$N_1T_1$	$N_0T_3$	$N_0T_1$
$N_2T_3$	$N_1T_2$	$N_0T_2$

**Gambar 2.** Tata Letak Percobaan

Keterangan:

 : Petak yang tidak diamati

 : Petak yang diamati

$N_0T_1 = 0 \text{ kg N ha}^{-1} + \text{OTI}$   
 $N_0T_2 = 0 \text{ kg N ha}^{-1} + \text{OTM}$   
 $N_0T_3 = 0 \text{ kg N ha}^{-1} + \text{TOT}$   
 $N_2T_1 = 50 \text{ kg N ha}^{-1} + \text{OTI}$   
 $N_2T_2 = 50 \text{ kg N ha}^{-1} + \text{OTM}$   
 $N_2T_3 = 50 \text{ kg N ha}^{-1} + \text{TOT}$

### 3.4 Sejarah Lahan

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian sistem olah tanah jangka panjang yang dimulai pada bulan Februari 1987 dan dilakukan secara terus-menerus hingga sekarang dengan pola rotasi tanaman serealia (jagung dan padi gogo), legum (kedelai, kacang tunggak, kacang hijau). Vegetasi sebelum percobaan pada tahun 1987 adalah alang-alang (*Imperata cylindrica*) yang tumbuh lebih dari 4 tahun dengan berat biomassa alang-alang pada penelitian masa itu 15 ton ha<sup>-1</sup>. Tanah percobaan yang digunakan adalah tanah yang berliat dengan tekstur pasir, debu, dan liat berturut-turut 160,320 dan 520 g kg<sup>-1</sup> dengan kemiringan 6-9%. Pada kedalaman 0-20 cm, data sifat awal lahan percobaan pada tahun 1987 dengan kerapatan isi 0,90 g cm<sup>-3</sup>, porositas 65,7%, kandungan N total 2,0 g kg<sup>-1</sup>, C-Organik 16,0 g kg<sup>-1</sup>, dan pH H<sub>2</sub>O 6,2 (Utomo, 2015).

Penelitian jangka panjang ini telah terjadi pemadatan pada tahun 1992, sehingga pada tahun 1997 dilakukan pemugaran tanah yaitu dengan pengolahan tanah, pemberian kapur dan pembeeraan. Pada tahun 2000 permukaan tanah OTM dan TOT terjadi pemadatan kembali sehingga produksinya pada tahun tersebut

mengalami penurunan. Pada tahun 2002 semua plot olah tanah pada musim tersebut dilakukan pengolahan tanah kembalimguna memperbaiki sifat tanah akibat pemadatan pada olah tanah tersebut.

Selain itu, pada tahun 2003 pH tanah juga sudah menurun, yaitu pada awal percobaan pH H<sub>2</sub>O 6,2 lalu menurun menjadi 4,7 sehingga perlu adanya penambahan kapur. Semua plot percobaan diberi kapur dengan dosis 4 Mg CaCO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>. Dosis pemupukan pada tanaman jagung diperlukan 200 kg N ha<sup>-1</sup>, 150 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> dan 100 kg KCl ha<sup>-1</sup>. Untuk tanaman kedelai inokulasi dengan *Rhizobium* atau 50 kg N ha<sup>-1</sup> perlu dilakukan pada tanah yang baru pertama kali ditanam, sedangkan jika sebelumnya sudah pernah ditanam kedelai tidak perlu diberi pupuk N (Utomo, 2015). Pada tanaman legum di musim tanam ke-32 pemupukan N tidak diberikan melainkan memanfaatkan residu pemupukan sebelumnya. Oleh sebab itu, penelitian pada pertanaman kacang hijau di musim tanam ke-35 ini dilakukan pemupukan N dengan dosis 50 kg N ha<sup>-1</sup> dengan tambahan pupuk organik berupa pupuk kandang (kotoran ayam) dengan dosis 5 ton ha<sup>-1</sup> yang merupakan pupuk dasar. Dengan penambahan pupuk kandang diharapkan dapat membantu memperbaiki kesuburan tanah dan menunjang ketersediaan unsur hara di dalam tanah terutama pada petak perlakuan N<sub>0</sub> (tanpa pupuk) karena pada perlakuan N<sub>0</sub> tidak terdapat asupan dan tidak ada sumber N.

### **3.5 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.5.1 Pengolahan Tanah**

Lahan dibersihkan terlebih dahulu dari gulma dan sisa tanaman sebelumnya dengan menggunakan cara manual yaitu dicabut dan dibabat. Kemudian dilakukan pengendalian gulma menggunakan herbisida pada sebelum olah tanah. Pengolahan tanah yang dilakukan yaitu olah tanah intensif (OTI), olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT).

Pada petak olah tanah intensif (T<sub>1</sub>), tanah dicangkul dua kali sedalam 0-20 cm setiap awal tanam dan gulma dibuang dari petak percobaan. Pada petak olah tanah

minimum ( $T_2$ ), tanah diolah seperlunya saja dan gulma yang tumbuh dibersihkan dari petak percobaan menggunakan koret, kemudian gulma dari sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa. Pada petak tanpa olah tanah ( $T_3$ ) tanah tidak diolah sama sekali, gulma dari sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa dan gulma yang tumbuh dikendalikan dengan menggunakan herbisida pada hari 1 minggu sebelum tanam.

### **3.5.2 Penanaman**

Penanaman benih kacang hijau yang digunakan pada penelitian ini yaitu varietas *Vima 2*. Lubang tanam dibuat dengan cara ditugal sedalam 3-5 cm menggunakan kayu. Jarak tanam 60 x 25 cm (jarak tanam antar barisan 60 cm dan jarak tanam dalam barisan 25 cm), setelah itu ditanam 3-4 benih kacang hijau per lubang tanam kemudian ditutup dengan tanah. Penjarangan dilakukan 3-4 hari setelah tanam dengan memotong tanaman hingga menyisakan dua tanaman yang sehat.

### **3.5.3 Pemupukan**

Pupuk yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk N (urea), P (SP-36), K (KCl) dan pupuk kandang ayam. Pengaplikasian pupuk kandang ayam dengan dosis 50 ton/ha<sup>-1</sup> dilakukan 1 minggu pada saat sebelum tanam. Pupuk P (SP-36) 100 kg/ha<sup>-1</sup>, K (KCl) 50 kg/ha<sup>-1</sup> dan pemupukan N sebanyak 1/2 dosis 50 kg/ha<sup>-1</sup> urea (untuk perlakuan  $N_2$ ) dilakukan pada saat 1 minggu setelah tanam (1 MST). Sedangkan pemupukan kedua yaitu pemupukan N sebanyak 2/3 dosis 50 kg/ha<sup>-1</sup> urea dilakukan pada saat masa vegetative maksimum (4 MST). Pemupukan dilakukan dengan cara dilarik antar barisan tanaman kacang hijau.

### **3.5.4 Pemeliharaan**

Pemeliharaan tanaman meliputi penyulaman, penyiangan, penjarangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan pada lubang tanam yang tidak tumbuh benih kacang hijau atau pada tanaman yang mati dan dilaksanakan satu minggu setelah tanam. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut,

mengoret gulma yang tumbuh dipetak percobaan dan diberikan herbisida. Penjarangan dilakukan dengan menyisakan satu tanaman dengan pertumbuhan terbaik pada setiap lubang tanam dan dilaksanakan pada 14 hari setelah tanam.

### **3.5.5 Panen**

Pemanenan kacang hijau dilakukan pada usia  $\pm 60$  HST yang diciri-cirikan dengan berubahnya warna polong dari hijau menjadi coklat kehitaman dan kering 60% dari seluruh luas lahan. Panen dilakukan sebanyak 4 kali secara manual dengan cara dipetik.

### **3.5.6 Pengambilan Sampel Tanah**

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada plot dengan perlakuan OTI ( $T_1$ ), OTM ( $T_2$ ), dan TOT ( $T_3$ ) yang dikombinasikan dengan pemupukan nitrogen  $0 \text{ kg N ha}^{-1}$  ( $N_0$ ) dan  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  ( $N_2$ ). Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada saat pasca panen dengan metode acak menggunakan ring sampel pada kedalaman 0-10 cm pada setiap petak percobaan.

### **3.5.7 Analisis Tanah**

Analisis tanah pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis meliputi parameter yang diukur sifat fisika tanah yaitu : sebaran ruang pori makro, bobot isi, (*bulk density*), berat jenis (*particle density*), porositas (ruang pori total), dan C-organik tanah.

## **3.6 Variabel Pengamatan**

### **3.6.1 Variabel Utama**

Variabel utama pada penelitian ini yaitu sebaran ruang pori makro dengan metode metilen biru yang dimodifikasi menggunakan ring sampel.

Metode metilen biru dalam penetapan ruang pori makro tanah ditetapkan berdasarkan pola sebaran warna biru oleh larutan metilen biru pada tanah (Iswanely, 2011). Larutan metilen biru dituangkan ke tanah, kemudian dianalisis sebarannya, baik secara horizontal maupun vertikal (Suprayogo dkk., 2004).

Sampel tanah diambil menggunakan contoh tanah utuh menggunakan ring sampel berbentuk silinder yang memiliki tinggi 5 cm dan berdiameter 5 cm. Ring sampel dimasukkan ke tanah pada tengah-tengah kedalaman 0-10 cm, lalu dibongkar secara hati-hati agar volume tanah pada ring tidak berubah, sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis sebaran ruang pori makronya menggunakan larutan metilen biru. Kemudian, sampel dijenuhkan menggunakan larutan metilen biru dengan dosis (0,5 g/l aquades) hingga terendam  $\frac{1}{4}$  dari tinggi ring sampel tersebut dan biarkan selama 3-4 hari. Selanjutnya, dituang sebanyak (20 ml) larutan metilen biru pada masing-masing sampel tanah lalu diamkan kembali selama 7-12 jam hingga larutan metilen biru menyerap sempurna kedalam sampel tanah. Kemudian, tanah dikeluarkan dari ring sampel lalu diiris menjadi dua bagian secara vertikal. Metilen biru yang melewati pori mikro tanah tidak akan berwarna biru, hal ini disebabkan karena metilen biru terserap oleh matrik tanah melalui pori makro tanah. Sebaran warna biru dari cairan metilen biru menggambarkan sebaran pori makro yang terdapat pada irisan vertikal sampel tanah. Kemudian, pola sebaran warna biru tersebut digambar pada plastik transparan lalu difoto dan dihitung luasannya menggunakan aplikasi *ImageJ*.

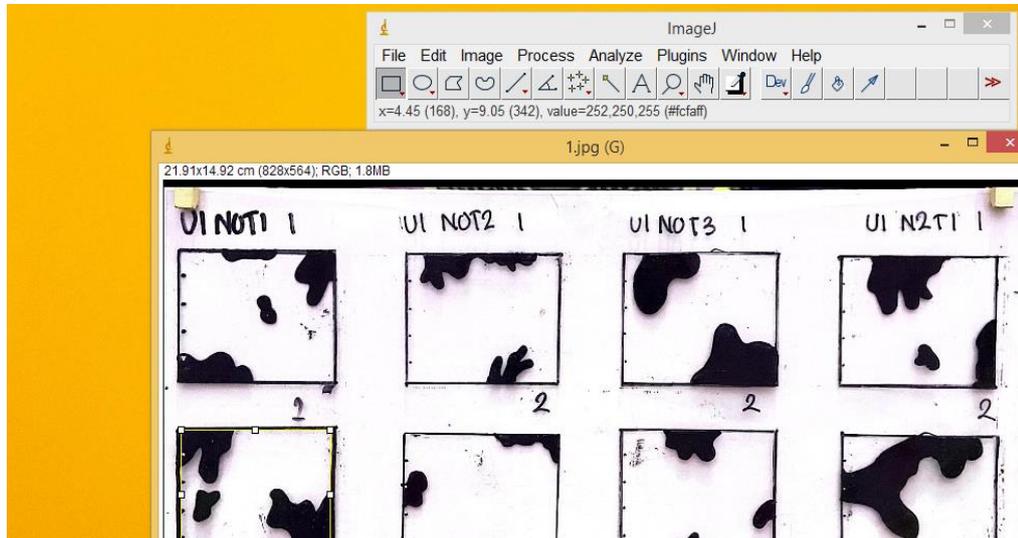
Tabel 2. Klasifikasi Nilai Pori Makro Tanah

(%)	Kelas
<1,54	Sangat Tinggi
1,54-3,85	Rendah
3,85-11,54	Sedang
11,54-30,77	Tinggi
>30,77	Sangat Tinggi

Sumber : FAO (2006).

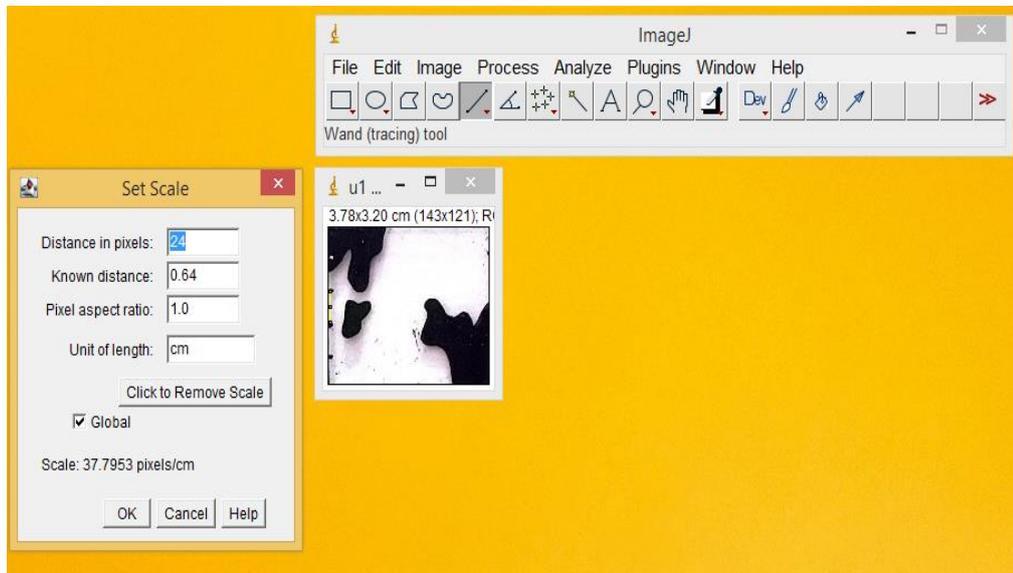
Pengolahan data luas sebaran ruang pori makro tanah pada aplikasi *ImageJ* yaitu sebagai berikut:

1. Hasil gambar sebaran ruang pori makro pada jiplakan plastik transparan yang sudah diarsir menggunakan spidol permanen di foto dan dimasukkan pada aplikasi *imageJ*.



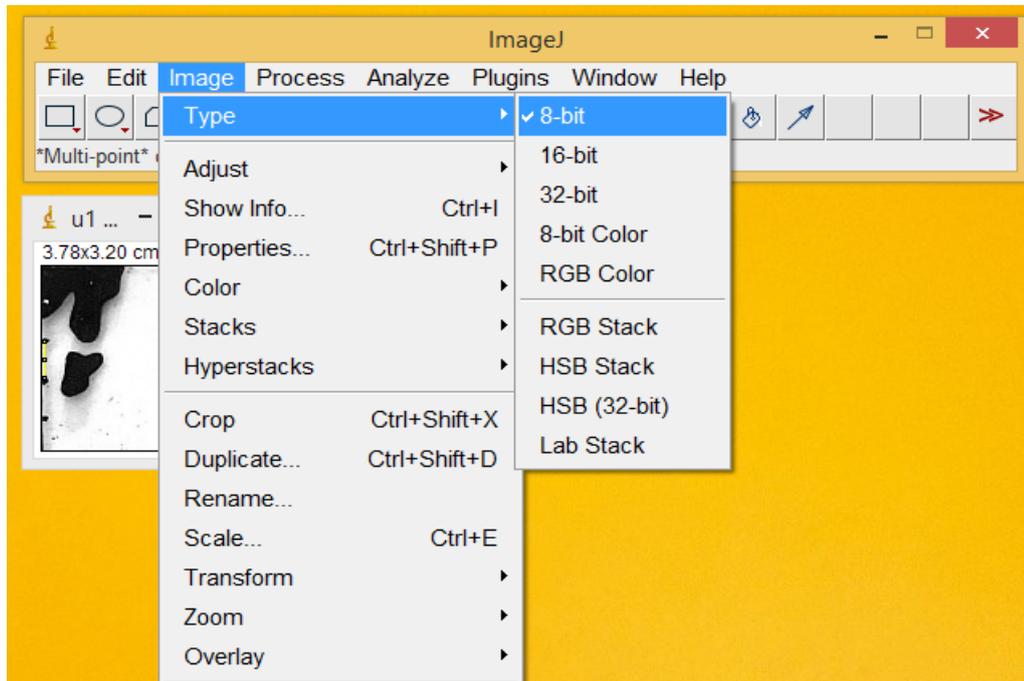
**Gambar 3.** Hasil Arsiran Sebaran Pori Makro Tanah pada Plastik Transparan

2. Menetapkan skala dengan memilih ikon *straight*, lalu ditarik garis, kemudian pilih ikon *analyze* dan pilih *set scale*. Mengubah unit pada *set scale* menjadi  $\text{cm}^2$ , lalu klik *global*, kemudian *ok*.



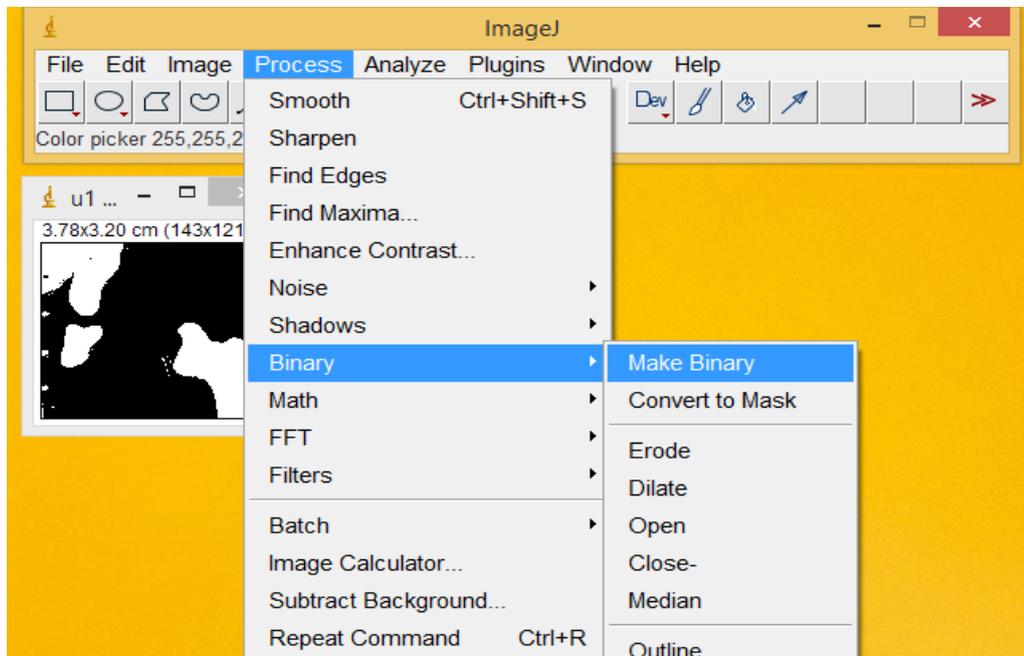
**Gambar 4.** Penentuan Skala Gambar.

3. Mengubah tampilan gambar menjadi hitam dengan cara klik ikon *image*, pilih *type* dan klik *8 bit*.



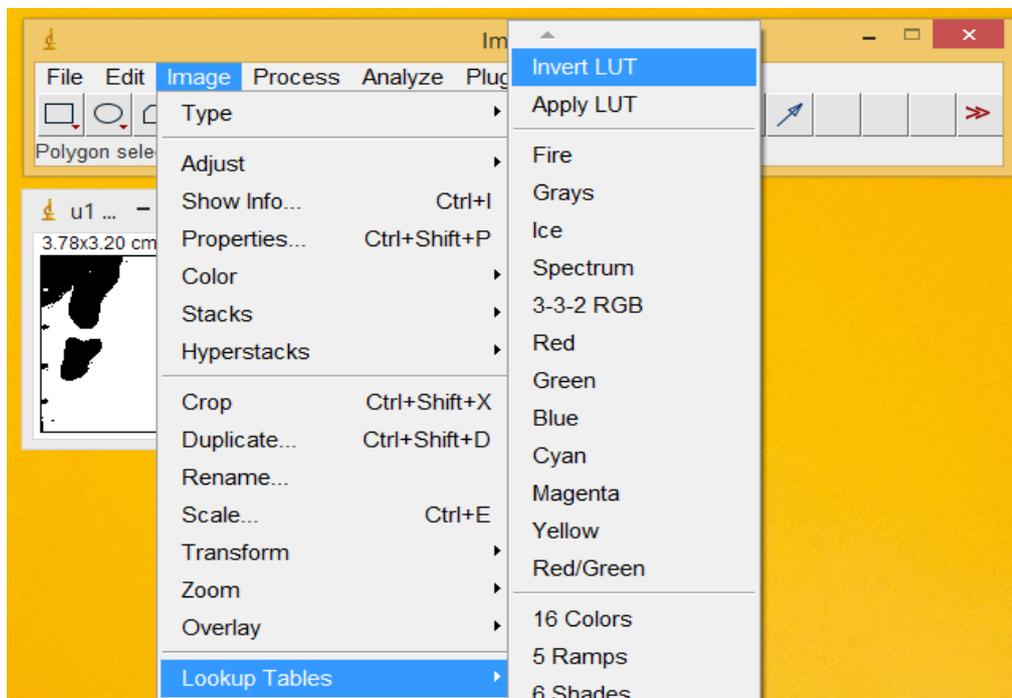
**Gambar 5.** Mengubah Tipe Gambar menjadi 8 Bit.

Kemudian klik ikon *process*, *binary* lalu *make binary*.



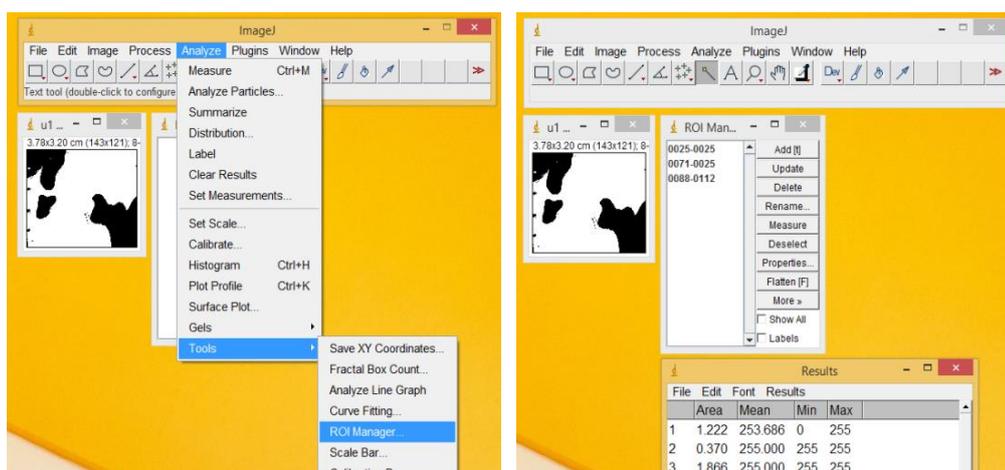
**Gambar 6.** Konversi Gambar menjadi *Binary*

4. Selanjutnya mengubah tampilan warna arsiran yang sebelumnya warna putih menjadi hitam dengan memilih ikon *image*, lalu klik *lookup tables*, kemudian pilih *invert LUT*.



**Gambar 7.** Mengubah Gambar pada Sebaran Pori Makro menjadi Hitam

5. Kemudian menganalisis sebaran pori makro yang terdapat pada pewarnaan metilen biru dengan memilih ikon *analyze*, *tools*, dan *Roi Manager*. Setelah itu pilih pola sebaran pori makro dan klik *add* lalu *measure*.



**Gambar 8.** Analisis Gambar pada Sebaran Pori Makro

6. Selanjutnya mengimpor hasil luasan area analisis sebaran ke dalam aplikasi *Microsoft Excel*, lalu menghitung luasan sebaran tersebut dengan cara :
- Menghitung luas penampang sebaran ruang pori makro tanah dengan rumus:
 

$$\text{Luas Penampang} = p \times l$$
  - Perhitungan luas persentase sebaran ruang pori makro tanah dengan rumus :
 

$$\% \text{ Sebaran Ruang Pori Makro} = \text{Luas Arsiran (cm}^2\text{)} / \text{Penampang (cm}^2\text{)}$$

### 3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Berat Isi (*Bulk Density*)

Berat isi adalah nisbah antara masa padatan tanah dengan volume total tanah. Penetapan berat isi tanah dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah utuh menggunakan ring sampel.

- 1) Disiapkan tanah di dalam ring sampel. Kemudian dimasukkan dalam oven dengan suhu 102<sup>o</sup>-105<sup>o</sup>C selama 24 jam. Jika tanah dalam keadaan jenuh, lebih baik dilakukan pengovenan selama 48 jam.
- 2) Dimatikan oven dan tunggu sekitar 30 menit sampai tabung agak dingin atau masukkan dalam desikator, tunggu sampai dingin, dan timbang (A).
- 3) Dikeluarkan tanah dari ring sampel, kemudian cuci sampai bersih, keringkan, dan timbang (B).
- 4) Diukur tinggi tabung (t), diameter (d), dan cari volumenya (V).

Selanjutnya, berat isi dapat dihitung dengan rumus (Afandi, 2019) :

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{M_p}{V} \\ &= (A-B)/V \\ V &= 3,14 \times (d/2)^2 \times t \end{aligned}$$

Keterangan :

$\rho_b$  = berat isi tanah (g cm<sup>-3</sup>)

$M_p$  = massa padatan tanah

V = volume tanah

A = bobot tanah + tabung

B = bobot tabung

Table 3. Klasifikasi Nilai Berat Isi Tanah (*Bulk Density*)

Berat Isi ( <i>Bulk Density</i> ) (g cm <sup>-3</sup> )	Kelas
<0,9	Rendah
0,9-1,2	Sedang
1,2-1,4	Tinggi
>1,4	Sangat Tinggi

Sumber : Lab. Fisika Jur. Tanah FP UB (2006).

## 2. Berat Jenis

Berat jenis tanah (*particle density*) atau kerapatan partikel tanah (*specify gravity*) ( $\rho_s$ ) merupakan nisbah antara massa padatan tanah ( $M_p$ ) dan volume padatan tanah ( $V_p$ ) (Afandi, 2019). Metode analisis yang digunakan yaitu menggunakan alat piknometer dengan sampel tanah lolos ayakan 2 mm mortar sebanyak 15 g.

- 1) Digerus tanah yang halus dngan mortar dan masukan sekitar 15 g tanah ke dalam piknometer menggunakan corong kaca, kemudian timbang.
- 2) Ditambahkan air ke dalam piknometer lebih kurang 2/3 dari volume piknometer dan kocok sampai merata.
- 3) Dipanaskan dengan *Hotplate* agar udara yang ada hilang.
- 4) Didinginkan piknometer, dan tambahkan air sampai batas yang terdapat pada piknometer, kemudian timbang.

Selanjutnya, berat jenis dapat dihitung dengan rumus (Afandi, 2019) :

$$\rho_s = \frac{M_p}{V_p}$$

Keterangan :

$\rho_s$  = kerapatan partikel tanah (g cm<sup>-3</sup>)

$M_p$  = massa padatan tanah

$V_p$  = volume padatan tanah

Tabel 4. Klasifikasi Nilai Berat Jenis Tanah

Berat Jenis (g cm <sup>-3</sup> )	Kelas
2,5>2,7	Tanah Mineral pada Umumnya
<2	Tanah Organik

Sumber : Lab. Fisika Jur. Tanah FP UB (2007).

### 3. Porositas (Ruang Pori Total)

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) di antara partikel pasir, debu, liat dan agregat tanah yang terdapat dalam satuan volume tanah dan dapat ditempati oleh air dan udara, sehingga porositas merupakan indikator kondisi drainase dan aerasi tanah. Analisis porositas tanah dilakukan dengan metode gravimetrik. Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah utuh menggunakan ring sampel. Kemudian, ditentukan volume tanah dalam ring sampel dengan mengukur tinggi tabung ( $t$ ), diameter tabung ( $d$ ), dan tentukan volume tabung ( $V = 3,14 \times (d/2)^2 \times t$ ). Selanjutnya, timbang sampel tanah untuk mengetahui berat basah tanah beserta ring sampel. Tanah yang telah ditimbang dikeringovenkan pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam lalu ditimbang kembali bersama ring sampel. Kemudian tentukan kerapatan massa tanah dan kerapatan partikel tanahnya. Selanjutnya, porositas dapat dihitung dengan persamaan rumus sebagai berikut (Afandi, 2015) :

$$f = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}\right) 100 \%$$

Keterangan :

$f$  = porositas tanah (%)

$\rho_b$  = kerapatan massa tanah ( $\text{g cm}^{-3}$ )

$\rho_s$  = kerapatan partikel tanah ( $\text{g cm}^{-3}$ )

Tabel 5. Klasifikasi Nilai Porositas Tanah

Porositas (%)	Kelas
<31	Rendah
31-63	Sedang
>63	Tinggi

Sumber : Lab. Fisika Jur. Tanah FP UB (2007).

### 4. C-Organik Tanah

Bahan organik tanah adalah komponen tanah yang berasal dari makhluk hidup (tumbuhan atau hewan) yang telah mati. Analisis C-organik dilakukan berdasarkan jumlah bahan organik yang teroksidasi menggunakan metode

*Walkey and Black* dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Ditimbang 0,5 g tanah kemudian ditempatkan pada Erlenmeyer 250 ml.
- 2) Ditambahkan 5 ml  $K_2Cr_2O_7$  1N dan digoyangkan Erlenmeyer hingga tercampur dengan tanah.
- 3) Segera ditambahkan  $H_2SO_4$  pekat sebanyak 10 ml sambil digoyangkan selama 2 menit dan kemudian diamkan selama 30 menit.
- 4) Setelah dingin, dicampurkan 100 ml aquades.
- 5) Diambahkan 5 ml Asam Fosfat pekat, 2,5 ml larutan Na-F, dan 5 tetes Indikator difenilamin kedalam tabung Erlenmeyer.
- 6) Ditirasi sampel dengan larutan ammonium ferro sulfat 0,5 N hingga titik akhir larutan berubah warna menjadi hijau terang.
- 7) Penetapan Blanko dilakukan dengan melakukan cara tersebut diatas (Tahap 1-6) tanpa penambahan contoh tanah.

Selanjutnya, C-organik dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ C-organik} = \frac{\text{ml } K_2CrO_7 \times \left(1 - \frac{T}{S}\right) \times 0.3886}{\text{Berat sampel tanah}}$$

$$\% \text{ Bahan Organik} = \% \text{ C-organik} \times 1,724$$

Keterangan :

T = titrasi blangko

S = titrasi sampel

Tabel 6. Klasifikasi Nilai C-Organik Tanah

C-Organik (%)	Nilai
<1	Sangat Rendah
1-2	Rendah
2-3	Sedang
3-5	Tinggi
>5	Sangat Tinggi

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2009).

## 5. Produksi Kacang Hijau

Pengambilan sampel produksi tanaman kacang hijau dilakukan dengan cara mengambil 8 tanaman pada setiap plot yang terletak di baris tengah pada saat

setelah panen. Selanjtnya, dipisahkan biji dari polong lalu diukur jumlah biji kacang hijau tersebut.

- 1) Berat awal biji kacang hijau, biji dipisahkan dari polong lalu ditimbang menggunakan timbangan analitik.
- 2) Berat kering biji kacang hijau, setelah biji dipisahkan dari polong, biji kacang hijau dimasukkan ke dalam amplop coklat untuk di oven selama 48 jam dengan suhu 70°C lalu ditimbang berat keringnya.

### **3.7 Analisis Data dan Penyajian Hasil**

Analisis data dilakukan dengan dua cara yang berbeda yang disesuaikan dengan variabel pengamatan. Analisis data secara kuantitatif yaitu meliputi variabel sebaran pori makro tanah, berat isi tanah (*bulk density*), berat jenis tanah (*particle density*), porositas (ruang pori total) tanah dan C-Organik tanah yang dilakukan dengan cara membandingkan hasil analisis dengan kelas penetapan kriteria yang ada. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Sedangkan analisis produksi tanaman kacang hijau dianalisis menggunakan uji lanjut dengan cara menganalisis homogenitas ragamnya dengan Uji Barlett dan aditivitas datanya dengan Uji Tukey. Apabila asumsi keduanya terpenuhi maka dilakukan analisis ragam. Jika perlakuan memberikan pengaruh nyata maka rata-rata nilai tengah diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Simpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada berbagai perlakuan sistem pengolahan tanah pada lahan pertanaman kacang hijau, tidak memberikan peningkatan secara signifikan terhadap ruang pori tanah.
2. Penambahan pupuk nitrogen dengan dosis  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  tidak memberikan peningkatan secara signifikan terhadap ruang pori tanah.
3. Tidak terjadi interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman kacang hijau.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan dari hasil penelitian, saran yang dapat penulis sampaikan yaitu, lakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan dosis pupuk nitrogen lebih dari  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Selain itu, lebih diperhatikan lagi pengaruh dan dampak dari pengolahan tanah yang dikombinasikan dengan pupuk nitrogen terhadap faktor-faktor yang memengaruhi ruang pori tanah seperti analisis tekstur tanah. Dengan ini diharapkan dapat menghasilkan data yang lebih akurat dan signifikan antara masing-masing perlakuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2005. *Fisika Tanah 1*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Afandi. 2015. *Penuntun Praktikum Fisika Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Afandi. 2019. *Metode Analisis Fisika Tanah*. Aura. Bandar Lampung.
- Agusni, Marlina dan Halus, S. 2014. Pengaruh Olah Tanah dan Pemberian Pupuk Kandang terhadap Sifat Fisik Tanah dan Produksi Tanaman Jagung. *Lentera*, 14 (11): 2-3.
- Agustin, A.H. 2019. Pengaruh Olah Tanah Dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Terhadap Nisbah Dispersi Pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) Di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Alim, N., Simarmata, M.MT., Gunawan, B., Purba, T., Juita, N., Herawati, J., Firgiyanto, R., Junairiah, dan Inayah, A.N. 2022. *Pengelolaan Lahan Kering*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- Andriana, O.D. 2023. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen terhadap Ruang Pori Tanah pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) Tahun Ke-34 Di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Anggraini, T. 2020. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang tahun ke-32 terhadap mikroaregat pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di lahan Politeknik Negeri Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Ardiansyah, R., 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Struktur Tanah, Bobot Isi, Ruang Pori Total dan Kekerasan Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. Cetakan kedua. IPB Press. Bogor.

- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk: Petunjuk Teknis Edisi 2*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Bara, A., Sukma, M.P., Chozin, M.A., dan Hendrik, M.A. 2010. *Pengaruh Dosis Pupuk Kandang dan Frekuensi Pemberian Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung (Zea mays L.)* Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Barus, W.A., Khair, H., dan Siregar, M.A. 2014. Respon Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) Akibat Penggunaan Pupuk Organik Cair dan Pupuk TSP. *Agrium*. 19 (1) : 1-11.
- Birnadi, S. 2014. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pupuk Organik Bokashi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) *Kultivar Wilis*. 4 (1).
- Buckman, H.O., dan Brady, N.C. 1982. *Ilmu Tanah*. Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Buckman, H.O., and Brady, N.C. 1984. *Ilmu Tanah*. Terjemahan Soegman. Bhatara Aksara. Jakarta.
- Cahyono B. 2007. *Teknik Budidaya Daun dan Analisis Usaha Tani Kacang Hijau*. Aneka Ilmu. Semarang.
- Candra, R., Sumardi., dan Hermansyah. 2020. Pertumbuhan dan Hasil Empat Varietas Tanaman Kacang Hijau pada Pemberian Dosis Pupuk Kandang Ayam Di Ultisol. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 22(2): 136-134.
- Damanik, 2010. Pengaruh Pemakaian Mulsa Jerami terhadap Sifat Sifat Fisik Tanah. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Damanik, P., 2007. Perubahan Kepadatan Tanah dan Produksi Tanaman Akibat Intensitas Lintasi Traktor dan Dosis Bokasi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Darmayati, F. D., dan Sutikto, T. 2019. Estimasi Total Air Tersedia Bagi Tanaman Pada Berbagai Tekstur Tanah Menggunakan Metode Pengukuran Kandungan Air Jenuh. *Berkala Ilmiah Pertanian* 2(4): 164-168.
- Das dan Tapan. 2013. Metode Pemupukan Nitrogen. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 10(5): 105-107.

- Diara, W. I. 2017. Degradasi Kandungan C-Organik dan Hara Makro pada Lahan Sawah dengan Sistem Pertanian Konvensional. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Udayana Denpasar. Bali.
- Elfiati, D. dan Delvian. 2010. Laju Infiltrasi pada Berbagai Tipe Kelerengan di Bawah Tegakan Ekaliptus di Areal HPHTI PT. Toba Pulp Lestari Sektor Aek Nauli. *Jurnal Hidrolitan*, 1(2): 29-34.
- Endriani dan Zulhalena. 2008. *Kajian Beberapa Sifat Fisika Andisol pada Beberapa Penggunaan Lahan dan Beberapa Kelerengan di Kecamatan Gunung Kerinci*. Universitas Jambi. Jambi
- Erfandi, D. dan Nurjaya. 2014. Strategi Konservasi Tanah Dalam Sistem Pertanian Organik Tanpa Olah Tanah. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*. Bogor.
- Erizilina, E., Pamoengkas, P., dan Darwo, D. 2019. Hubungan sifat fisik dan kimia tanah dengan pertumbuhan miranti merah di KHDTK haurbentes. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 9(1): 68-74.
- Gill, W.R., and Berg, G.E.V. 1967. *Soil Dynamics in Tillage and Traction*. USDA Agric. Handb. N. 316. U.S. Government Printing Office. Washington, DC.
- Hakim, L. 2002. Strategi Perencanaan dan Pengelolaan Lahan Kering Secara Berkelanjutan Di Kalimantan. *Makalah Falsafah Sains*, Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Dhia, M.A., Hong, G.B., dan Bailey, H.H. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung.
- Hanafiah, K. A. 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Hanafiah, K.A., Napoleon, A., dan Gofar, N. 2007. *Biologi Tanah: Ekologi dan Makrobiologi Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hasibuan, A.S.Z. (2015). Pemanfaatan Bahan Organik Dalam Perbaikan Beberapa Sifat Tanah Pasir Pantai Selatan Kulon Progo. *PLANTA TROPIKA. Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*. PT.PP London Sumatra. Samarinda 3(1) : 31 - 40.
- Hati, K.M., K.G, Mandal., A.K, Misra., P.K, Ghosh., dan Bandyopadhyay, K.K. 2006. *Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water- use efficiency of soybean in Vertisols of Central India*. *Bioresource Technology* 97(2) 182-2.188.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta.

- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Haridjaja, O., Murtilaksono, K., Sudarmo, Rachman, L.M. 1990. *Hidrologi Pertanian*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Holilullah, Afandi, dan Novpriansyah, H. 2015. Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2): 278-282.
- Idjudin, A.A. 2011. Peranan Konservasi Lahan Dalam Pengelolaan Perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 5(2): 103-116.
- Istiana, H. 2007. Cara Aplikasi Pupuk Nitrogen dan Pengaruhnya pada Tanaman Tembakau Madura. *Buletin Teknik Pertanian*. 12(2): 2007.
- Isnawati, N dan Listyarini, E. 2018. Hubungan Antara Kemantapan Agregat dengan Konduktifitas Hidraulik Jenuh Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Tawang Sari Kecamatan Pujon Malang. *J. tanah dan sumberdaya lahan*. Malang. 5 (1): 785-791.
- Iswanely, N. 2011. Pengukuran Aktivitas Cacing Tanah dengan Metode Planar cage pada Tanah Vertisols yang Diberi Berbagai Sisa Organik. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Jambak, M.K.F.A., Baskoro, D.P.T., dan Wahjunie, E.D. 2017. Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Sistem Pengolahan Tanah Konservasi (Studi Kasus: Kebun Percobaan Cikabayan). *Buletin Tanah dan Lahan*, 1 (1): 44-50.
- Kementerian Pertanian. 2019. Laporan Perkembangan Neraca Bahan Makanan (NBM) Komoditas Kacang Hijau Tahun 2014-2019. [https://aplikasi2.pertanian.go.id/konsumsi2017/ketersediaan/laporan\\_nbm](https://aplikasi2.pertanian.go.id/konsumsi2017/ketersediaan/laporan_nbm) Diakses pada 12 Agustus 2022. Pukul 19.00 WIB.
- Kementrian Pertanian. 2021. *Laporan Tahunan Tanaman Pangan 2021*. Direktorat Jendral Tanaman Pangan (Ditjentan). Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Khair, K.R., Utomo, M., Afandi., dan Banuwa, S.I. 2017. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Terhadap Bobot Isi, Ruang Pori Total, Kekerasan Tanah dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) di Lahan Polinela Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(3): 175-180.
- Kohnke, H. 1968. *Soil Conservation*. Mc Graw -Hill Book Company, Inc. NYC.
- Lamid, Z. 2011. Integrasi pengendalian gulma dan teknologi tanpa olah tanah pada usaha tani padi sawah menghadapi perubahan iklim. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 4(1): 14-28.

- Lal, R., and Shukla, M.K. 2004. *Principles of Soil Physics*. Marcel Dekker, Inc. New York. Lembaga Penelitian Tanah. 1980. *Term of Reference Tipe A Pemetaan Tanah*. Proyek Penelitian Pertanian Menunjang Transmigrasi. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Madjid. 2010. *Sifat dan Ciri Tanah*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Masria., Lopulisa, C., Zubair, H., dan Rasyid, B. 2018. Karakteristik Pori dan Hubungannya dengan Permeabilitas pada Tanah Vertisol Asal Jenepono Sulawesi Selatan. *Jurnal Ecosolum*. 7(1): 30-36.
- Mauli, R.L. 2008. *Kajian Sifat Fisika dan Kimia Tanah Akibat Sistem Rotasi Penggunaan Lahan Tembakau Deli*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Munkholm, L.J., Heck, R.J., and Deen, B. 2013. Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield. *Soil and Tillage Research*, 127: 85-91.
- Muyassir., Supardi., dan Saputra, I. 2012. Perubahan Sifat Kimia Entisol Krueng Raya Akibat Komposisi Jenis dan Takaran Kompos Organik. *Jurnal LENTERA*. 12(3):37-47.
- Niswati, A., Nugroho, S.G., dan Utomo, M. 1995. Pengaruh Aplikasi Herbisida Glifosat Terus Menerus Selama Lima Belas Musim Dalam Praktik Budidaya Tanpa Olah Tanah Terhadap Populasi Mikroba Tanah. *Prosiding Seminar Nasional V BDP OTK*. Bandar Lampung.
- Niswati, A., Utomo, M., dan Nugroho, S.G. 1994. Dampak Mikrobiologi Tanah Penerapan Teknik Tanpa Olah Tanah dengan Herbisida Amino Glifosfat Secara Terus-menerus pada Lahan Kering di Lampung. *Laporan Penelitian DP3M*. Unila.
- Nurhayati, D.R. 2021. *Peran Pupuk Kandang Terhadap Tanaman Kacang Hijau*. Scopind Media Pustaka. Surabaya.
- Prasetyo, Y.T. 2007. *Bertanam Padi Gogo Tanpa Olah Tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Purwono dan Hartono, R. 2005. *Kacang Hijau*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putra, R.Y.A., Sarno., Wiharso, D., Niswati, A. 2017. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Aplikasi Herbisida terhadap Kandungan Asam Humat pada Tanah Ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(1): 51-56.
- Rachman, A., Dariah, A., dan Husen., E. 2004. *Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Belerang*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.

- Roy, R.N., Finck, A., Blair, G. J., dan Tandon, H.L.S. 2006. *Plant Nutrition for Food Security*. FAO. Rome.
- Rukmana, R. 1997. *Kacang Hijau : Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Safuan, L. O. 2002. *Kendala Pertanian Lahan Kering Masam Daerah Tropika dan Cara Pengelolaannya*. Makalah Falsafah Sains. PP IPB. Bogor.
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Terjemahan Hamzah, A. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Subiantoro, R., Utomo, M., Idrus., dan Paparasan, Y. 1995. Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Kadar Air dan Air Tanah Tersedia pada Musim Tanam XVI. *Prosiding Seminar Nasional V BDP-OTK*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Suprayogo, D., Widiyanto., P, Purnomosidi., R.H, Widodo., F, Rusiana., Z, Aini., N, Khasanah., & Z, Kusuma. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Tanah Monokultur. *Jurnal Agrivita* 26(1): 60-68.
- Sutedjo, M.M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Syam'um, E. 2002. Hasil dua kultivar kedelai (*Glycine max L Merr*) pada Musim dan Sistem Olah Tanah Berbeda. *Jurnal Agrivigor*. 2(1): 32-37.
- Utomo, M. 1990. *Budidaya pertanian tanpa olah tanah, teknologi untuk pertanian berkelanjutan*. Direktorat Produksi Padi dan Palawija. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Utomo, M. 2004. Olah Tanah Konservasi untuk Budidaya Jagung Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional IX Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi*. Gorontalo.
- Utomo, M. 2012. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utomo, M. 2015. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utomo, W.H., dan Islami, T. 1995. *Hubungan Tanah, Air, dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Wahyudi. 2010. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Agromedia Pustaka, Jakarta.