

**PENGARUH KOMBINASI APLIKASI PUPUK N, P, K TUNGGAL  
TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT DAN pH TANAH PADA  
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) PADA LAHAN  
KERING MASAM KECAMATAN CAMPANG RAYA  
KOTA BANDAR LAMPUNG**

**(Skripsi)**

Oleh  
Karina Chantika  
2154181005



**JURUSAN ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2025**

**PENGARUH KOMBINASI APLIKASI PUPUK N, P, K TUNGGAL  
TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT DAN pH TANAH PADA  
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) PADA LAHAN  
KERING MASAM KECAMATAN CAMPANG RAYA  
KOTA BANDAR LAMPUNG**

**Oleh**

**Karina Chantika**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Ilmu Tanah  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH KOMBINASI APLIKASI PUPUK N, P, K TUNGGAL TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT DAN pH TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA LAHAN KERING MASAM KECAMATAN CAMPANG RAYA KOTA BANDAR LAMPUNG**

**Oleh**  
**Karina Chantika**

Produktivitas tanaman jagung yang rendah diduga karena karakteristik tanah yang digunakan sebagai lahan budidaya tanaman jagung, salah satunya yaitu tanah kering masam. Tanah kering masam merupakan salah satu jenis lahan suboptimal yang banyak dijumpai di Indonesia. Tanah ini memiliki karakteristik kandungan liat yang tinggi, pH tanah rendah, kandungan bahan organik dan unsur hara yang rendah, serta kejemuhan Al yang tinggi. Faktor-faktor tersebut menjadi penyebab rendahnya kemantapan agregat tanah di tanah kering masam. Rendahnya kemantapan agregat dan pH tanah pada lahan kering masam juga berdampak pada rendahnya ketersediaan unsur hara tanah. Pemupukan merupakan salah satu kegiatan penting dalam budidaya tanaman yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan unsur hara di tanah. Salah satu pertimbangan penting dalam kegiatan pemupukan adalah pemupukan bersifat efisien dan efektif, mampu menyuburkan tanah, serta tidak menyebabkan kerusakan tanah baik secara fisik, kimia, dan biologi, sehingga pemupukan tepat merupakan salah satu prinsip penting dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pupuk tunggal N, P, K terhadap kemantapan agregat tanah dan pH pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tanah kering masam di Campang Raya kota Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 kelompok dan 8 perlakuan yaitu, A = Kontrol (tanpa pemupukan), B = Standar Pupuk Tunggal N, P, K, C =  $\frac{1}{4}$  TSP +  $\frac{1}{4}$  Pupuk Tunggal N, K, D =  $\frac{1}{2}$  TSP +  $\frac{1}{2}$  Pupuk Tunggal NK, E =  $\frac{3}{4}$  TSP +  $\frac{3}{4}$  Pupuk Tunggal N, K, F = 1 TSP + 1 Pupuk Tunggal NK, G = 1  $\frac{1}{4}$  TSP + 1  $\frac{1}{4}$  Pupuk Tunggal N, K, dan H = 1  $\frac{1}{2}$  TSP + 1  $\frac{1}{2}$  Pupuk Tunggal NK. Kemantapan agregat tanah dianalisis menggunakan metode ayakan kering dan basah dan pH tanah menggunakan metode pH meter. Data kemantapan agregat dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan hasil analisis dengan kriteria kelas penetapan menurut Hardjowigeno, 2007, sedangkan data pH tanah dianalisis secara kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk N, P, dan K tunggal belum mampu meningkatkan kemantapan agregat dan pH tanah pada pertanaman jagung di tanah kering masam.

**Kata Kunci :** Kemantapan Agregat Tanah, pH tanah, Pupuk N, P, K Tunggal, Tanah Kering Masam.

## ***ABSTRACT***

### **THE EFFECT OF COMBINATION OF SINGLE N, P, K FERTILIZER APPLICATIONS ON AGGREGATE STABILITY AND SOIL pH IN CORN (*Zea mays L.*) CROPS ON DRY ACID LAND, CAMPANG RAYA DISTRICT, BANDAR LAMPUNG CITY**

**By**

**Karina Chantika**

Low corn productivity is thought to be due to the characteristics of the soil used for corn cultivation, one of which is dry acid soil. Dry acid soil is one type of suboptimal land often found in Indonesia. This soil is characterized by high clay content, low soil pH, low organic matter and nutrient content, and high Al saturation. These factors are the cause of low soil aggregate stability in dry acid soil. Low aggregate stability and soil pH in dry acid land also have an impact on low soil nutrient availability. Fertilization is one of the important activities in plant cultivation that aims to increase nutrient content in the soil. One important consideration in fertilization activities is that fertilization is efficient and effective, able to fertilize the soil, and does not cause soil damage either physically, chemically, or biologically, so that appropriate fertilization is one of the important principles in this study. This study aims to observe the effect of single fertilizer N, P, K on soil aggregate stability and pH in corn (*Zea mays L.*) cultivation on dry acid soil in Campang Raya, Bandar Lampung city. This study was conducted using a Randomized Block Design (RBD) with 4 groups and 8 treatments, namely, A = Control (without fertilization), B = Standard Single Fertilizer N, P, K, C =  $\frac{1}{4}$  TSP +  $\frac{1}{4}$  Single Fertilizer N, K, D =  $\frac{1}{2}$  TSP +  $\frac{1}{2}$  Single Fertilizer NK, E =  $\frac{3}{4}$  TSP +  $\frac{3}{4}$  Single Fertilizer N, K, F = 1 TSP + 1 Single Fertilizer N, K, G = 1  $\frac{1}{4}$  TSP + 1  $\frac{1}{4}$  Single Fertilizer N, K, and H = 1  $\frac{1}{2}$  TSP + 1  $\frac{1}{2}$  Single Fertilizer NK. Soil aggregate stability was analyzed using dry and wet sieve methods and soil pH using the pH meter method. Aggregate stability data were analyzed qualitatively by comparing the results with the classification criteria according to Hardjowigeno (2007), while soil pH data were analyzed qualitatively. The results showed that single application of N, P, and K fertilizers was unable to improve aggregate stability and soil pH in corn cultivation on dry, acidic soils.

**Keywords:** Soil Aggregate Stability, Soil pH, Single N, P, and K Fertilizers, Dry, Acidic Soils.

Judul Skripsi

: PENGARUH KOMBINASI APLIKASI PUPUK  
N, P, K TUNGGAL TERHADAP  
KEMANTAPAN AGREGAT DAN pH TANAH  
PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*)  
PADA LAHAN KERING MASAM  
KECAMATAN CAMPANG RAYA KOTA  
BANDAR LAMPUNG

Nama Mahasiswa

: Karina Chantika

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2154181005

Program Studi

: Ilmu Tanah

Fakultas

: Pertanian



Dr. Ir. Afandi, M.P.

NIP 196404021988031019

Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.

NIP 198404012012122002

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.

NIP 196611151990101001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Pengaji

Ketua

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



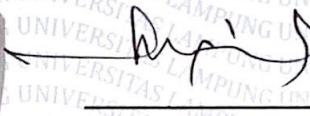
Sekretaris

**Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.**



Pengaji

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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **30 Oktober 2025**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH KOMBINASI APLIKASI PUPUK N, P, K TUNGGAL TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT DAN pH TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) PADA LAHAN KERING MASAM KECAMATAN CAMPANG RAYA KOTA BANDAR LAMPUNG”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dosen Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yaitu oleh Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P. menggunakan dana Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 Oktober 2025

Penulis,



NPM. 2154181005

## **RIWAYAT HIDUP**



**Karina Chantika.** Penulis dilahirkan di Sungai Sibur, 09 Januari 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari tujuh bersaudara dari pasangan Bapak Welly dan Ibu Marlina. Penulis memulai pendidikan formalnya di TK Sriminosari Lampung Timur. Kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 1 Pecoh Raya, Bandar Lampung pada tahun 2009-2015.

Penulis melanjutkan Pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 18 Bandar Lampung pada tahun 2018, dan kemudian melanjutkan Pendidikan ke Sekolah Menengah Atas di SMAN 4 Bandar Lampung pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung di Jurusan Ilmu Tanah melalui jalur Seleksi Mandiri.

Selama menjadi mahasiswa, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pelatihan Pertanian Lampung (BPP), Lampung Selatan pada bulan Juli 2024. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Suka Maju, Kecamatan Mesuji, Kabupaten Mesuji bulan Februari tahun 2024. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi internal kampus, yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (GAMATALA) sebagai Anggota Bidang Kewirausahaan periode 2023. Selain itu, beberapa kegiatan diluar kampus juga dilakukan penulis untuk menambah jaringan dan pengalaman.

## **MOTTO**

“Jangan terlalu khawatir, jika memang jalannya pasti Allah akan memperlancar  
karena apapun yang menjadi takdirmu akan mencari jalannya untuk  
menemukanmu”

(Ali bin Abi Thalib)

“Allah tidak akan mengatakan hidup ini mudah, tetapi Allah berjanji bahwa,  
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah, 5-6)

“Opo wae tak tabrak sing dadi penghalang”

(NDX AKA)

“Success is no accident. It is hard work, perseverance, learning, studying, sacrifice  
and most of all, love of what you are doing.”

(Pele)

## **SANWACANA**

Alhamdulillahirabbilalamin. Puji syukur kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan karunia-Nya. Shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Rasulullah SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGARUH KOMBINASI APLIKASI PUPUK N, P, K TUNGGAL TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT DAN pH TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) PADA LAHAN KERING MASAM KECAMATAN CAMPANG RAYA KOTA BANDAR LAMPUNG”** dengan tepat waktu. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mengarahkan pelaksanaan sampai penyelesaian penulisan.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan mungkin tidak akan selesai tanpa bantuan dan arahan dari pada dosen pembimbing, keluarga, teman-teman dan pihak lain. Oleh karena itu, perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya 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 dan dosen pengujii yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, saran, nasihat, motivasi dan membimbing penulis dalam melaksanakan rangkaian proses penelitian hingga penulisan skripsi.

3. Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, saran, nasihat, motivasi dan membimbing penulis dalam melaksanakan rangkaian proses penelitian hingga penulisan skripsi.
4. Ibu Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, saran, nasihat, motivasi dan membimbing penulis dalam melaksanakan rangkaian proses perkuliahan, penelitian hingga penulisan skripsi.
5. Bapak dan Ibu dosen Universitas Lampung, dan secara khusus Jurusan Ilmu Tanah yang telah memberi begitu banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Karyawan dan karyawati di Jurusan Ilmu Tanah atas semua bantuan dan kerjasama yang telah diberikan.
7. Kedua orangtua ku tercinta Papa Welly dan Mama Marlina terimakasih atas rasa cinta tanpa batas, pengorbanan, dan ketulusan yang selalu mengiringi perjalanan hidup penulis. Terimakasih sudah menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah yang penulis tempuh serta terimakasih atas segala hal yang kalian berikan tak terhitung jumlahnya. Betapa bersyukurnya mempunyai kedua orangtua seperti kalian yang sangat luar biasa mengajarkan kebaikan, keikhlasan, perjuangan, kasih sayang sehingga penulis bisa tumbuh menjadi anak yang mandiri dengan hati yang luas. Sehat dan bahagia selalu ya mah, pah karena masih banyak harapan dan doa yang akan kita capai bersama, doiin karina sukses ya mah, pah apapun yang mama papa mau akan Karina turutin, walaupun dunia sekali pun, *I love you* mah, pah.
8. Saudara kandung ku tersayang Musiana, Vania Arshinta, Sherlina Annatasya, Chelsea Azzura Syakila, Amora Queen Zhalita dan Kiano Muhammad Arga terimakasih atas dukungan, motivasi, doa yang telah diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan sarjana ini. Kalian adalah inspirasi untuk tumbuh dan melangkah maju untuk kita bersama mewujudkan harapan dan doa keluarga.
9. Terimakasih kepada seseorang yang tidak dapat saya sebutkan Namanya, sudah memberikan semangat, dukungan, kebaikan, perhatian dan menemani rangkaian berproses sehingga penulis bisa sampai di titik ini. Terimakasih

sudah beriringan untuk tumbuh bersama, tetaplah jadi orang baik dan tulus semoga kebahagiaan selalu menyertaimu.

10. Teman ku sayang Violeta Cahya Ajeng, Dea Sapira, Sadila Faqina terimakasih telah menemani proses perkuliahan ini dengan canda dan tawa serta kebersamaan yang kita ukir akan abadi di ingatan. Tetap berjuang untuk diri sendiri dan keluarga, semoga kita selalu dipertemukan pada titik dimana takdir yang menentukan, semoga sukses dan bahagia selalu.
11. Teruntuk kakak Gadis Dwi Harnum saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama saya menyusun skripsi ini. Kakak tidak hanya memberikan arahan, tetapi juga motivasi yang sangat berarti. Untuk semua waktu, tenaga, dan bimbingan yang sudah Kakak berikan selama proses skripsiku.
12. Teruntuk teman ku sayang Sabrina Ramadhani Disuko, Silivia Ramada Putri, terimakasih telah mengajarkan banyak hal, menjadi tempat bermain, bercerita, bercanda dan tawa. Semoga sukses dan bahagia selalu.
13. Semua teman-teman ku yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih telah mendoakan, memotivasi, menghibur dan menemani proses penulis sampai detik ini.
14. Rekan-rekan seperjuangan Ilmu Tanah 2021 dan semua pihak yang telah berjasa dan terlibat dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga Allah SWT membala atas segala kebaikan Bapak, Ibu, dan rekan-rekan semua.
15. Dan yang terakhir, terimakasih untuk diri saya sendiri Karina Chantika, S.P. yang telah mengusahakan untuk tumbuh menjadi wanita yang mandiri, berhati luas dan pantang menyerah. Semoga kabar baik, kebahagiaan dan kesuksesan menanti di depan.

Bandar Lampung, 30 Oktober 2025

Penulis

**Karina Chantika**

**NPM. 2154181005**

## **DAFTAR ISI**

<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.....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	7
1.4 Kerangka Pemikiran.....	7
1.5 Hipotesis .....	11
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>12</b>
2.1 Tanah Kering Masam .....	12
2.2 Kemantapan Agregat.....	14
2.3 Hubungan Antara Agregat Tanah dan Unsur Hara N,P,K .....	17
2.4 Pupuk TSP.....	18
2.5 Pupuk N,P,K Tunggal.....	19
2.6 Deskripsi Tanaman Jagung .....	20
2.7 Syarat Tumbuh Jagung.....	21
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	23
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.3 Metode Penelitian .....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.4.1 Persiapan Lahan .....	25

3.4.2 Penanaman .....	25
3.4.3 Aplikasi Pupuk TSP dan Pupuk Tunggal N,P,K.....	25
3.4.4 Pemeliharaan.....	26
3.4.5 Pemanenan .....	26
3.4.6 Pengambilan Sampel Tanah .....	26
3.5 Variabel pengamatan .....	27
3.5.1 Varibael Utama.....	27
3.5.2 Variabel Pendukung .....	30
3.6 Analisis Data .....	32
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Hasil dan Pembahasan .....	33
4.1.1 Analisis Sampel Tanah Awal.....	33
4.1.2 Kemantapan Agregat.....	34
4.1.3 Pengaruh Aplikasi Pupuk N, P, K Tunggal terhadap Indeks Dispersi .....	37
4.1.4 Distribusi Agregat .....	39
4.1.5 pH Tanah .....	41
4.1.6 Produksi Tanaman Jagung .....	42
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>46</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Dosis Perlakuan pada Uji Efektivitas TSP.....	24
2. Perhitungan Kemantapan Agregat Tanah Ayakan Kering dan Ayakan Basah.....	29
3. Interpretasi Perhitungan Ayakan Kering dan Ayakan Basah.....	29
4. Perkiraan Penilaian Distribusi Agregat Tanah Berdasarkan Hasil Persentase Ayakan.....	30
5. Analisis Awal Sampel Tanah.....	33
6. Hasil Analisis Kemantapan Agregat.....	35
7. Hasil Analisis Pengaruh Aplikasi Pupuk N, P, K Tunggal terhadap Indeks Dispersi.....	38
8. Rata-rata Persentase (%) Hasil Ayakan Agregat Tanah.....	39
9. Analisis pH Tanah dengan Perlakuan Pupuk N, P, K Tunggal.....	41
10. Pengaruh Kombinasi pupuk N, P, K Tunggal terhadap Produksi.....	43
11. Data Ayakan Kering Perlakuan A (Kontrol).....	55
12. Data Ayakan Kering Perlakuan B (Standar).....	55
13. Data Ayakan Kering Perlakuan C ( $\frac{1}{4}$ TSP + $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal N, K).....	56
14. Data Ayakan Kering Perlakuan D ( $\frac{1}{2}$ TSP + $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal N, K).....	56
15. Data Ayakan Kering Perlakuan E ( $\frac{3}{4}$ TSP + $\frac{3}{4}$ Pupuk Tunggal N, K).....	57
16. Data Ayakan Kering Perlakuan F (1 TSP + 1 Pupuk Tunggal N, K).....	57
17. Data Ayakan Kering Perlakuan G ( $1\frac{1}{4}$ TSP + $1\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal N, K)....	58

18. Data Ayakan Kering Perlakuan H (1½ TSP + 1½ Pupuk Tunggal N K) .....	58
19. Data Ayakan Basah Perlakuan A (Kontrol).....	59
20. Data Ayakan Basah Perlakuan B (Standar).....	59
21. Data Ayakan Basah Perlakuan C (¼ TSP + ¼ Pupuk Tunggal N, K).....	60
22. Data Ayakan Basah Perlakuan D (½ TSP + ½ Pupuk Tunggal N, K).....	60
23. Data Ayakan Basah Perlakuan E (¾ TSP + ¾ Pupuk Tunggal N, K).....	61
24. Data Ayakan Basah Perlakuan F (1 TSP + 1 Pupuk Tunggal N, K).....	61
25. Data Ayakan Basah Perlakuan G (1¼ TSP + 1 ¼ Pupuk Tunggal N, K) .....	62
26. Data Ayakan Basah Perlakuan H (1½ TSP + 1 ½ Pupuk Tunggal N, K).....	62
27. Data Pengaruh Kombinasi Pupuk Tunggal N, K terhadap Kemantapan Agregat dan pH Tanah Pada Pertanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) Di Bandar Lampung.....	63
28. Data Pengaruh Kombinasi Kombinasi Pupuk Tunggal N, K terhadap Indeks Dispersi dan pH Tanah Pada Pertanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) Di Bandar Lampung.....	64
29. Data Pengaruh Kombinasi Kombinasi Pupuk Tunggal N,K terhadap Distribusi Agregat dan pH Tanah Pada Pertanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) Di Bandar Lampung.....	65

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran Penelitian Pengaruh Kombinasi Aplikasi Pupuk TSP dan Pupuk Tunggal NPK Terhadap Kemantapan Agregat pH Tanah Pada Pertanaman Jagung ( <i>Zea mays L.</i> ) di Campang Raya, Bandar Lampung.....	11
2. Tata Letak Percobaan .....	24
3. <i>Visual Scoring</i> pada Agregat Tanah (Shepherd, 2008).....	30
4. Kelas Dispersi Tanah Metode Perendaman Air (Afandi, 2019).....	31
5. Distribusi Agregat pada Tanaman Jagung .....	40
6. Pengambilan Sampel Tanah.....	66
7. Proses Pemupukan.....	66
8. Pengukuran Tinggi Tanaman, Diameter Batang dan Jumlah Daun .....	66
9. Pemanenan Tanaman Jagung .....	67
10. Analisis Agregat Tanah .....	67
11. Analisis Indeks Dispersi .....	68
12. Analisis pH Tanah.....	68

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman rumput-rumputan dan berbiji tunggal (monokotil) yang tumbuh hampir di seluruh dunia dan termasuk kedalam variabilitas genetik yang besar (Andriko dan Sirapa, 2005). Tanaman jagung memiliki kandungan karbohidrat sehingga jagung termasuk kedalam komoditas pangan penting menempati posisi kedua setelah padi, dan banyak di tanam di Indonesia khususnya Provinsi Lampung. Menurut Badan Pusat Statistik, (2024) produksi jagung pada Provinsi Lampung tahun 2021 sebesar  $2,83 \text{ Mg ha}^{-1}$  dan mengalami penurunan produksi tanaman jagung pada tahun 2022 sebesar  $1,4 \text{ Mg ha}^{-1}$  dan pada tahun 2023 sebesar  $1,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Produktivitas tanaman jagung yang menurun diduga karena karakteristik tanah pada lahan tanaman jagung yang di dominasi oleh tanah kering masam (Holilullah dkk., 2015).

Tanah kering masam merupakan salah satu jenis lahan suboptimal yang banyak dijumpai di Indonesia, dengan luas mencapai lebih dari 25% total daratan (Setyorini dkk., 2021). Kondisi tanah ini umumnya ditandai dengan pH rendah, kandungan unsur hara dan bahan organik yang rendah, dan kejemuhan Al yang tinggi. Tanah di Provinsi Lampung umumnya merupakan tanah kering masam yang memiliki tingkat kesuburan yang rendah yaitu memiliki pH, kejemuhan basa, KTK dan C-Organik yang rendah serta kandungan  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  yang tinggi. Lahan kering masam diketahui memiliki kandungan liat yang tinggi dan kandungan bahan organik yang rendah, sehingga partikel zat halus mudah memadat dan sulit membentuk agregat yang stabil maka kan mudah mengalami erosi. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muzakki dkk., (2023).

menyatakan bahwa pada lahan kering masam mudah mengalami erosi, permeabilitas lambat, pemanjangan tanah cenderung meningkat seiring dengan rendahnya kandungan bahan organik serta mudahnya terdispersi erosi. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muzakki dkk., (2023) menyatakan bahwa pada lahan kering masam mudah mengalami erosi, permeabilitas lambat, pemanjangan tanah cenderung meningkat seiring dengan rendahnya kandungan bahan organik serta mudahnya terdispersi.

Tekstur tanah yang kaya liat tidak secara langsung menyebabkan kemantapan agregat rendah, tetapi dalam kondisi tanah kering masam (Ultisol/Oxisol dengan pH rendah, kejemuhan basa rendah dan bahan organik rendah) kandungan liat yang tinggi sering berkorelasi dengan kemantapan agregat yang rendah karena beberapa mekanisme fisik-kimia-biologi yang saling terkait. Liat memiliki peran ganda yaitu pada tipe liat tertentu seperti tipe *smeikit* partikel liat dapat membentuk agregat stabil melalui interaksi elektrostatis dan pemblokiran partikel; namun banyak Ultisol/ Oxisol di Indonesia didominasi liat beraktivitas rendah (kaolinit) dan oksida Fe/Al, yang memiliki KTK rendah dan kurang efektif mengikat bahan organik sebagai “perekat” agregat. Jika kandungan bahan organik rendah (karakteristik umum lahan kering masam), maka partikel liat halus cenderung tidak berikatan kuat dan agregat menjadi rapuh (Yulnafatmawita, 2014).

Selain itu, lahan kering masam memiliki pH yang rendah, pH rendah biasanya akibat curah hujan tinggi yang menyebabkan kehilangan basa Ca, Mg, K dari tanah. Kehilangan basa mengakibatkan kejemuhan basa pada rendah dan penurunan pH tanah. Rendahnya pH tanah pada lahan kering masam berdampak negatif pada ketersediaan unsur hara penting seperti fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan mikro hara yang lainnya. Fosfor misalnya, pada pH rendah mudah terikat oleh Al dan Fe sehingga menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman, sehingga tanah menjadi toksik. Selain itu, pH rendah juga menekan aktivitas mikroorganisme tanah seperti jamur dan bakteri, yang berperan dalam dekomposisi bahan organik, siklus hara dan pembentukan agregat. Mikroba yang

kurang aktif berarti bahan organik yang lebih sedikit terurai atau tersedia untuk membentuk humus/polimer organik yang merupakan perekat agregat tanah (Sutriadi, 2023).

Kemantapan agregat yang rendah menyebabkan struktur tanah mudah rusak, agregat mudah terdispersi saat terkena air, serta menurunkan porositas dan infiltrasi (Andani, 2021). Akibatnya, tanah menjadi lebih rentan terhadap erosi, kehilangan hara, dan penurunan produktivitas tanaman. Kemantapan agregat rendah, partikel tanah mudah terdispersi oleh energi kinetik tetesan hujan. Hal ini menyebabkan pembentukan kerak permukaan (*surface sealing*) dan meningkatnya aliran permukaan yang memicu erosi juga mempercepat hilangnya unsur hara tanah, baik secara pencucian maupun terbawa partikel tanah hasil erosi. Unsur hara esensial seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), serta kation basa (Ca, Mg, K, Na) banyak terakumulasi pada fraksi tanah halus (liat dan debu) yang mudah terangkut saat terjadi erosi. Akibatnya, tanah menjadi miskin hara dan produktivitas menurun (Ardian dkk., 2022).

Salah satu dampak rendahnya kemantapan agregat dan pH tanah pada lahan kering masam dapat menyebabkan ketersediaan unsur hara yang rendah. Upaya untuk memperbaiki kondisi tersebut dapat dilakukan melalui penambahan pupuk N, P, K. Pupuk N, P, K termasuk kedalam pupuk anorganik yaitu pupuk yang dibuat secara sintesis atau kimiawi yang bertujuan untuk menyediakan unsur hara tertentu secara cepat dan tepat bagi tanaman. Menurut Hanafiah (2013), pupuk anorganik umumnya mempunyai kandungan unsur hara makro yang tinggi dan bersifat cepat tersedia bagi tanaman.

Pada penelitian ini pupuk N, P, K yang diberikan berupa Urea, TSP atau SP-36 dan KCl. Pupuk urea mengandung N sebesar 46%, karena kandungan N yang tinggi, urea memberikan banyak nitrogen yang berguna untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, dan klorofil. Secara fisik urea berbentuk kristal putih atau butiran padat, sangat larut dalam air dan relatif mudah larut/terbawa dalam larutan pupuk. Urea bersifat higroskopis, mudah menggumpal bila disimpan pada

kelembapan tinggi, dan mudah diangkut. Unsur N di dalam tanah mampu meningkatkan proses dekomposisi bahan organik tanah yang mana hasil proses tersebut membantu pembentukan agregat tanah yang secara tidak langsung akan mempengaruhi stabilitas kemantapan agregat tanah. Namun unsur N dalam pertanian mudah mengalami kehilangan secara signifikan melalui proses fotosintesis dalam bentuk NH<sub>3</sub> dan *leaching* dalam bentuk nitrat. (Iskandar, 2019). Nitrogen dari urea juga dapat meningkatkan ketersediaan substrat karbon bagi mikroba heterotrofik, termasuk fungi mikoriza yang menghasilkan glomalin, suatu glikoprotein yang terbukti memperkuat agregat tanah (Rillig et al.,2015).

Pupuk P, baik TSP maupun SP-36 merupakan pupuk kimia. TSP mengandung P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebesar 45% dan SP-36 mengandung P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebesar 36%. Perbedaan pupuk TSP dan SP-36 diantaranya yaitu pupuk TSP memiliki sifat yang lebih masam dan tingkat kelarutan yang tinggi dibandingkan pupuk SP-36. Sehingga untuk tanah yang membutuhkan unsur P tinggi lebih disarankan untuk memakai pupuk TSP dibandingkan SP-36. Selain karena kandungan P pada pupuk TSP lebih tinggi, kandungan Ca<sup>2+</sup> pada pupuk TSP juga dapat mencapai 15% - 17% Sebagai bagian dari mono kalsium fosfat (Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) (Seesanong dkk., 2021). Ion Ca<sup>2+</sup> dapat memperkuat agregat tanah melalui mekanisme *cation bridging*. Ca<sup>2+</sup> menetralkan muatan negatif di permukaan partikel liat dan bahan organik, membantu menahan partikel bersama-sama dan membentuk perekat kimiawi sehingga dapat meningkatkan kestabilan agregat (Purba, 2017).

Fosfor merupakan unsur esensial yang berperan dalam metabolisme energi (ATP), pembentukan asam nukleat, dan pertumbuhan akar. P sering terfiksasi di tanah masam oleh Al, Fe, dan Mn, sehingga aplikasi pupuk P membantu menambah ketersediaan P yang dapat diserap tanaman (Havlin et al., 2014). Beberapa jenis pupuk P misalnya TSP atau rock phosphate dapat menetralkan sebagian ion Al<sup>3+</sup> dan Fe<sup>3+</sup> pada tanah masam karena P berikatan dengan ion-ion tersebut. Hal ini berkontribusi terhadap perbaikan pH tanah pada skala mikro (Von Wandruszka, 2006). Pemberian TSP dapat meningkatkan ketersediaan P tanah. Pengingkatan ketersediaan P tanah dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman (Havlin et

al., 2014) dan aktivitas mikroorganisme pelarut fosfat yang menghasilkan asam organik dan polisakarida ekstraseluler, berperan dalam proses pembentukan agregat (Ningsih dkk., 2020).

Pupuk KCl mengandung 50–60% K<sub>2</sub>O ( $\pm$ 40–50% K murni), bersifat mudah larut dan cepat tersedia bagi tanaman. Manfaat utamanya adalah meningkatkan ketahanan tanaman, efisiensi fotosintesis, serta kualitas hasil panen, terutama penting di tanah kering masam yang miskin kalium. K bersaing dengan Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, dan Na<sup>+</sup> pada kompleks jerapan koloid. Keberadaan K dalam jumlah cukup membantu menyeimbangkan kejenuhan basa dan menurunkan dominasi Na<sup>+</sup> yang dapat menyebabkan dispersi tanah (Hazra et al., 2018). Unsur Kalium dapat mendukung metabolisme tanaman, yang berimplikasi pada peningkatan sisa biomassa dan karbon organik tanah, sehingga mendukung aktivitas mikroba pengikat partikel. Selain itu, dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) karena K<sup>+</sup> termasuk kation basa yang dapat menetralkan sebagian sifat masam tanah (Rochayati, 2012).

Pemberian pupuk N, P, K ini diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N,P,K dengan dosis yang tepat sehingga dapat memperbaiki kesuburan tanah. Walaupun tujuan utama pemberian pupuk ini adalah untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial bagi tanaman, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemupukan ini juga dapat mempengaruhi kemantapan agregat tanah secara tidak langsung. Peningkatan ketersediaan fosfor dari pupuk TSP, misalnya, mampu merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan eksudat yang berfungsi sebagai perekat alami partikel tanah. Demikian pula, pemberian nitrogen dan kalium dari pupuk tunggal meningkatkan biomassa tanaman yang berkontribusi pada penambahan bahan organik ke dalam tanah. Masukan bahan organik inilah yang memperkuat ikatan antarpartikel tanah melalui kompleksasi dengan kation tanah, sehingga berpengaruh positif terhadap kestabilan agregat (Indrayati dkk., 2022; Suryani dkk., 2021).

Penelitian Widyastuti dkk., (2021) menunjukkan bahwa pemupukan NPK mampu meningkatkan aktivitas mikroba tanah sekaligus memperbaiki kualitas agregat pada lahan kering. Pupuk TSP dan NPK tunggal merupakan pupuk anorganik yang dapat digunakan dalam memperbaiki kemantapan dan pH tanah secara tidak langsung. Selain itu, pupuk yang ditambahkan ke dalam tanah menyediakan unsur hara yang cepat tersedia bagi tanaman dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jika tanaman tumbuh dengan optimal, maka pertumbuhan akar akan sehat dan menghasilkan lebih banyak eksudat akar yang menjadi perekat alami antar partikel tanah untuk membentuk agregat dan kemantapan agregat juga semakin baik (Spriyadi dkk., 2016).

Akar yang subur akan mempengaruhi aktivitas mikroba tanah, terutama bakteri dan jamur yang menghasilkan polisakarida alami yang berfungsi mengikat partikel tanah untuk menjadi kemantapan agregat yang baik (Foth dan Ellis, 1997). Pemupukan yang dilakukan juga dapat menaikkan pH tanah jika berbahan dasar kalium meskipun efek yang dihasilkan tidak seperti kapur. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi dkk, (2016) menyatakan bahwa pupuk NPK dan dolomit terbukti mampu menaikkan pH tanah dan menurunkan kejemuhan Al. Sehingga, kesuburan tanah akan meningkat dan produksi tanaman jagung juga ikut meningkat.

Dalam kegiatan pemupukan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu berdasarkan rekomendasi serta pemberian dosis yang tepat, sehingga hal ini berkaitan dengan keseimbangan hara yang berkaitan erat dengan berbagai sifat-sifat tanah yaitu seperti kemantapan agregat tanah dan pH tanah. Maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tentang pengaruh pupuk N, P, K (Urea, TSP/SP-36 dan KCl) terhadap kemantapan agregat dan pH tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) pada lahan kering masam di kecamatan Campang Raya Kota Bandar Lampung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah aplikasi pupuk N,P,K Tunggal berpengaruh terhadap kemantapan agregat dan pH tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays L*) pada lahan kering masam kecamatan Campang Raya kota Bandar Lampung?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh aplikasi pupuk N, P, K tunggal mampu meningkatkan kemantapan agregat tanah dan pH pada pertanaman jagung (*Zea mays L.*) pada lahan kering masam kecamatan Campang Raya kota Bandar Lampung.

## **1.4 Kerangka Pemikiran**

Rendahnya tingkat kesuburan tanah lahan kering masam dapat menyebabkan menurunnya produktivitas tanah yang berakibat menurunnya produktivitas tanaman dan salah satunya adalah tanaman jagung. Kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara menjadi faktor utama dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman. Tanah kering masam di Indonesia banyak dijumpai di wilayah beriklim tropis lembab dengan curah hujan tinggi, sehingga pencucian basa berlangsung intensif dan menyebabkan tanah jenuh oleh ion H<sup>+</sup> serta Al. Kondisi ini menimbulkan masalah kesuburan tanah berupa rendahnya ketersediaan hara makro seperti N, P, K, Ca, dan Mg, serta menurunnya kualitas fisik tanah, termasuk kemantapan agregat (Prasetyo & Suriadikarta, 2006).

Kemantapan agregat sendiri merupakan kemampuan tanah mempertahankan struktur agar tidak mudah terdispersi atau hancur oleh pengaruh air, dan sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, aktivitas mikroorganisme, serta ketersedian kation-kation pengikat partikel tanah (Bronick & Lal, 2005). Pada tanah kering masam, rendahnya kandungan bahan organik dan dominasi Al

memperlemah ikatan antarpartikel, sehingga agregat cenderung rapuh dan mudah rusak.

Dalam konteks pengelolaan tanah, pemberian pupuk N, P, dan K tunggal dapat memberikan efek tidak langsung terhadap kemantapan agregat. Pemberian pupuk N berupa urea dapat meningkatkan pertumbuhan biomassa tanaman sehingga memperkaya masukan bahan organik ke tanah, yang pada gilirannya memperbaiki ikatan antarpartikel dan dapat merangsang aktivitas mikroba tanah yang menghasilkan polisakarida sebagai perekat agregat (Six dkk., 2004). Sedangkan peningkatan ketersediaan P dari TSP maupun SP-36, mampu meningkatkan pertumbuhan akar dan eksudat yang berperan sebagai perekat alami tanah. Perbedaan pupuk TSP dan SP-36 diantaranya yaitu pupuk TSP memiliki tingkat kelarutan yang tinggi dibandingkan pupuk SP-36. Sehingga untuk tanah yang membutuhkan unsur P tinggi lebih disarankan untuk memakai pupuk TSP dibandingkan SP-36. Pada pupuk TSP mendukung pertumbuhan akar sehingga meningkatkan struktur tanah melalui perakaran yang lebih dalam dan luas. Ketersediaan P yang cukup membantu pembentukan senyawa energi (ATP) untuk metabolisme tanaman, termasuk pembentukan eksudat akar yang berperan dalam stabilisasi agregat. Fosfor dari TSP/SP-36 umumnya tidak secara langsung mengubah pH tanah, namun di tanah masam P sering terikat Al dan Fe sehingga efektivitasnya menurun.

Perakaran yang baik dari suplai P dapat membantu agregasi tanah, meskipun efek langsungnya terhadap kemantapan agregat relatif kecil dibanding bahan organik. Selain itu, ketersediaan P juga mendorong aktivitas mikroba pelarut fosfat yang menghasilkan polisakarida dan senyawa organik lain yang dapat mengikat partikel tanah (Hinsinger, 2001). Dan pupuk KCl yaitu Kalium dapat meningkatkan kekuatan jaringan tanaman dan memperbaiki sistem perakaran, sehingga akar yang sehat dapat membantu pembentukan agregat tanah.  $K^+$  dapat menggantikan ion  $H^+$  dan  $Al^{3+}$  pada kompleks jerapan tanah, yang berpotensi meningkatkan kejenuhan basa (Suriadikarta, 2006).

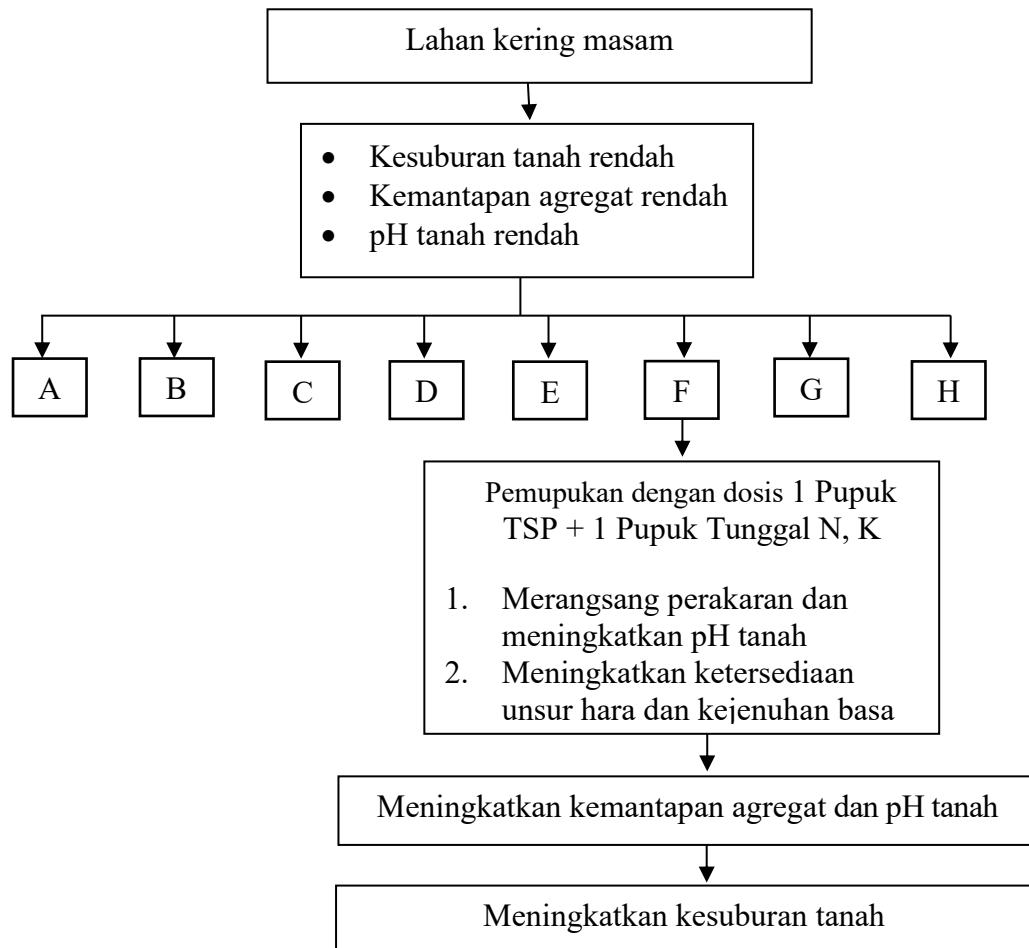
Pemupukan yang tepat adalah salah satu upaya dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman termasuk tanaman jagung. Pemupukan tepat ini berdasarkan kondisi tanah maupun tanamannya, sehingga berkaitan dengan rekomendasi pemupukan. Hal ini menunjukkan bahwa rekomendasi pemupukan pada tanah kering masam adalah N berupa urea, P berupa TSP dan SP-36 dan K berupa Kalium dengan dosis standar yaitu Urea  $350 \text{ kg ha}^{-1}$ , SP-36  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  dan KCl  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  (Kementan, 2019). Namun, menurut Purba, (2017) pupuk TSP memiliki kandungan P lebih tinggi dibandingkan SP-36 dan memiliki tingkat kelarutan yang tinggi sehingga pupuk TSP lebih di rekomendasikan dibandingkan SP-36 untuk lahan kering masam yang rendah unsur hara P. Selain itu, Pupuk TSP juga mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang berguna dalam memperbaiki kemantapan agregat tanah. Ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) memfasilitasi *cation bridging* antara permukaan bermuatan negatif (liat dan bahan organik), sehingga mengurangi tolak-menolak dan membantu flokulasi sehingga meningkatkan pembentukan agregat dan ketahanan terhadap pengaruh air dan limpasan. Sehingga rekomendasi dosis F (1 Pupuk TSP + 1 Pupuk Tunggal N, K) dengan dosis TSP  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , Urea  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  dan KCl  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  merupakan dosis pupuk dengan kandungan yang baik jika ditambahkan ke dalam tanah.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hanafiah, (2013) menyatakan bahwa penambahan pupuk N,P, dan K ke dalam tanah juga dapat memperbaiki kemantapan agregat tanah. Unsur hara yang diberikan dalam bentuk ion akan terikat oleh tanah kemudian diserap oleh akar tanaman. Melalui sistem perakarannya, tanaman akan berpenetrasi ke lapisan bawah tanah dan membawa unsur-unsur ke batang tanaman, sisa perakaran dan batang tanaman yang mati nantinya akan menjadi sumber bahan organik bagi cacing tanah sehingga cacing tanah dapat membentuk agregat yang baik. Hal ini menunjukkan terbentuknya kondisi yang sangat baik untuk pertumbuhan akar tanaman dalam menyerap unsur hara maupun oksigen, hal ini disebabkan karena adanya unsur hara yang optimal sehingga partikel-partikel tanah dapat terikat dan akan membentuk agregat yang baik sehingga akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Dengan demikian, walaupun pupuk anorganik tidak secara langsung berfungsi sebagai perekat tanah, aplikasinya berpengaruh pada mekanisme biologis dan input bahan organik yang memperkuat agregat. Hal ini menunjukkan bahwa strategi pengelolaan tanah kering masam melalui pemupukan tidak hanya meningkatkan ketersediaan hara, tetapi juga berkontribusi pada perbaikan sifat fisika tanah, khususnya kemantapan agregat, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas pertanian di lahan suboptimal.

Soleimany dkk. (2021) menjelaskan bahwa kemantapan agregat merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui tanah tersebut baik atau buruk bagi tanaman. Susunan agregat tanah atau fragmen tanah memiliki pengaruh utama terhadap aerasi, ketersediaan air, dan kekuatan tanah sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan akar dan tajuk tanaman. Tanaman dapat membantu pembentukan agregat yang mantap melalui akar tanaman yang menembus tanah dan terbentuknya celah-celah. Selain itu, dengan adanya tekanan akar, maka butir-butir tanah saling melekat dan padat. Celah-celah dapat terbentuk melalui air yang diserap oleh akar tanaman (Baver dkk., 1976).

Selain itu, penggunaan pupuk NPK tunggal juga dapat memberikan manfaat bagi pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung. Pada unsur N berperan dalam pembentukan klorofil, dan sintesis protein, mempercepat proses pertumbuhan dan pematangan tanaman jagung dan mendukung pertumbuhan daun, batang dan akar yang kuat (Sutejo, 1992). Unsur P dan K juga berperan dalam meningkatkan produktivitas tanaman jagung seperti peningkatan bobot pipil jagung, bobot kering, dan kualitas biji jagung serta K berperan dalam pengaturan tekanan osmotik dan keseimbangan air dalam tanaman sehingga Meningkatkan toleransi jagung terhadap kondisi kering (Havlin dkk., 1999).



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian Pengaruh Kombinasi Aplikasi Pupuk N,P, K Tunggal Terhadap Kemantapan Agregat dan pH Tanah Pada Pertanaman Jagung (*Zea Mays L.*) Pada Lahan Kering Masam Kecamatan Campang Raya Kota Bandar Lampung. A= Kontrol; B= Standar; C = $\frac{1}{4}$  TSP+  $\frac{1}{4}$  Pupuk Tunggal N,K; D =  $\frac{1}{2}$  TSP +  $\frac{1}{2}$  Pupuk Tunggal NK; E =  $\frac{3}{4}$  TSP +  $\frac{1}{4}$  Pupuk Tunggal N,K; F = 1 TSP + 1 Pupuk Tunggal NK; G = 1 1/4 TSP + 1 1/4 Pupuk Tunggal N,K, dan H = 1 1/2 TSP + 1 1/2 Pupuk Tunggal NK.

## 1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah aplikasi pupuk N, P, K tunggal dengan dosis dosis 1 Pupuk TSP + 1 Pupuk Tunggal N, K mampu meningkatkan kemantapan agregat dan pH tanah pada tanah kering masam pada pertanaman jagung (*Zea mays L.*) pada lahan kering masam kecamatan Campang Raya kota Bandar Lampung.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanah Kering Masam**

Tanah kering masam merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran yang luas. Tanah ini dapat ditemukan dalam relief mulai dari datar hingga pegunungan. Tanah kering masam berkembang dari bahan induk yang masam hingga basa. Tanah kering masam mempunyai penampang tanah yang dalam dan merupakan media yang baik bagi tanaman. Penampang dengan kapasitas KTK yang sedang hingga tinggi menjadikan tanah kering masam dapat dimanfaatkan untuk berbagai jenis tanaman, namun demikian faktor iklim dan relief perlu diperhatikan (Sujana dan Pura, 2015).

Menurut Hermilan (2017), tanah kering masam umumnya berwarna merah kekuningan dengan reaksi tanah yang masam dan kejenuhan basa yang rendah. Warna pada horizon argilik bervariasi dengan hue 10YR sampai 10R. Faktor yang dapat mempengaruhi warna kering masam antara lain bahan organik, kandungan mineral serta oksida besi menyebabkan warna kecoklatan hingga merah. Tekstur tanah kering masam umumnya dipengaruhi oleh bahan induk tanah dan mineral. Menurut Handayani dan Karnilawati (2018), kendala dalam tanah kering masam adalah bahan organik yang rendah, kemasaman tinggi, unsur hara rendah, dan peka dengan erosi.

Tanah kering masam, khusus nya di daerah tropis memiliki ciri-ciri seperti pH rendah, kejenuhan Al tinggi, kandungan bahan organik rendah, serta struktur tanah yang mudah hancur. Kondisi tersebut menyebabkan tanah menjadi mudah padat

permeabilitas air rendah, dan rentan terhadap erosi. Sebagai contoh, penelitian oleh Lubis (2023) menunjukkan bahwa tanah kering masam memiliki permeabilitas lambat hingga sedang, dan kemantapan agregat rendah sehingga sebagian besar tanah ini mempunyai daya memegang air yang rendah dan mudah tererosi.

Tanah kering masam umumnya memiliki tingkat kemantapan agregat yang rendah karena kondisi kimia, fisika, dan biologinya kurang mendukung pembentukan agregat yang stabil, dengan pH rendah (<5,5), kejenuhan basa rendah, serta kandungan Al dan Fe oksida tinggi. Kondisi ini menyebabkan dispersi partikel liat meningkat dan menghambat proses pengikatan antar partikel tanah. Menurut Subowo (2010), pada tanah masam, ion  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{H}^+$  yang tinggi menggantikan kation basa ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) dari kompleks jerapan tanah sehingga menurunkan stabilitas struktur dan memperlemah ikatan antar agregat.

Selain itu, tanah kering masam umumnya memiliki kandungan bahan organik yang rendah, akibat dekomposisi cepat pada kondisi aerasi tinggi dan curah hujan yang tidak stabil. Bahan organik merupakan sumber utama senyawa pengikat agregat seperti polisakarida mikroba dan asam humat. Kekurangan bahan organik ini menyebabkan tanah kehilangan agen perekat alami, sehingga agregat menjadi mudah pecah saat terkena air atau gangguan mekanik (Utomo & Agus, 2015). Aktivitas mikroorganisme tanah yang rendah di tanah masam juga memperlambat pembentukan bahan humat, sehingga tidak terjadi pembentukan struktur granular yang mantap (Pratiwi et al., 2020).

Dari sisi sifat fisik, tanah kering masam cenderung memiliki tekstur liat hingga liat berdebu yang bila didominasi oleh mineral kaolinit dan oksida Fe-Al, maka mudah mengalami dispersi saat kondisi lembab, dan menyebabkan agregat tidak stabil. Menurut Hikmatullah dan Prasetyo (2021), oksida besi dan aluminium pada tanah masam dapat membentuk lapisan yang menghambat agregasi partikel liat, khususnya ketika tidak ada bahan organik atau kation polivalen ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) yang

menetralkan muatan negatif partikel. Akibatnya, kemantapan agregat menurun dan tanah lebih mudah tererosi.

Kemantapan agregat tanah merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kualitas fisik tanah. Agregat tanah yang stabil akan mempertahankan struktur tanah yang baik, mendukung aerasi, infiltrasi air, dan memudahkan perkembangan akar tanaman. Namun, pada tanah kering masam, rendahnya kandungan bahan organik dan aktivitas mikroorganisme menyebabkan agregat tanah mudah hancur.

Secara umum, kemantapan agregat tanah kering masam dipengaruhi oleh interaksi antara rendahnya pH, rendahnya kejenuhan basa, dan kekurangan bahan organik. Kombinasi faktor ini menurunkan kemampuan tanah dalam membentuk agregat yang tahan terhadap gaya mekanik dan dispersi air. Oleh karena itu, perbaikan kemantapan agregat pada tanah kering masam perlu dilakukan melalui penambahan bahan organik, amelioran kapur, dan pemupukan berimbang (N, P, K) yang dapat meningkatkan aktivitas biologis dan mengurangi kejenuhan Al (Iskandar et al., 2019).

## 2.2 Kemantapan Agregat

Agregat tanah didefinisikan sebagai kelompok partikel tanah primer yang terikat lebih kuat dibandingkan dengan partikel lain di sekitarnya. Proses pembentukan agregat melibatkan interaksi antara proses agregasi dan fragmentasi. Proses ini melibatkan gaya tarik dan gaya gangguan yang bekerja pada partikel tanah sehingga menciptakan kohesi yang lebih kuat di antara beberapa partikel atau kelompok partikel tertentu. Sebagian besar tanah secara alami pecah menjadi diberbagai bentuk agregat. Karakteristik fisik penting dari agregat meliputi ukuran, kepadatan, stabilitas, struktur, serta pengaruhnya terhadap pergerakan cairan, zat terlarut, koloid, dan panas di dalam tanah (Nimmo, 2004).

Kemantapan agregat adalah kemampuan agregat tanah untuk bertahan dari gangguan teknis seperti erosi, angin dan hujan (Mulyani dan Saragih, 2008). Agregat tanah terbentuk dan distabilkan ketika bahan organik yang ada dalam tanah mengalami dekomposisi. Namun, hubungan antara dinamika agregat tanah dan bahan organik pada tingkat dekomposisi yang berbeda masih belum sepenuhnya dipahami (Mizuta dkk., 2014).

Pembentukan agregat tanah terjadi melalui dua mekanisme utama, yaitu flokulasi dan fragmentasi. Flokulasi terjadi ketika partikel tanah yang awalnya terdispersi bergabung membentuk agregat. Sebaliknya, fragmentasi terjadi ketika tanah yang awalnya dalam kondisi stabil terpecah menjadi agregat yang lebih kecil. Menurut Utomo (1985), semakin stabil suatu agregat tanah, maka semakin rendah tingkat kepekaannya terhadap erosi (erodibilitas tanah). Kemantapan agregat terbentuk karena adanya pengaruh dari partikel tanah yang saling melekat serta adanya ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang dapat mengikat partikel liat satu sama lain pada koloid tanah sehingga agregat menjadi mantap. Selain itu, adanya peran dari bahan organik dan biota tanah dalam pembentukan kemantapan agregat tersebut, bahan organik atau eksudat akar yang berperan sebagai lem alami yang dapat merekatkan partikel-partikel menjadi agregat yang mantap dan stabil (Forth and Ellis, 1997).

Menurut Utomo (1989), kemantapan agregat tanah dipengaruhi oleh faktor fisik, kimia, dan biologi tanah yang saling berinteraksi. Faktor fisik meliputi tekstur tanah, kandungan liat, dan kelembapan, di mana tanah bertekstur liat dengan dominasi mineral 2:1 (seperti montmorilonit) cenderung lebih stabil dibanding tanah bertekstur pasir. Namun, pada tanah masam yang didominasi liat kaolinit dan oksida Fe-Al, agregat sering kali tidak stabil karena mudah terdispersi dalam air (Hikmatullah & Prasetyo, 2021). Struktur tanah dan stabilitas agregat ini menentukan beberapa ciri-ciri tanah yaitu hubungan tanah dan air, aerasi, pergerakan perakaran, infiltrasi, permeabilitas, dan pencucian hara. Struktur tanah atau agregat butir-butir primer dapat digolongkan dalam agregat mikro dan agregat makro. Agregat mikro merupakan agregat yang berukuran antara 0,25 mm sampai 0,5 mm. Agregat makro adalah agregat yang berukuran sampai 10 mm

sedangkan agregat yang berukuran lebih dari 10 mm disebut dengan bongkah (clod) (Utomo dkk., 2016). Hardjowigeno, (2010) juga menjelaskan bahwa struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Gumpalan ini terbentuk karena butir-butir pasir, debu, dan liat terikat satu dengan yang lainnya oleh suatu perekat seperti bahan organik, oksida-oksida besi dan lainnya.

Dari sisi faktor kimia, kemantapan agregat sangat dipengaruhi oleh pH tanah, kejemuhan basa, dan kation polivalen seperti  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang berfungsi sebagai “jembatan” antar partikel tanah bermuatan negatif. Pada tanah masam dengan pH rendah, meningkatnya ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{Al}^{3+}$  menyebabkan kation basa tersingkir dari kompleks jerapan, sehingga mengurangi gaya ikat antar partikel dan menurunkan stabilitas agregat (Subowo, 2010). Sebaliknya, tanah dengan kejemuhan basa tinggi dan kandungan Ca yang cukup akan memiliki struktur tanah yang lebih mantap karena terbentuknya ikatan elektrostatik yang kuat antara partikel liat dan bahan organik (Wahyudi et al., 2020).

Faktor biologi tanah juga berperan besar terhadap pembentukan dan kemantapan agregat. Aktivitas mikroorganisme seperti bakteri dan fungi menghasilkan senyawa polisakarida dan asam humat yang berfungsi sebagai perekat alami antar partikel tanah. Selain itu, akar tanaman mengeluarkan eksudat dan bahan organik yang berkontribusi pada pembentukan agregat mikro menjadi agregat makro yang stabil (Utomo & Agus, 2015). Penelitian Pratiwi et al. (2020) di tanah masam Jambi menunjukkan bahwa penambahan bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah dan meningkatkan indeks kemantapan agregat hingga 35% dibanding tanpa perlakuan.

Faktor lain yang turut memengaruhi kemantapan agregat adalah pengelolaan tanah dan penggunaan lahan. Tanah yang sering diolah secara intensif, terbuka dari tutupan vegetasi, atau minim masukan bahan organik akan mengalami penurunan agregat karena hilangnya perekat alami dan meningkatnya erosi (Arsyad, 2010). Dengan demikian, kemantapan agregat tidak hanya ditentukan oleh satu faktor

tunggal, melainkan hasil dari keseimbangan kondisi fisik, kimia, dan biologis tanah yang dipengaruhi oleh pengelolaan lahan.

### **2.3 Hubungan Antara Agregat Tanah dan Unsur Hara N,P,K**

Salah satu upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik tanah yaitu dengan cara pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu upaya untuk mengoptimalkan lahan budidaya yang bertujuan untuk memenuhi serapan unsur hara. Penggunaan pupuk yang efektif dan efisien pada dasarnya adalah memberikan pupuk yang sesuai dosis dan kondisi pertumbuhan tanaman dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan. Jika kondisi tanah efektif dan efisien akan berpengaruh terhadap pertumbuhan akar tanaman sehingga melalui akar tanaman tersebut terbentuknya celah dan tekanan akar yang lama-kelamaan butir-butir tanah saling melekat dan padat. Ladd dkk., (1996) bahwa akar mengeluarkan senyawa organik seperti asam organik dan polisakarida yang mengikat partikel tanah dan mengubahnya menjadi butiran mikro yang sangat stabil. Proses lain yang bisa terjadi adalah eksudat akar mendorong fragmentasi agregat makro menjadi agregat mikro atau meso. Gale dkk., (2000) menyampaikan, senyawa organik eksudat akar cenderung mengisi pori agregat makro melalui air kapilaritas menjadi senyawa organik intra-agregat.

Pemberian pupuk ke dalam tanah tidak hanya mempengaruhi produktivitas tanaman jagung tetapi dapat mempengaruhi kesuburan tanah. Pemupukan yang dilakukan ke dalam tanah dapat mempengaruhi agregat tanah melalui beberapa mekanisme perubahan sifat fisik dan kimia tanah. Ketersediaan unsur hara N,P,K di dalam tanah akibat dilakukannya pemupukan dapat meningkatkan ketersediaan hara bagi mikroorganisme tanah yang berperan dalam mendekomposisi bahan organik dan pembentukan agregat tanah. Mikroorganisme menghasilkan zat perekat alami, seperti polisakarida yang membantu mengikat partikel tanah menjadi agregat yang lebih stabil (Supriyanto, 2016).

Pemupukan dengan menggunakan pupuk anorganik NPK tunggal padat dan TSP dapat meningkatkan stabilitas agregat seiring dengan penambahan dosis pupuk. Stabilitas agregat yang optimal dapat dicapai dengan kombinasi pupuk NPK dan pupuk organik (Rosa dkk., 2016). Meningkatnya stabilitas agregat akan mempengaruhi produktivitas suatu lahan, sehingga produksi tanaman jagung dapat meningkat.

## 2.4 Pupuk TSP

Penggunaan pupuk TSP secara signifikan dapat meningkatkan kesuburan tanah karena kandungan fosforanya mudah larut dan langsung tersedia bagi tanaman. Fosfor mendukung proses metabolisme tanaman, terutama dalam mempercepat pertumbuhan akar, yang sangat penting untuk tanaman jagung. Haryono & Wahyuni (2018) menyatakan bahwa pemberian pupuk TSP pada lahan jagung dapat meningkatkan hasil produksi hingga 30% dibandingkan dengan lahan tanpa penggunaan pupuk fosfat. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk TSP tidak hanya memperbaiki kesuburan tanah tetapi juga secara signifikan meningkatkan produktivitas tanaman jagung. Pemupukan merupakan aktivitas penting dalam budidaya tanaman untuk meningkatkan produktivitas. Pupuk diberikan ke dalam tanah dengan tujuan menambah atau mempertahankan satu unsur hara makro, memiliki peran penting dalam proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, respiration, penyimpanan energi, pembelahan sel, dan metabolisme karbohidrat (Bustamie dkk., 2012).

Pemupukan P biasanya diperlukan pada tanah dengan kandungan fosfor rendah untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Namun, efisiensi pemupukan P sering kali rendah, hanya sekitar 10-30% fosfor yang dapat diserap oleh tanaman, sedangkan sisanya teradsorpsi atau terpresipitasi oleh mineral liat dan elemen seperti Ca, Fe, dan Al. Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, perlu diperhatikan dosis, jenis, waktu aplikasi, dan lokasi pemberian pupuk. Pemupukan yang lebih efisien dapat memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan yang lebih besar (Flatian dkk., 2018).

Fosfor adalah unsur hara makro yang diperlukan tanaman dalam jumlah besar. Menurut Hanafiah (2005), ketersediaan fosfor di tanah dipengaruhi oleh bahan induktanah, pH tanah, kandungan C-organik, dan tekstur tanah. Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion ortofosfat primer ( $H_2PO_4^-$ ) dan ion ortofosfat sekunder ( $HPO_4^{2-}$ ). Pada tanah masam, ketersediaan fosfor sering kali terbatas, sehingga diperlukan tambahan pupuk fosfat untuk meningkatkan ketersediaan P di tanah. Dibandingkan dengan pupuk fosfat lainnya, TSP memiliki kandungan  $P_2O_5$  yang lebih tinggi, mencapai 43-45%, sehingga lebih efektif untuk meningkatkan hara fosfor pada tanah yang miskin unsur tersebut.

## 2.5 Pupuk N,P,K Tunggal

Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu macam unsur hara (Meilani dkk, 2023). Unsur lain yang terkandung di dalamnya hanya berperan sebagai pengikat atau sebagai katalisator. Pupuk tunggal paling dikenal dan paling banyak dipakai karena harganya relatif lebih murah dibanding kandengan pupuk anorganik lain.

Nitrogen merupakan unsur hara essensial yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Unsur ini berperan menyusun makro protein dan asam nukleik, selain itu juga sebagai penyusun protoplasma secara keseluruhan. Pada umumnya nitrogen sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan vegetatif tanaman seperti, daun, batang, dan akar. Nitrogen berpengaruh cepat terhadap pertumbuhan tanaman. Bagian vegetatif tanaman akan berwarna hijau cerah hingga hijau gelap bila kecukupan N. Unsur hara nitrogen berpengaruh paling besar terhadap tanaman dibandingkan unsur hara lain. Tumbuhan menyerap hara nitrogen secara normal sebagai nitrat atau ion ammonium melalui akar dari tanah. (Kasno, A., & Rostaman, T. 2013).

Fosfor berperan penting dalam sintesa protein, pembentukkan bunga, buah dan biji serta mempercepat pemasakan. Kekurangan P dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, anak an sedikit, lambat pemasakan dan

produksi tanaman rendah. Kebutuhan tanaman akan hara P dapat dipenuhi dari berbagai sumber antara lain TSP, SP-36, DAP, P-alam dan NPK yang pada umumnya diberikan sekaligus pada awal tanam. Agar pupuk yang diberikan efisien, pupuk P harus diberikan dengan cara, waktu, serta takaran yang tepat jumlah dan jenisnya (Sutedjo, 2002).

Kalium merupakan hara utama ketiga setelah N dan P. Kalium diserap dalam bentuk ion  $K^+$ . Fungsi K adalah pembentukan pati, pengaktifkan enzim, pembukaan stomata, proses fisiologis dalam tanaman, proses metabolismik dalam sel, mempengaruhi penyerapan unsur-unsur lain, mempertinggi ketahanan terhadap penyakit dan perkembangan akar (Putra, 2012). Jika tanaman kekurangan unsur kalium daun mengkerut atau keriting dan timbul bercak-bercak merah kecoklatan lalu kering dan mati, buah tumbuh tidak sempurna, kecil, mutu dan hasil tidak bagus dan tidak tahan simpan. Unsur K dijumpai pada pupuk tunggal Kalium Chlorida (KCl), dengan rumus kimia  $K_2O$ , kadar K yang terkandung pada pupuk tunggal KCl 52-55%, reaksi fisiologi masam lemah dan agak higroskopis (Hardjowigeno, 1995).

## **2.6 Deskripsi Tanaman Jagung**

Jagung merupakan tanaman semusim determinant dengan siklus hidup yang diselesaikan dalam 80-150 hari. Periode pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan periode kedua untuk pertumbuhan generatif. Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	:	Plantae
Divisio	:	Spermatophyta
Sub divisio	:	Angiospermae
Class	:	Monocotyledoneae
Ordo	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Genus	:	Zea
Spesies	:	<i>Zea mays</i> L (Subekti dkk., 2012).

Tanaman jagung memiliki beberapa fase pertumbuhan jagung mulai dari perkecambahan kemudian melewati vase vegetatif dan beberapa fase generative hingga jagung dapat menyelesaikan hidupnya. Fase pertumbuhan dan perkembangan jagung adalah sebagai berikut ;fase V3-V5 (jumlah daun yang terbuka sempurna 3-5), fase V6-V10 (jumlah daun terbuka sempurna 6-10), fase V11- Vn (jumlah daun terbuka sempurna 11 sampai daun terakhir 15-18), fase Tasseling (berbunga jantan).

Fase R1 (silking), fase R2 (blister), fase R3 (masak susu), fase R4 (dough), fase R5 (pengerasan biji), fase R6 (masak fisiologis) (Subekti dkk., 2012). Penyerapan unsur hara unsur hara dalam jumlah yang lebih banyak terjadi pada fase V6-V10 yang berlangsung pada saat tanaman berumur antara 18 -35 hari setelah berkecambah, sehingga diperlukan pemupukan dalam tahap ini. Kondisi kekeringan dan kekurangan hara sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan tongkol dan juga akan memperlambat munculnya bunga betina (silking). Pada fase tasseling dihasilkan biomassa maksimum dari bagian vegetative tanaman, yaitu sekitar 50 % dari total bobot kering tanaman, penyerapan N, P, dan K oleh sudah mencapai  $\geq 50 \%$ . Pada fase akhir, biji-biji pada tongkol telah mencapai bobot kering dan serapan NPK maksimum dan kadar air biji berkisar 30-35 % (Subekti dkk., 2012).

## 2.7 Syarat tumbuh jagung

Tanaman jagung berasal dari wilayah tropis, namun mampu beradaptasi dengan baik di luar daerah asalnya. Hal ini disebabkan oleh variasi sifat yang dimiliki sejumlah jenis jagung, yang memungkinkan adaptasi cepat sehingga jagung menyebar luas ke berbagai kawasan dunia, termasuk Eropa, Afrika, Australia, dan Asia (Warisno, 1998). Iklim suatu wilayah, yang mencakup rata-rata cuaca, berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman, termasuk jagung. Kondisi iklim yang ekstrem seperti hujan badai, angin kencang, atau banjir dapat menghambat pertumbuhan tanaman jagung. Meskipun jagung cocok ditanam di daerah beriklim sejuk dan dingin, curah hujan yang berlebihan dapat

menurunkan kualitas hasil panennya. Jagung tumbuh optimal pada iklim panas hingga sedang, dengan suhu ideal antara 23–27°C (Suprapto dan Marzuki, 2002).

Jagung dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di wilayah beriklim sejuk, terutama pada lintang 50° LU hingga 40° LS, dengan ketinggian hingga 3000 meter di atas permukaan laut. Beberapa jenis jagung juga mampu tumbuh dan menghasilkan dengan baik di luar kondisi tersebut. Untuk mencapai pertumbuhan optimal, jagung membutuhkan sinar matahari penuh, karena naungan dapat menyebabkan batang tanaman menjadi kurus, tongkol menjadi ringan, dan hasil produk simenurun (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

Cahaya matahari sangat penting bagi jagung untuk proses fotosintesis dan produksi. Jika intensitas cahaya tidak mencukupi, bunga pada tanaman jagung tidak dapat berkembang menjadi buah. Selain itu, curah hujan optimal untuk jagung adalah sekitar 85–100 mm per bulan, merata selama masa pertumbuhan. Pada tahap pembungaan dan pengisian biji, kebutuhan air menjadi sangat penting. Secara keseluruhan, jagung memerlukan curah hujan tahunan sebesar 250–10.000 mm untuk pertumbuhan yang optimal (Suprapto dan Marzuki, 2002).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus – Desember 2024. Lokasi penelitian ini di daerah Campang Raya, Kecamatan Sukabumi, Bandar Lampung. Analisis sampel tanah akan dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Januari – Maret 2025.

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

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu plastik, alat tulis, timbangan digital, sekop, cangkul, satu set ayakan (8mm; 4,75mm; 2,8 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5mm), gelas ukur, alumunium foil, erlenmeyer, stopwatch, jangka sorong, ember besar, dan meteran. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel tanah, benih jagung, pupuk N (Urea), pupuk P (TSP dan SP-36), pupuk K (KCl) dan aquades.

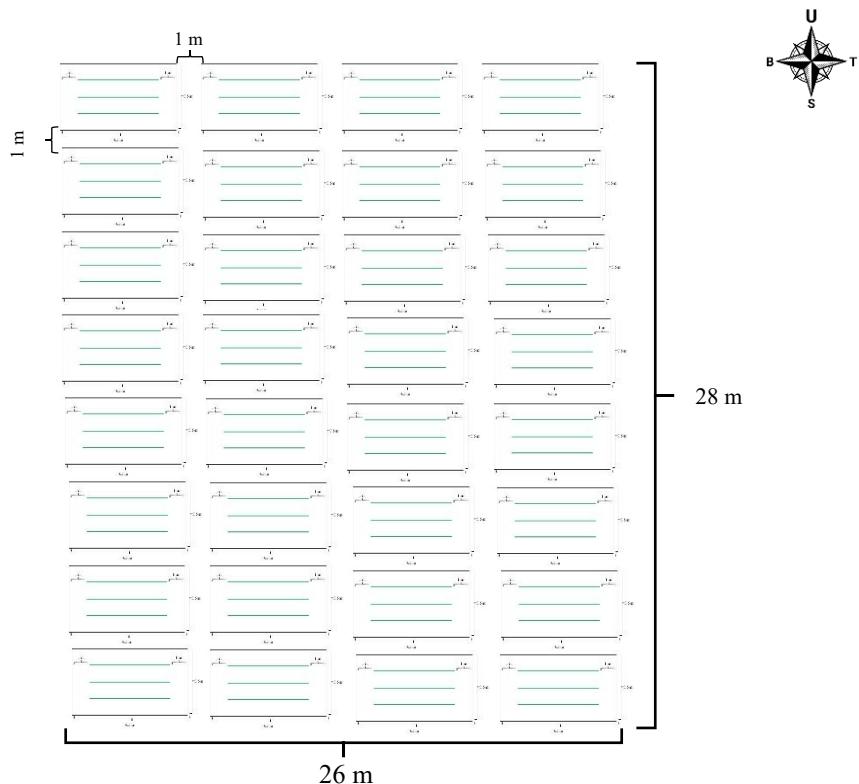
#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 8 perlakuan dimana masing-masing perlakuan dilakukan 4 kali ulangan sehingga terdapat 32 satuan petak percobaan (Gambar 2 ). Kemudian perlakuan yang digunakan yaitu pupuk tsp dengan dosis  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  yang berbentuk bubuk/serbuk dan dilarutkan dengan air dan juga ditambahkan pupuk Urea, SP-36, KCL. Dosis perlakuan secara lengkap disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Dosis Perlakuan pada Uji Evektifitas Pupuk (Kementan, 2019)

Kode	Perlakuan	Dosis Pupuk			
		Pupuk TSP (kg ha <sup>-1</sup> )	Urea (kg ha <sup>-1</sup> )	SP-36 (kg ha <sup>-1</sup> )	KCl (kg ha <sup>-1</sup> )
A	Kontrol	0	0	0	0
B	Standar Pupuk (Tunggal N,P, K)	0	350	100	75
C	1/4 Pupuk Tsp + 1/4 Pupuk Tunggal N,K	25	87,5	0	18,7
D	1/2 Pupuk TSP + 1/2 Pupuk Tunggal N, K	50	175	0	37,5
E	3/4 Pupuk TSP + 3/4 Pupuk Tunggal N, K	75	262,5	0	56,2
F	1 Pupuk TSP + 1 Pupuk Tunggal N, K	100	350	0	75
G	1 1/4 Pupuk TSP + 1 1/4 Pupuk Tunggal N, K	125	437,5	0	93,5
H	1 1/2 Pupuk TSP + 1 1/2 Pupuk Tunggal N, K	150	525	0	112,5

Keterangan : A (Kontrol) = Tanpa perlakuan, B (Standar) = Sesuai dengan anjuran pemerintah pada Permentan Nomor 13 (2022).



Keterangan : K = Kelompok, A =Kontrol, B = Standar (Pupuk Tunggal (N P K), dan C-H = Pemberian Kombinasi Pupuk TSP dan Pupuk Tunggal N,P,K; : — : Baris Tanaman dan Baris Sampel Tanah

Gambar 2. Tata Letak Percobaan

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.4.1 Persiapan Lahan**

Lahan tanam pertama-tama diberikan herbisida untuk mengurangi gulma yang ada kemudian dilakukan olah tanah menggunakan rotary untuk menggemburkan tanah. Setelah tanah selesai diolah, proses selanjutnya membuat petak percobaan. Petak percobaan terdiri dari 32 petak percobaan, dengan ukuran masing-masing petak adalah 6.5 m x 3.5 m, dan dalam satu petak percobaan terdapat 8 baris.

#### **3.4.2 Penanaman**

Penanaman benih jagung pipil dilakukan dengan menggunakan teknik penugalan. Benih jagung dimasukan ke dalam lubang tanam sebanyak 2 buah benih jagung, kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah supaya benih jagung tidak dimakan oleh hama. Lubang tanam memiliki kedalaman berkisar 5 – 10 cm, dengan jarak tanam yaitu 25 cm x 75 cm.

#### **3.4.3 Aplikasi Pupuk TSP dan Pupuk Tunggal N,P,K**

Pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk TSP, pupuk diaplikasikan dengan cara menyebar pupuk secara merata pada tanah-tanah di sekitar tanaman jagung sesuai dengan dosis perlakuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dosis Pupuk TSP bervariasi, dimana untuk perlakuan seperempat dosis Pupuk TSP sebanyak 25 kg ha<sup>-1</sup>, untuk perlakuan setengah dosis Pupuk TSP sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>, untuk perlakuan tiga perempat dosis Pupuk TSP sebanyak 75 kg ha<sup>-1</sup>, sementara itu perlakuan satu dosis Pupuk TSP sebanyak 100 kg ha<sup>-1</sup>, untuk perlakuan satu setengah dosis Pupuk TSP sebanyak 150 kg ha<sup>-1</sup>, dan yang terakhir untuk perlakuan satu seperempat dosis Pupuk TSP sebanyak 125 kg ha<sup>-1</sup>.

Pemupukan anorganik dalam penelitian ini yaitu pemberian Pupuk NPK dengan

urea sebanyak  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  yang diaplikasikan sebanyak tiga kali yaitu pada 10 HST, 30 HST dan 45 HST, lalu pupuk SP- 36 dan pupuk KCl diberikan sebanyak sekali pada 10 HST dengan masing-masing dosis  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  dan  $75 \text{ kg ha}^{-1}$ .

#### **3.4.4 Pemeliharaan**

Pemeliharaan meliputi kegiatan penyiraman dilakukan pada 6-9 kali selama musim tanam tergantung jenis tanah dan curah hujan, penyulaman dilakukan 3-7 hari setelah tanam, penyirangan gulma dilakukan 2-3 minggu dan 5-6 minggu, serta pengendalian hama dan penyakit dilakukan sejak awal tanam hingga panen. Penyulaman dilakukan pada lubang yang tidak tumbuh benih jagung dan dilakukan satu minggu setelah tanam. Penyirangan gulma dilakukan dengan cara menyemprotkan herbisida dengan tujuan untuk mengurangi persaingan penyerapan hara antar gulma dan tanaman jagung. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan insektisida ulat pada tanaman jagung.

#### **3.4.5 Pemanenan**

Pemanenan diakukan saat jagung berumur 100-120 HST. Pemanenan jagung dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan cara memutar tongkol beserta kelobotnya atau dapat dilakukan dengan cara mematahkan tangkai buah jagung. Hasil panen kemudian dibawa ke laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung untuk di oven dengan tujuan mengetahui berat kering tanaman jagung untuk menghitung produksi tanaman jagung.

#### **3.4.6 Pengambilan Sampel Tanah**

Sampel tanah dilakukan setelah pemanenan dengan cara mengambil sampel tanah pada setiap ulangan yang diperoleh dari 3 titik dan kemudian dikomposit

sebanyak ±1 kg pada tiap perlakuan. Sampel tanah diambil menggunakan sekop/cangkul pada kedalaman 0-20 cm, lalu sampel tanah dimasukan ke dalam plastik yang telah diberi keterangan sesuai perlakuan. Sehingga didapatkan 32 sampel tanah yang kemudian akan dibawa ke laboratorium Ilmu Tanah untuk dilakukan analisis.

### **3.5 Variabel pengamatan**

Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel utama dan variabel pendukung.

#### **3.5.1 Varibael Utama**

Variabel utama pada penelitian ini yaitu kemantapan agregat dengan metode ayakan kering dan ayakan basah (Afandi, 2019).

##### **1. Agregat Tanah**

Prosedur kerja metode ayakan kering dalam menentukan kemantapan agregat tanah adalah sebagai berikut:

1. Ayakan disusun berturut-turut dari atas ke bawah (8 mm; 4,75 mm; 2,8 mm; 2 mm; 0,1 mm) dan tutup bagian bawahnya.
2. Ambil 500 g agregat tanah ukuran > 1 cm dan masukkan di atas ayakan 8 mm
3. Kemudian, hidupkan alat shaker selama kurang lebih 1 menit hingga tanah tergoncang-goncang.
4. Ayakan dilepas dan ditimbang agregat yang tertinggal di dalam masing-masing ayakan.
5. Melakukan perhitungan untuk mendapatkan RDB (Rata-rata berat diameter).

Kemudian, Prosedur kerja metode ayakan basah dalam menentukan kemantapan agregat tanah adalah sebagai berikut:

1. Diambil agregat hasil pengayakan kering berukuran > 2 mm sebanyak 100 g, kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik.
2. Disiapkan buret dengan ketinggian kurang lebih 30 cm, kemudian teteskan air

pada agregat tanah sampai kapasitas lapang.

3. Ditutup cawan plastik kemudian simpan ditempat yang sejuk selama 12 jam supaya air dalam agregat tanah tersebar merata.
4. Dipindahkan masing-masing agregat dari mangkok plastik ke ayakan dengan urutan susunan ayakan 8 mm, 4.75 mm, ukuran 2.8 mm, 2 mm, 1 mm, dan yang terakhir 0.5 mm
5. Diisi ember dengan air kira-kira setinggi susunan ayakan.
6. Dimasukkan ayakan ke dalam air, dan ayak naik-turun selama 5 menit dengan sekitar 35 ayunan per menit
7. Dipindahkan agregat pada masing-masing ayakan ke dalam aluminium foil dengan cara disemprot melewati corong.
8. Tanah agregat yang tertahan di masing-masing ayakan kemudian dioven selama kurang lebih 24 jam pada suhu 105 °C, setelah kering dinginkan di desikator dan timbang. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai RDB (Rata-rata berat diameter).
9. Perbedaan tahapan antara ayakan kering dan basah adalah pada ayakan kering sampel tanah yang digunakan hanya seberat kurang lebih 100 g. Kemudian dilakukan penetesan air dengan buret. Selain itu, pengayakan dilakukan di dalam ember yang berisi air kurang lebih selama 5 menit kemudian di oven pada suhu 105 °C selama 24 jam lalu ditimbang.

Setelah sampel tanah selesai dianalisis dengan ayakan basah dan kering maka didapatkan data berupa berat tanah yang tertinggal dalam masing-masing ayakan, kemudian data di analisis Kembali hingga mendapatkan nilai persentase dan rata-rata berat diameter (RDB). Setelah mendapatkan nilai RDB dari pengayakan kering dan basah, kemudian dihitung indeks kemantapan agregatnya dengan rumus:

$$\text{Indeks Kemantapan agregat: } \frac{1}{RDB_{kering} - RDB_{basah}} \times 100\%$$

Tabel 2. Perhitungan Kemantapan Agregat Tanah Ayakan Kering dan Ayakan Basah

No.	Diameter Ayakan (mm)	Rerata Diameter	Berat Agregat Yang Tertinggal & Berat Agregat Setelah Dioven (g)	Persentase(%)
1	0.00-0.50	0.25	A	(A/G)x100
2	0.50-1.00	0.75	B	(B/G)x 100
3	1.00-2.00	1.5	C	(C/G)x 100
4	2.00-2.83	2.4	D	(D/G)x100
5	2.83-4.76	3.8	E	(E/G) x 100
6	4.76-8.00	6.4	F	(F/G)x100

\* = Hardjowigeno, 2007

Setelah didapatkan nilai dari indeks kemantapan agregat, kemudian diinterpretasikan dengan kelas kemantapan agregat sebagai berikut:

Tabel 3. Interpretasi Perhitungan Ayakan Kering dan Ayakan Basah

Nilai	Harkat*
>200	Sangat Mantap Sekali
80-200	Sangat Mantap
61-80	Mantap
50-60	Agak Mantap
40-50	Kurang Mantap
<40	Tidak Mantap

\* = Afandi, 2019

## 2. pH Tanah

Metode yang digunakan untuk analisis pH tanah yaitu dengan menggunakan metode pH meter, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Timbang tanah sebanyak 5g, kemudian masukkan ke dalam botol plastik dan tambahkan 10 ml air desilata (larutan pereaksi).
2. Kocok tanah dalam botol selama 30 menit dengan menggunakan mesin pengocok, lalu diamkan sebentar hingga mengendap.
3. Kemudian amati dan catat hasil pengamatannya.

### 3.5.2 Variabel Pendukung

#### 1. Distribusi Agregat

Pengamatan terhadap distribusi agregat tanah dilakukan dengan menggunakan metode ayakan kering. Sampel tanah yang akan dianalisis dikeringkan udara terlebih dahulu, setelah itu agregat tanah diidentifikasi melalui proses pemecahan saat pengayakan kering, dan pengamatan dilakukan secara visual dan persentase lolos ayakan.

Tabel 4. Perkiraan Penilaian Distribusi Agregat Tanah Berdasarkan Hasil Presentase Ayakan

Diameter Ayakan (mm)	Percentase Ayakan (%)		
	Jelek	Sedang	Baik
8-12	57	14	0
6-8	14	14	0
4-6	14	14	7.5
2-4	7.5	8	7.5
<2	7.5	50	85

Berikut merupakan kategori kondisi distribusi agregat tanah menurut Sheperd (2008):

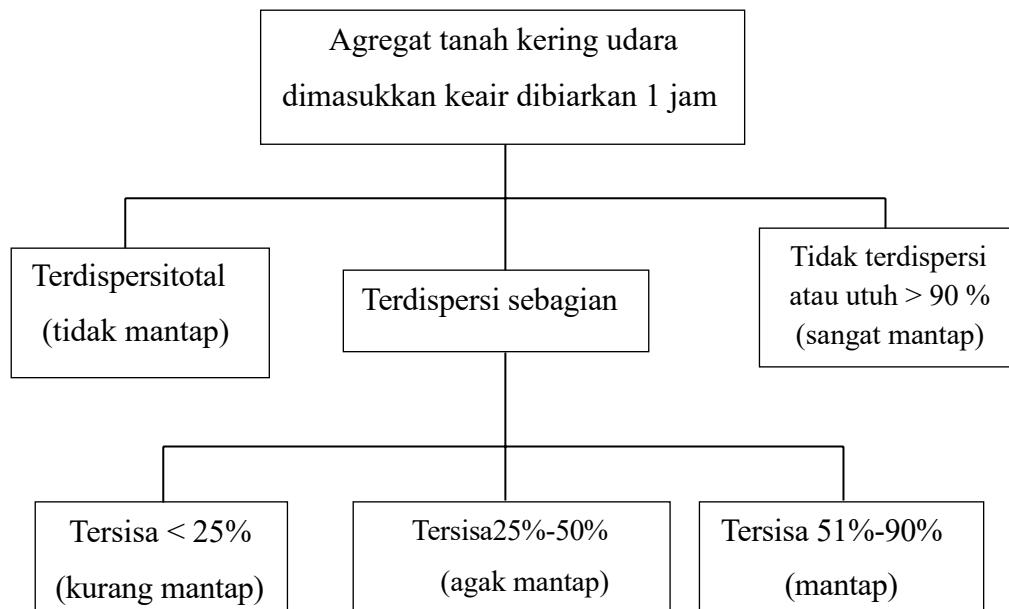


Gambar 3. *Visual Scoring* Pada Agregat Tanah (Shepherd, 2008)

#### 2. Indek Dispersi

Tahapannya yaitu, agregat tanah kering udara ditimbang sekitar 10 g dan tanah tersebut ditempatkan ke dalam ayakan dengan ukuran diameter sekitar 50 mm

dengan diberi gantungan. Langkah selanjutnya, disediakan gelas berisi air, kemudian dicelupkan tanah beserta ayakan tersebut ke dalam gelas, ditunggu sekitar 1 jam dan digoyang-goyangkan ayakan tersebut di dalam air sebentar, diamati, dan angkat. Jika ada tanah yang tersisa, maka dikering udara dan ditimbang. Kelas tanah dapat diklasifikasikan seperti Gambar 3 (Afandi, 2019).



Gambar 4. Kelas Dispersi Tanah Metode Perendaman Air (Afandi, 2019)

### 3. Produksi Tanaman Jagung

#### 1. Produksi Tanaman Jagung

Produksi tanaman jagung dihitung berdasarkan antar perlakuan pada setiap petak percobaan untuk melihat perbedaan hasil produksi antar perlakuan yang sudah diberikan. Produksi tanaman jagung/ha dihitung dengan rumus:

$$\text{Produksi (ton/ha)} = \text{Jumlah populasi tanaman/ha} \times \text{Bobot kering biji/tongkol}$$

### **3.6 Analisis Data**

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis data secara kualitatif yaitu meliputi variabel agregat tanah, distribusi agregat, indeks dispersi, pH Tanah, dan produksi tanaman jagung yang dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengamatan dengan kriteria yang ada dan disajikan dengan bentuk tabel. Seluruh data menggunakan nilai standart deviasi untuk melihat adanya pengaruh antar perlakuan.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu aplikasi kombinasi pupuk N,P,K tunggal belum mampu meningkatkan kemantapan agregat dan pH tanah di tanah kering masam pada pertanaman jagung. Namun berdasarkan nilai notasi pada kombinasi perlakuan pupuk N,P,K tunggal menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan B (Standar) yang ditandai dengan notasi yang diberikan, tetapi tidak adanya pengaruh atau perbedaan nyata antar perlakuan lainnya.

### **5.2 Saran**

Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengujian dengan menambahkan pupuk organik seperti TKKS atau pupuk kandang sebagai kombinasi pemupukan untuk memperbaiki kesuburan serta kemantapan agregat tanah yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. 2004. *Kimia tanah*. Direktorat Jendral Pendidikan. Depertemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Albers, C. J., van den Bergh, D., dan Lakens, D. 2020. *Practical vs statistical significance*: Why both matter.
- Andani, D. 2021. Kemantapan Agregat Tanah sebagai Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Pertanian. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 325-334.
- Andriko NS dan Sirappa M.P. 2005. Prospek dan strategi pengembangan jagung untuk mendukung ketahanan pangan di Maluku. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(2).
- Ardian, C., Murcitro, B. G., Marwanto, M., Pujiwati, H., & Prasetyo, P. 2022. Aggregate Stability and Soil Moisture Improvements Influenced by Chicken Manure Applied on Ultisol and Cabbage (*Brassica oleracea* L.) Growth. *TERRA: Journal of Land Restoration*, 5(2), 45-51.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Bationo, A., Waswa, B., Kihara, J., & Kimetu, J. 2007. *Advances in Integrated Soil Fertility Management in Sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities*. Springer.
- Baver, L. D., Gradner, W. H, dan Garder, W. R. 1976. *Soil Physic*. 4 rd. Ed. John Willey and Sons inc. New York. 489 pp.
- Brady, N.C. dan Weil, R.R. 2010. *The Nature and Properties of Soils*. 14th Edition. Pearson Education.
- Brady, N.C., dan Weil, R.R. 2017. *The Nature and Properties of Soils*. (15th ed.). Pearson Education
- Bronick, C. J., & Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2), 3-22.

- Baskoro, D. P. T., dan Manurung, H. D. 2019. Penetapan Kemantapan Agregat Tanah dengan Metode Ayakan Basah dan Kering. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(2), 145–154.
- Bustami, Sufardi, dan Bakhtiar. 2012. Serapan Hara dan Efisiensi Pemupukan Phosfat Serta Pertumbuhan Padi Varietas Lokal. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 1(2), 159–170.
- Chaganti, V. N., and Culman, S. W. 2018. Soil aggregation and organic matter in response to cover crops in a no-till system. *Agronomy Journal*, 110(6), 2321–2329.
- Chenu, C., Le Bissonnais Y ., dan Arrouays D. 2000. Organic matter influence on clay wettability and aggregat stability. *Soil Science America Jurnal*. 64(4): 1479-1486.
- Dikti. 1991. *Kesuburan Tanah*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta
- Dewangga, A. P., & Wiskandar, W. 2019. Pertumbuhan dan produksi jagung manis dengan pemupukan "Kotpi Plus". *Journal of Agro Complex (JOAC)*.
- Dongoran, D. 2009. *Respons Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (Zea mays Saccharata Sturt) terhadap Pemberian Pupuk Cair TNF dan Pupuk Kandang Ayam*
- Fawziah, E. R. 2020. Hubungan Kandungan Bahan Organik terhadap Kemantapan Agregat pada Lahan Rehabilitasi dan Terdegradasi di TN Gunung Merapi. *Skripsi*. Universitas Brawijaya
- Flatian, A. N., Slamet, S., dan Citraresmini, A. 2018. Peruntutan Serapan Fosfor (P) Tanaman Sorgum Berasal dari 2 Jenis Pupuk yang Berbeda Menggunakan Teknik Isotop (32P ). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 14(2), 109–116.
- Goewsono Soepardi. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. IPB Bogor.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hanafiah K.A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Hariodamar, H., M. Santoso dan M. Nawawi. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(9) : 2133-2141.
- Hartatik, W., dan Widowati, L. R. 2020. Pemanfaatan Pupuk Fosfat untuk Kesuburan Tanah. Jakarta: *Balai Penelitian Pertanian*.

- Haryono, B., dan Wahyuni, S. 2018. *Efektivitas Pupuk Fosfat pada Tanaman Jagung*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Hermilan, T. 2017. *Respon Beberapa Varietas dan Dosis Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Hasil Mentimun (Cucumis sativus L.) pada Tanah Ultisol*. Universitas Teuku Umar.
- Handayani, S. dan Karnilawati. 2018. Karakteristik dan Klasifikasi Ultisol. Di Kecamatan Indra Jaya, Kabupaten Pidie. *Jurnal Ilmiah Pertanian* vol.14.no.2.
- Hidayat, A., Supriyadi, H., dan Maryani, E. 2023. Pengaruh Aplikasi Pupuk Fosfat terhadap Ketersediaan P dan pH pada Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 12(1), 25–32.
- Hikmatullah, & Prasetyo, B. H. 2021. Karakteristik dan Permasalahan Tanah Masam di Indonesia. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 45(1), 29–42.
- Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*, 237(2), 173-195.
- Indrayati, I., Suryani, R., & Hidayat, R. 2022. Perbaikan sifat kimia dan fisika tanah masam melalui aplikasi bahan amelioran organik dan anorganik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3), 291-300.
- Ishaq, Maulana, R., dkk., 2024. Efektivitas Pupuk Anorganik Berbasis Fosfat Dalam Meningkatkan Serapan Hara Dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. Vol 18(1). 123-135.
- Iskandar, J., Rochayati, S., & Idris, K. 2019. Efisiensi Penggunaan Pupuk Nitrogen pada Tanaman Jagung di Lahan Kering Masam. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(2), 95–104.
- Kasno, A., dan Rostaman, T. 2013. Serapan hara dan peningkatan produktivitas jagung dengan aplikasi pupuk NPK majemuk. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 32(3), 179-186.
- Kasno, A. 2019. Perbaikan tanah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan berimbang dan produktivitas lahan kering masam. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 3(1), 47-63.
- Kurnia, U.F., Agus., A. Adimihardja., A. dan Dairah. 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Lenny. 2023. *Pengaruh aplikasi pupuk anorganik dan hayati terhadap sifat kimia tanah dan produksi padi (*Oryza sativa*)*. Penelitian Universitas Brawijaya

- Lestari, W., Rahmawati, E., dan Nurkholis. 2022. Pengaruh pemberian pupuk fosfat terhadap stabilitas agregat dan pertumbuhan tanaman pada tanah Ultisol. *Jurnal Tanah Tropika*, 27(2), 90–98.
- Li, Z., Zhan, Y . and Singh, B. 2007. Soil physical properties and their relations to organic carbon pools as affected by land use in an alpine land. *Pasture* 139, 98-105.
- Maintang, Ali. S., Amin, M., Tondok, A.R., dan Dewi, M. 2022. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung pada Berbagai Dosis Pemupukan Organik dan Anorganik di Lahan Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Agrisistem*. 18 (2) : 76-85.
- Martiningsih, M. 2020. Perbaikan agregasi Ultisol dan hasil kedelai melalui aplikasi biochar dan pupuk kandang ayam. *Repository Universitas Jambi*.
- Martajaya, M. 2018. Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata Stury) Yang Dipupuk Dengan Pupuk Organik dan Anorganik Pada Saat Yang Berbeda. *Jurnal Crop Agro*. 2(2), 90-102.
- Meilani, F. S., Hindersah, R., Setiawati, M. R., Wicaksono, F. Y., dan Suryatmana, P. 2023. Pengaruh pupuk hayati dengan bahan pembawa dan NPK tunggal terhadap tinggi tanaman dan berat gabah bernes padi gogo inceptisols Jatinangor. *soilreng*, 21(1), 1-8.
- Mizuta, K., Satoru T., Shinjiro S. 2015. Soil aggregate formation and stability induced by starch and cellulose. *Soil Biology and Biochemistry* 87.
- Multazam, Z. 2023. Kajian Nilai pH Tanah pada Berbagai Toposekuen dan Kelas Lereng yang Berbeda pada Lahan Perkebunan Karet Rakyat di Kecamatan Pelepat Ilir, Kabupaten Bungo, Jambi. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 179-188.
- Mulyono, D. 2018. Pemanfaatan limbah jagung menjadi pupuk organik untuk penyubur lahanpertanian. *JRL*, 6(1), 47-53.
- Nimmo J. R. 2004. Aggregation: Physical Aspects. *Encyclopedia of Soils in the Environment*.
- Ningsih, S. H., Suryono, & Hidayat, A. 2020. Peranan mikroorganisme pelarut fosfat dalam meningkatkan ketersediaan P tanah masam. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 22(1), 15-23.
- Nurjaya, A. Kasno, dan D. Setyorini. 2006. Pengaruh pemberian pupuk NPK majemuk terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah dan sifat kimia Inceptisl. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Bogor, 14-15 September 2006. p.137-150.

- Oades J.M. waters A.G. 1991. Hierarchy of Aggregate in Various Soil di Hirarki Agregat di berbagai Jenis Tanah. *Australia Journal of Soil Research.* 29:815-828.
- Putra, H.A., Rahmawati, I., dan Sugiarti, R. 2022. Pengaruh Waktu dan Frekuensi Pemupukan terhadap Hasil Jagung Hibrida. *Jurnal Pertanian Tropik,* 10(1), 44–52.
- Prasetyo B. H., dan Suriadikarta D. A. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *J. Litbang Pertanian.* 25 (2): 39-47.
- Pratiwi, E., Nurida, N. L., & Wahyudi, I. 2020. Pengaruh Bahan Organik dan Pengapurannya terhadap Perubahan Sifat Fisik Tanah Masam. *Jurnal Sumberdaya Lahan,* 14(2), 75–84.
- Purnomo, J., I G.P. Putu Wigena, dan Djoko Santoso. 2001. Pengaruh takaran fosfor dan bahan organik terhadap kadar dan serapan fosfor pada Tepic Dystropepts di Jambi. *Dalam : Prodising Seminar Nasional Sumber Daya tanah, iklim dan Pupuk. Buku II.* Lido-Bogor. Hal. 123- 144.
- Putra, S. 2012. Pengaruh pupuk NPK tunggal, majemuk, dan pupuk daun terhadap peningkatan produksi padi gogo varietas situ patenggang. *Agrotrop.* Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, 2(1), 55-61.
- Rillig, M. C., Wright, S. F., Nichols, K. A., Schmidt, W. F., dan Torn, M. S. 2002. Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. *Plant and Soil,* 233(2), 167–177.
- Rillig, M. C., Aguilar-Trigueros, C. A., Camenzind, T., & Hempel, S. 2015. Soil microbes and community coalescence as ecosystem drivers. *Journal of Ecology,* 103(6), 1557-1563.
- Rochayati, S., & Dariah, A. 2012. Kalium: Ketersediaan dan Pemupukannya pada Tanah-Tanah di Indonesia. *Jurnal Tanah dan Iklim,* 36, 1–12.
- Roldán, A., Caravaca, F., Hernández, M. T., García, C., Sánchez-Brito, C., Velásquez, M., and Tiscareño, M. 2003. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality of a maize field evaluated by soil microbial properties. *Soil and Tillage Research,* 72(2), 65–73.
- Rosa, E., dan Fitri, S. 2016. Respon Aplikasi Pupuk NPK dan Jenis Amelioran Terhadap Sifat Fisika Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Padi Pada Lahan Sawah Bukaan Baru. *Jurnal Agrotek Lestari.* 2 (2): 83-92.

- Saraswati, R., Nugroho, W.H., dan Hartatik, W. 2020. Respon Serapan Hara N dan Produksi Jagung terhadap Pemupukan Berimbang. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 22(1), 1–9.
- Saputro, W., Sarwitri, R., dan Ingesti, P. 2017. Pengaruh Dosis Pupuk Organik dan Dolomit Pada Lahan Pasir Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max, L.Merrill*) Widodo. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 2(2), 70–73.
- Sari, N., Wulandari, R., dan Sudarsono, A. 2021. Pengaruh Dosis dan Waktu Aplikasi Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(2), 55–62.
- Septiaji, P., Simanjuntak, M., dan Saptono, I. T. 2020. Sustainable Agriculture. *Agripost*. Surabaya.
- Setyorini, D., Prasetyo, B. H., & Hartatik, W. 2021. Karakteristik tanah masam dan strategi pengelolaannya untuk pertanian berkelanjutan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(2), 95-106.
- Shamshuddin, J., & Anda, M. 2012. Soil Solution Chemistry of Acid Soils and Its Effects on Plant Growth. *Applied and Environmental Soil Science*, 2012, 1–10.
- Shepherd, T. G. 2008. *Visual Soil Assessment: Field Guide for Cropping and Pastoral Grazing on Flat to Rolling Country*. FAO and Landcare Research.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research*, 79(1), 7-31.
- Soepardi, G. 2005. *Sifat dan Pengelolaan Tanah*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Soleimany, M., Eslamdoust, J., Akbarinia, M., and Kooch, Y. 2021. Soil Aggregate Stability Index and Particulate Organic Matter in Response to Differently Afforested Lands in the Temperate Regions of Iran. *Journal of Forest Science*, 67(8): 376-384.
- Subekti, N.A., Syafruddin, R. Efendi, dan S. Sunarti. 2012. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Balai penelitian Tanaman Serealia. *Maros*. 426 hlm.
- Subowo, G. 2010. Peranan Bahan Organik dalam Perbaikan Sifat Fisik Tanah dan Peningkatan Produktivitas Lahan Kering Masam. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 4(1), 47–56.

- Sulaeman, Y., Maswar, & Erfandi, D. 2017. Pengaruh kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap sifat kimia tanah dan hasil tanaman jagung di lahan kering masam. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20(1), 1-12.
- Sulastri, E., dan Hairiah, K. 2011. Vegetasi Pohon Hutan Memperbaiki Kualitas Agregat dan Karbon Organik Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5(2), 35–42.
- Sujana, I. P. 2015. Pengelolaan tanah ultisol dengan pemberian pembenhancuran organic biochar menuju pertanian berkelanjutan. *Agrimeta*, 5(09), 89640.
- Sujana, I. P., dan Pura, I. N. L. S. 2015. Pengelolaan tanah ultisol dengan pemberian pembenhancuran organic biochar menuju pertanian berkelanjutan. *Agrimeta*, 5(9), 1–9.
- Suriadikarta, D. A., & Simanungkalit, R. D. M. 2006. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Suryani, R., Andayani, S., & Yuliani, D. 2021. Peranan pupuk anorganik dan organik dalam memperbaiki kualitas tanah dan hasil tanaman pada lahan kering. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 23(2), 101-112.
- Sutejdo, M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sutriadi, Mas Teddy., Anwar, Syaiful., Mulyanto, Budi., Husnain., Darmawan. 2023. Dinamika Pelepasan Hara Fosfor pada Aplikasi Fosfat Alam Reaktif di Tanah Kering Masam Indonesia. *Repository IPB*.
- Suprapto, H.S., dan H.A.R. Marzuki, 2002. *Bertanam Jagung*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sutanto, D. P., dan Dewi, R. S. 2017. Hubungan antara Kemantapan Agregat dan Indeks Dispersi pada Tanah Pertanian Dataran Tinggi Lembang. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 41, 63–70.
- Sutanto, R. 2017. Pengaruh Nitrogen terhadap Produksi Bahan Organik Tanah. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 11(1), 1-8.
- Umam, K., Kusnarta, I. G. M., and Mahrup. 2022. Analysis of Dispersion Ratio and Soil Aggregate Stability in Land Use of Agroforestry Systems on Sloping Land. *JSQM*.
- Utomo, W.H. 1985. *Ilmu Tanah*. Universitas Brawijawa. Malang. 196 hlm.
- Utomo, W. H., dan Agus, F. 2015. *Pengelolaan Tanah dan Pupuk untuk Lahan Kering di Indonesia*. Balai Penelitian Tanah, Bogor.

- Wakman, W., Burhanuddin. 2007. *Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung*. DalamBuku Jagung. Tekhnik produksi dan pengembangan. Balai Penelitian Tanaman Serealia Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Wahyudi, A. 2017. Pengaruh Pemupukan N, P, dan K terhadap Ukuran Agregat Tanah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 10(2), 1-10.
- Widyastuti, R., Nugroho, S. G., & Widjayanti, D. 2021. Peran pupuk NPK terhadap aktivitas mikroba tanah dan kualitas agregat pada lahan kering. *Jurnal Ilmu Tanah Indonesia*, 9(2), 101-112.
- Yuniarti, A. 2023. Pengaruh aplikasi pupuk anorganik dan organik cair terhadap pH, N-total, C-organik pada pakcoy (*Brassica chinensis*) di Inceptisol. *Prosiding Semnastan*, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Yulnafatmawita A., Asmar, Rahman A. 2014. PHYSICAL CHARACTERISTICS OF ULTISOLS AND THE IMPACT ON SOIL LOSS DURING SOYBEAN (*Glycine max Merr*) CULTIVATION IN A WET TROPICAL ARE. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science* 36 (01) 1-9 hlm.
- Zhao, R., Xu, M., Li, Y., and Xie, J. 2021. Phosphorus Fertilization Improves Soil Structure and Aggregate Stability in Acid Soils. *Soil Use and Management*, 37(3), 392–400.