

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

*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*

Karina Chantika*, Afandi, Nur Afni Afianti, dan Hery Novpriansyah

Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia.

*Corresponding Author. E-mail address: karinachantika178@gmail.com

INFO ARTIKEL:

Diterima: 27-11-2025

Disetujui: 08-06-2026

ABSTRAK

Produktivitas tanaman jagung yang rendah diduga dipengaruhi oleh kondisi tanah kering masam, yaitu lahan suboptimal dengan kandungan liat tinggi, pH rendah, bahan organik dan unsur hara rendah, serta kejenuhan Al tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan kemantapan agregat dan ketersediaan hara tanah menjadi rendah. Pemupukan diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan hara, namun harus dilakukan secara efisien, efektif, dan tidak merusak sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah. 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 lahan 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 = $\frac{11}{4}$ TSP + $\frac{11}{4}$ Pupuk Tunggal N,K, dan H = $\frac{11}{2}$ TSP + $\frac{11}{2}$ Pupuk Tunggal NK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk tunggal N, P, dan K belum mampu meningkatkan kemantapan agregat maupun pH tanah pada lahan kering masam.

KATA KUNCI:

Kemantapan Agregat Tanah, pH Tanah, Pupuk N, P, K Tunggal, Tanah Kering Masam.

ABSTRACT

Low corn productivity is thought to be influenced by the conditions of acid dry soil, a suboptimal land type characterized by high clay content, low pH, low organic matter and nutrient content, as well as high aluminum saturation. These conditions lead to low aggregate stability and limited soil nutrient availability. Fertilization is needed to improve nutrient availability, but it must be applied efficiently, effectively, and without damaging the physical, chemical, or biological properties of the soil; therefore, proper fertilization is an essential principle in this study. This study aims to observe the effect of single fertilizer N, P, K on soil aggregate stability and pH in corn cultivation on dry acid soil in Campang Raya, Bandar Lampung city. This study was conducted using a Randomized Block Design with 4 groups and 8 treatments, namely, A = Control, 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. 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:

Acidic soils, Single N, P, and K Fertilizers, Soil Aggregate Stability, Soil pH.

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman monokotil yang memiliki keragaman genetik tinggi dan menjadi komoditas pangan penting setelah padi, terutama di Provinsi Lampung. Menurut Badan Pusat Statistik (2024), produksi jagung di Lampung mencapai 2,83 juta Mg ha⁻¹ pada 2021, namun menurun menjadi 1,4 Mg ha⁻¹ pada 2022 dan 1,1 Mg ha⁻¹ pada 2023. Penurunan produktivitas ini diduga terkait dengan kondisi lahan yang didominasi tanah kering masam (Holilullah *et al.*, 2015).

Lahan kering masam memiliki pH rendah, umumnya akibat curah hujan tinggi yang menyebabkan hilangnya basa Ca, Mg, dan K, sehingga kejenuhan basa menurun dan pH tanah turun. Kondisi ini berdampak negatif pada ketersediaan hara penting seperti P, Ca, Mg, dan mikro hara lainnya. Fosfor, misalnya, mudah terikat oleh Al dan Fe pada pH rendah sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman dan bahkan bersifat toksik. pH tanah yang rendah juga menurunkan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik, siklus hara, dan pembentukan agregat. Akibatnya, pembentukan humus sebagai perekat agregat tanah berkurang (Sutriadi, 2023).

Kemantapan agregat yang rendah membuat struktur tanah mudah rusak, agregat mudah terdispersi, serta menurunkan porositas dan infiltrasi (Andani, 2021). Kondisi ini meningkatkan risiko erosi, kehilangan hara, dan menurunnya produktivitas tanaman. Agregat yang lemah mudah hancur oleh tetesan hujan, menyebabkan pembentukan kerak permukaan dan aliran permukaan yang membawa partikel tanah. Karena unsur hara seperti N, P, K, Ca, Mg, dan Na banyak melekat pada fraksi liat dan debu, erosi mempercepat hilangnya hara dan membuat tanah semakin miskin hara (Ardian *et al.*, 2022). Rendahnya kemantapan agregat dan pH tanah pada lahan kering masam menyebabkan ketersediaan hara menjadi rendah. Kondisi ini dapat diperbaiki melalui penambahan pupuk N, P, dan K. Pupuk NPK merupakan pupuk anorganik yang disintesis secara kimia untuk menyediakan unsur hara secara cepat dan tepat. Menurut Hanafiah (2013), pupuk anorganik umumnya mengandung hara makro tinggi dan mudah tersedia bagi tanaman.

Pada penelitian ini pupuk N, P, K yang diberikan berupa (Urea) mengandung N sebesar 46% karena kandungan N yang tinggi, urea memberikan banyak nitrogen yang berguna untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, dan klorofil. Pupuk (P), Pupuk P, baik TSP maupun SP-36 merupakan pupuk kimia. TSP mengandung P₂O₅ sebesar 45% dan SP-36 mengandung P₂O₅ 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 Ca²⁺ pada pupuk TSP juga dapat mencapai 15% - 17% Sebagai bagian dari mono kalsium fosfat Ca₃(PO₄)₂ (Seesanong *et al.*, 2021). Ion Ca²⁺ dapat memperkuat agregat tanah melalui mekanisme cation bridging. Ca²⁺ menetralkan muatan negatif di permukaan partikel liat dan bahan organik, membantu menahan partikel bersama-sama dan membentuk perekat kimiawi sehingga dapat meningkatkan kestabilan agregat dan Pupuk (KCl) mengandung 50–60% K₂O (±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 Ca²⁺, Mg²⁺, dan Na⁺ pada kompleks jerapan koloid.

Hanafiah (2013) menyatakan bahwa pemberian pupuk N, P, dan K dapat membantu memperbaiki kemantapan agregat tanah. Unsur hara yang diserap tanaman melalui akar akan mendukung pertumbuhan akar dan menghasilkan sisa biomassa yang menjadi bahan organik. Bahan organik ini kemudian dimanfaatkan organisme tanah, seperti cacing, untuk membentuk

agregat yang lebih stabil. Meskipun pupuk anorganik tidak berfungsi langsung sebagai perekat tanah, aplikasinya dapat meningkatkan aktivitas biologis dan penambahan bahan organik yang meimpeirkuat agreigat. Strateigii peimupukan iinii tiidak hanya meiniingkatkan keiteirseidiaan hara, teitapii juga meimpeirbaikii siifat fiisiik tanah pada lahan keiriing masam, seihiingga beirpoteinsii meiniingkatkan produktiiviitas tanaman dii lahan suboptiimal.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 8 perlakuan dimana masing-masing perlakuan dilakukan 4 kali ulangan sehingga terdapat 32 satuan petak percobaan. Kemudian perlakuan yang digunakan yaitu pupuk TSP dengan dosis 100 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 Evektivitas Pupuk (Kementan, 2019)

Kode	Perlakuan	Dosis Pupuk			
		Pupuk TSP (kg ha ⁻¹)	Urea (kg ha ⁻¹)	SP-36 (kg ha ⁻¹)	KCl (kg ha ⁻¹)
A	Kontrol	0	0	0	0
B	Standar Pupuk (Tunggal N,P, K)	0	350	100	75
C	¼ Pupuk Tsp + ¼ Pupuk Tunggal N,P, K	25	87,5	0	18,7
D	½ Pupuk TSP + ½ Pupuk Tunggal N, P, K	50	175	0	37,5
E	¾ Pupuk TSP + ¾ Pupuk Tunggal N, P, K	75	262,5	0	56,2
F	1 Pupuk TSP + 1 Pupuk Tunggal N, P, K	100	350	0	75
G	1 ¼ Pupuk TSP + 1 ¼ Pupuk Tunggal N, P, K	125	437,5	0	93,5
H	1½ Pupuk TSP + 1½ Pupuk Tunggal N, P, K	150	525	0	112,5

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – Desember 2024 yang bertempat di daerah Campang Raya, Kecamatan Sukabumi, Bandar Lampung. Sampel yang telah diambil dikering udarakan terlebih dahulu pada ruang kering udara yang selanjutnya akan dilaksanakan analisis tanah di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Alat yang digunakan meliputi plastik, alat tulis, timbangan digital, sekop tanah, oven, pisau, *thermometer*, *hydrometer*, *hot plate*, ayakan (2 mm), penumbuk, pengaduk listrik, timbangan analitik, tabung *beaker glass*, *Erlenmeyer*, pipet ukur, pengaduk tangan, labu ukur, sendok, stopwatch, jangka sorong, meteran, ember besar dan alat laboratorium pendukung lainnya. Kemudian bahan yang diperlukan untuk analisis, yaitu air, sampel tanah, benih jagung, pupuk N (Urea), pupuk P (TSP) dan SP-36), Pupuk K (KCL) kertas saring, *aluminium foil*, *aquades* dan bahan pendukung analisis lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sampel Tanah Awal

Analisis sampel awal tanah dilakukan untuk mengetahui perbedaan kondisi tanah sebelum diberikan perlakuan. Kemudian dapat dilihat pengaruh kombinasi pupuk tunggal N, P dan K terhadap kemantapan agregat tanah, indeks dispersi, distribusi agregat, dan kondisi pH tanah. Berikut merupakan data hasil analisis sampel tanah awal yang digunakan pada peneelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Sampel Tanah Awal di Laboratorium Ilmu Tanah FP Unila

Perlakuan	Nilai Pengukuran	Kriteria*
pH	5,32	Agak masam*
C-organik (%)	1,01	Rendah*
N-total (%)	0,17	Rendah*
P-tersedia (ppm)	7,10	Rendah*
Kdd (me/100gram)	0,10	Sangat Rendah*
Indeks Kemantapan Agregat	38,72	Tidak Mantap*
Indeks Dispersi	45,67	Agak Mantap**
KTK (me/100gram)	5,11	Sangat Rendah*
Tekstur (%)		
- Liat	29,55	Lempung Berpasir***
- Debu	29,69	
- Pasir	41,05	

Keterangan : Kriteria *= Balai Penelitian Tanah (2023), ** Afandi (2019), *** USDA Soil Taxonomy (2014).

Berdasarkan hasil analisis data sampel tanah awal yang disajikan pada Tabel 2. Tanah memiliki pH H₂O sebesar 5,32 yang tergolong dalam kategori agak masam. Kandungan C-Organik tercatat sebesar 1,01%, termasuk dalam kategori sangat rendah. Demikian pula, kandungan N-Total sebesar 0,17%, P-Tersedia sebesar 7,10 ppm, K-dd sebesar 0,10 me/100g, dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) sebesar 5,11 me/100g, seluruhnya termasuk dalam kategori sangat rendah. Hasil persentase fraksi tekstur tanah yaitu liat sebesar 29,55%, debu 29,69%, dan pasir 41,05%, maka berdasarkan klasifikasi segitiga tekstur tanah USDA (2014), tanah tersebut dikategorikan ke dalam kelas tekstur lempung berpasir menurut segitiga tekstur tanah. Berdasarkan data hasil analisis tanah awal menurut Balai Penelitian Tanah, (2023) menunjukkan bahwa tingkat kesuburan sampel tanah awal tergolong rendah.

Sedangkan tanaman jagung dapat tumbuh optimal pada pH sekitar 5,8 - 7,5, kandungan C-organik berkisar 2-3%, KTK 25 - 40 me/100 gram, N-total 0,51- 0,75% dan P tersedia <35 ppm (Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Ngawi, 2022). Sehingga perlu ditingkatkan kesuburan tanah dengan dilakukannya pemupukan. Menurut Rahmatia, (2024) kombinasi pupuk kandang dan pupuk anorganik seperti NPK dapat meningkatkan pH, KTK, C-Organik dan P tersedia secara signifikan terhadap tanah kering masam.

Pengaruh Aplikasi Pupuk N, P, K Tunggal terhadap Kemantapan Agregat

Hasil analisis kemantapan agregat disajikan pada Tabel 3. Menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mendapatkan hasil harkat tidak mantap (Afandi, 2019) yang berarti tidak terjadi perubahan dalam harkat kemantapan agregat dengan indeks kemantapan agregat tertinggi yaitu pada perlakuan D ($\frac{1}{2}$ TSP + $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK) dengan nilai indeks kemantapan agregat sebesar 39,76 dan terendah ditunjukkan pada perlakuan B (Standar pupuk tunggal N,P,K) dengan nilai sebesar 25,82. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai indeks kemantapan agregat memiliki selisih yang tidak terlalu jauh. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pupuk yang diberikan tidak memberikan pengaruh secara langsung terhadap kemantapan agregat tanah pada pertanaman jagung. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al.*, (2022) menyatakan bahwa perlakuan pupuk P dalam berbagai dosis pada lahan Ultisol tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap nilai *Mean Weight Diameter* (MWD) agregat tanah karena pemberian pupuk P khususnya lebih berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman, bukan membentuk struktur tanah secara langsung, terlebih aplikasi pupuk anorganik tersebut dalam waktu jangka pendek. Kemantapan agregat tanah secara umum lebih dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, aktivitas biologis seperti mikroorganisme yang bertindak sebagai agen pengikat antar partikel tanah. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan sifat fisik tanah seperti struktur dan agregat

lebih efektif dilakukan melalui pendekatan biologis dan organik, seperti pemberian pupuk kandang atau biochar.

Tabel 3. Hasil Analisis Kemantapan Agregat

Perlakuan	RBD Kering	RBD Basah	Indeks Kemantapan Agregat	Harkat Kemantapan Agregat
A	4,77	1,73	32,89 b	Tidak Mantap*
B	4,96	1,09	25,82 a	Tidak Mantap*
C	4,97	2,06	34,37 b	Tidak Mantap*
D	4,80	2,28	39,76 b	Tidak Mantap*
E	5,00	2,13	34,78 b	Tidak Mantap*
F	5,18	2,42	36,20 b	Tidak Mantap*
G	5,00	2,34	37,63 b	Tidak Mantap*
H	4,98	2,34	37,88 b	Tidak Mantap*

Keterangan: * = Afandi (2019), A = Kontrol, B = Standar Pupuk Tunggal NPK, C = $\frac{1}{4}$ TSP + $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, D = $\frac{1}{2}$ TSP + $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK, E = $\frac{3}{4}$ TSP + $\frac{3}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, F = 1 TSP + 1 Pupuk Tunggal NPK, G = 1 $\frac{1}{4}$ TSP + 1 $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, H = 1 $\frac{1}{2}$ TSP + 1 $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK.

Pada sampel tanah awal (Tabel 1) menunjukkan indeks kemantapan agregat tanah sebesar 38,72 dan cenderung menurun setelah dilakukannya perlakuan pemupukan TSP dan pupuk tunggal N,P, dan K (Tabel 3). Hal ini diduga karena penggunaan pupuk anorganik yang digunakan tidak dikombinasikan dengan pupuk organik yang mengakibatkan menurunnya faktor perekat pada agregat dan berpengaruh terhadap stabilitas kemantapan agregat. Menurut Fawziah, (2020) faktor perekat seperti bahan organik, produk dekomposisi dan eksudat mikroba seperti polisakarida dan akar tanaman yang melepaskan eksudat dapat meningkatkan stabilitas agregat menjadi lebih stabil. Sejalan dengan penelitian Baskoro dan Manurung, (2019) menyatakan bahwa selain bahan organik terdapat faktor lain seperti jenis dan kandungan liat, tekstur tanah, perakaran tanaman serta aktivitas mikroba di dalam tanah.

Tekstur tanah juga menjadi salah satu faktor kemantapan agregat yang stabil, jika tekstur tanah cenderung memiliki kandungan liat atau lempung yang tinggi dan tanpa adanya tambahan bahan organik maka tanah akan udah mengalami dispersi terutama saat dibasahi karena memiliki daya kohesi partikel liat yang tinggi (Umam dan Mahrup, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Hanifah, (2020) tanah yang memiliki tekstur liat tinggi cenderung memiliki potensi pembentukan agregat mikro lebih besar tetapi jika tanpa nahan pengikat seperti bahan organik maka agregat menjadi rapuh saat basah dan mengalami penyusutan atau pemuaiian tinggi sehingga mudah retak.

Perlakuan yang diberikan tidak memberikan dampak secara langsung terhadap agregat tanah tapi memberikan efek sinergis kepada tanah melalui aplikasi pupuk P yang bersamaan dengan pupuk N dan K. Tanah yang subur dengan ketersediaan hara optimal akan memiliki sistem perakaran yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme tanah seperti mikoriza dan bakteri pelarut fosfat. Mikroba ini menghasilkan senyawa pengikat agregat seperti glomalina, yaitu protein yang sangat efektif dalam menyatukan partikel tanah yang pada akhirnya membantu meningkatkan struktur dan kemantapan agregat (Rillig, 2002).

Pada Tabel 3. Nilai kemantapan agregat 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. Hal ini disebabkan karena pupuk TSP yang diberikan merupakan sumber fosfor yang lebih larut dalam tanah dibanding SP-36, karena mengandung sekitar 44–46% P_2O_5 dalam

bentuk monokalsium fosfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$). Pemberian TSP cenderung meningkatkan pH pada tanah masam dan menurunkan aktivitas ion Al^{3+} melalui presipitasi Al sebagai AlPO_4 , sehingga membantu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan stabilitas agregat (Zhao *et al.*, 2021). Selain itu, peningkatan kadar P yang lebih tersedia dalam TSP juga merangsang pertumbuhan akar tanaman dan mikroba tanah. Mikroba yang aktif akan menghasilkan senyawa perekat agregat, seperti glukon dan glikoprotein, yang memperkuat struktur agregat tanah (Roldán *et al.*, 2003).

Pada tanah kering masam, rendahnya kandungan bahan organik dan terbatasnya aktivitas mikroorganisme menyebabkan agregat tanah lebih mudah hancur, sehingga pemberian pupuk anorganik tunggal seperti TSP, KCl, dan Urea tidak cukup untuk meningkatkan stabilitas agregat secara signifikan (Sulaeman *et al.*, 2017; Kasno, 2019).

Pengaruh Aplikasi Pupuk N, P, K Tunggal terhadap Indeks Dispersi

Hasil analisis pengaruh aplikasi pupuk TSP dan pupuk tunggal NPK terhadap indeks dispersi disajikan pada Tabel 4. Data menunjukkan bahwasannya nilai indeks dispersi tertinggi didapatkan pada perlakuan G ($1 \frac{1}{4}$ TSP+ $1 \frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK) yaitu dengan nilai 46,75 % dan terendah pada perlakuan A (kontrol) dengan nilai 35% dengan kategori keduanya adalah agak mantap. Kategori indeks dispersi ditetapkan menurut Afandi, (2019) menunjukkan bahwa sampel secara keseluruhan pada setiap perlakuan tersisa antara 25%-50% sehingga tergolong dalam kategori kelas agak mantap.

Tabel 4. Hasil Analisis Pengaruh Aplikasi Pupuk TSP dan Pupuk Tunggal NPK terhadap Indeks Dispersi

Perlakuan	Tidak Dispersi (%)	Terdispersi (%)	Kategori
A	35	65	Agak Mantap
B	37,5	62,5	Agak Mantap
C	44,75	55,25	Agak Mantap
D	42,5	57,5	Agak Mantap
E	45,25	54,75	Agak Mantap
F	43	57	Agak Mantap
G	46,75	53,25	Agak Mantap
H	46,5	53,5	Agak Mantap

Keterangan: A = Kontrol, B = Standar Pupuk Tunggal NPK, C = $\frac{1}{4}$ TSP+ $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, D = $\frac{1}{2}$ TSP $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK, E = $\frac{3}{4}$ Rock TSP+ $\frac{3}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, F = 1 TSP+ 1 Pupuk Tunggal NPK, G = $1 \frac{1}{4}$ TSP+ $1 \frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, H = $1 \frac{1}{2}$ TSP+ $1 \frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK.

Indeks dispersi berfungsi sebagai penetapan dalam kesuburan tanah seperti menentukan kemantapan agregat, erodibilitas tanah dan juga mengukur efektivitas perlakuan bahan organik, amelioran atau kapur dalam memperbaiki struktur tanah. Indeks dispersi digunakan sebagai indikator awal kerentanan tanah terhadap erosi (Nurjanah *et al.*, 2019). Semakin tinggi nilai indeks dispersi suatu tanah, maka semakin tidak stabil agregatnya terhadap air (Sutanto dan Dewi, 2017).

Pada Tabel 4. Nilai indeks dispersi menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan A (Kontrol) dan B (Standar) yang ditandai dengan notasi yang diberikan, tetapi tidak adanya pengaruh atau perbedaan nyata antar perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena selain mengandung unsur P pupuk TSP juga memiliki kandungan kalsium (Ca^{2+}) sebagai hasil samping dari proses produksi. Ion Ca^{2+} merupakan kation yang sangat efektif dalam menetralkan muatan negatif partikel lempung, sehingga dapat mengurangi gaya tolak-menolak antar partikel dan memperkuat pembentukan agregat tanah (Chaganti & Culman, 2018). Kehadiran TSP dalam kombinasi dengan pupuk NPK tunggal mampu

memperbaiki pH, meningkatkan kejenuhan basa (KB), menurunkan kejenuhan Al, dan menyediakan kalsium, yang semuanya berkontribusi terhadap penurunan nilai indeks dispersi tanah secara signifikan.

Pengaruh Aplikasi Pupuk N, P, K Tunggal terhadap Distribusi Agregat

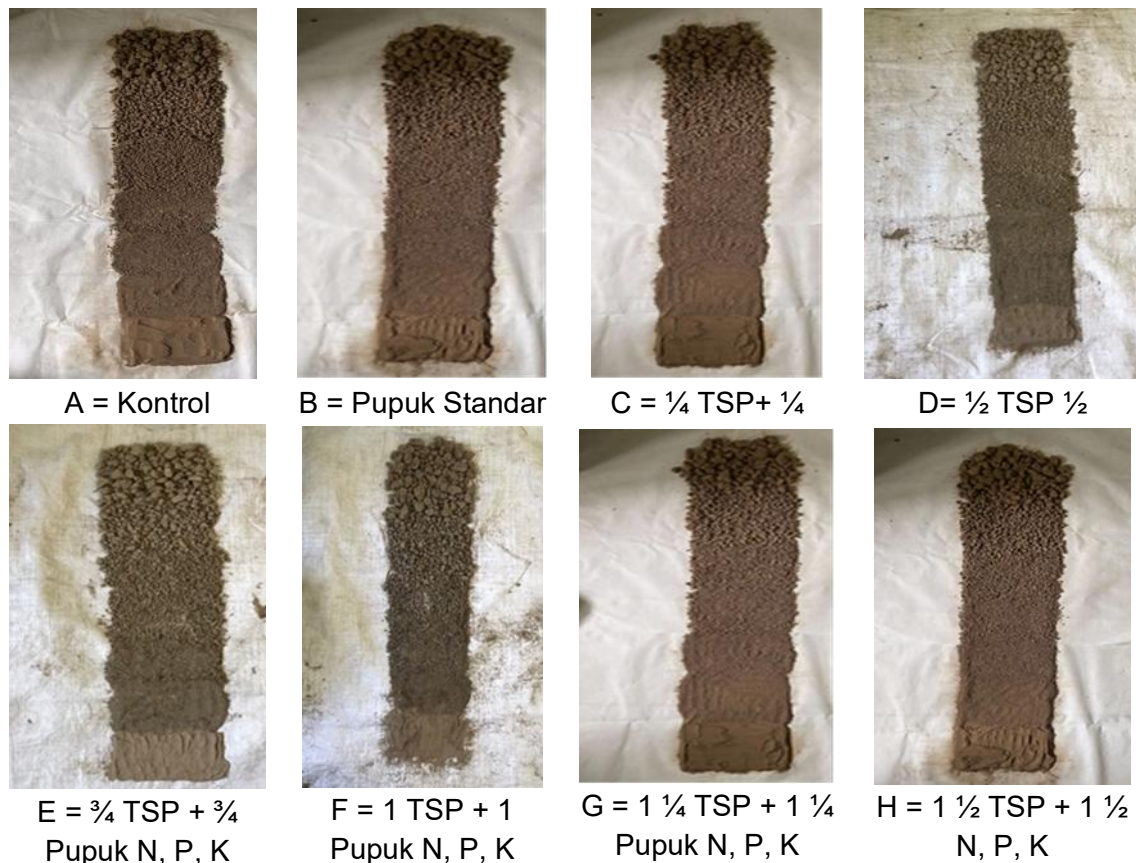
Berdasarkan pada Tabel 5. Hasil rata-rata ayakan pada agregat tanah menunjukkan skor visual sedang pada setiap perlakuan, yang dapat dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada skor visual analisis distribusi agregat. Nilai presentase distribusi agregat dapat dipengaruhi oleh tekstur tanah, kandungan bahan organik, kadar air, aktivitas mikroba tanah dan pengolahan tanah. Faktor-faktor ini berperan dalam pembentukan dan pemecahan agregat sehingga mempengaruhi ukuran dan sebaran agregat dalam tanah. Menurut Brady dan Weil, (2010) Tekstur tanah liat dan lempung cenderung membentuk agregat yang kecil namun padat, sedangkan pasir sulit untuk membentuk agregat yang stabil.

Tabel 5. Rata-rata persentase (%) Hasil Ayakan Agregat Tanah

Perlakuan	Rerata Presentase							VS	Skor Visual **
	<0,05	>0,05	>1,00	>2,00	>2,83	>4,76	>8,00		
A	5,85	9,06	10,78	13,10	16,30	21,50	23,38	1	Sedang
B	6,00	8,98	10,97	13,67	15,68	20,49	24,18	1	Sedang
C	6,74	9,08	11,80	13,25	15,72	20,38	23,02	1	Sedang
D	6,29	8,92	10,68	13,78	15,97	21,35	23,00	1	Sedang
E	7,47	8,84	10,51	13,36	16,24	20,38	23,17	1	Sedang
F	5,08	8,81	11,61	13,39	15,78	20,78	24,51	1	Sedang
G	5,94	8,70	11,80	13,11	15,95	21,06	23,41	1	Sedang
H	9,97	9,32	11,51	10,03	15,36	20,85	22,93	1	Sedang

Keterangan = **: Shepherd 2008.

Pada Gambar 1. Distribusi agregat yang dihasilkan dengan metode ayakan kering yaitu dengan distribusi $\pm 40\%$ dari gumpalan kasar dan $\pm 60\%$ agregat sedang- halus gembur sehingga dapat dinyatakan bahwa distribusi agregat termasuk ke dalam skor visual sedang (Shepherd, 2008). Skor visual sedang menjelaskan bahwa kondisi agregat memiliki stuktur yang cukup baik, dengan ukuran agregat beragam (besar dan kecil) tetapi tidak merata. Jika Agregat termasuk ke dalam SV sedang tanah masih cukup baik untuk pertumbuhan akar dan infiltrasi air, tetapi perlunya perbaikan untuk mencapai kondisi optimal pada pertumbuhan tanaman (Dariah, 2010).



Gambar 1. Distribusi Agregat pada Pertanaman Jagung.

Pengaruh Aplikasi Pupuk N, P, K Tunggal terhadap pH

Hasil analisis pH tanah disajikan pada Tabel 6. Data dan Nilai notasi menunjukkan bahwa rata nilai pH tertinggi di dapatkan pada perlakuan A (Kontrol) dan terendah pada perlakuan F (1 TSP + 1 Pupuk Tunggal NPK) dengan kriteria agak masam. Berdasarkan hasil analisis pH tanah cenderung menurun pada perlakuan yang diaplikasikan kombinasi pupuk TSP dan NPK tunggal dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Lenny, (2023) menjelaskan bahwa penggunaan pupuk anorganik secara jangka panjang menyebabkan penurunan pH tanah rata-rata sebesar 15,3% disertai dengan penurunan enzim tanah dan kelimpahan mikroorganisme. Sejalan dengan penelitian Yuniarti, (2023) menyimpulkan bahwa kombinasi pupuk NPK dan hayati menyebabkan pH akhir tanah menurun dari kondisi awal sebelum perlakuan.

Tabel 6. Analisis pH Tanah dengan Perlakuan pupuk N,P,K Tunggal

Kode	Perlakuan	Rata-rata pH Tanah	Kriteria (*)
A	Kontrol	5,76 b	Agak Masam
B	Standar Pupuk Tunggal (N, P, K)	5,53 ab	Agak Masam
C	$\frac{1}{4}$ TSP+ $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK	5,35 a	Agak Masam
D	$\frac{1}{2}$ TSP $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK	5,46 a	Agak Masam
E	$\frac{3}{4}$ TSP + $\frac{3}{4}$ Pupuk Tunggal NPK	5,51 a	Agak Masam
F	1 TSP+ 1 Pupuk Tunggal NPK	5,34 a	Agak Masam
G	1 $\frac{1}{4}$ TSP+ 1 $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK	5,50 a	Agak Masam
H	1 $\frac{1}{2}$ TSP+ 1 $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK	5,44 a	Agak Masam

Keterangan: *= Balai Pengujian Standar Intrumen Tanah dan Pupuk (2023).

Menurut Permana *et al.*, (2018) menjelaskan bahwa pupuk urea yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami proses hidrolisis untuk mengubah nitrogen dalam urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ menjadi amonium (NH_4) lalu terjadi proses nitrifikasi untuk mengubah amonium menjadi nitrat (NO_3^-) dan dalam reaksi tersebut menghasilkan ion H^+ dalam jumlah yang besar sehingga menyebabkan pH menurun. Penggunaan pupuk TSP di tanah masam atau netral, kandungan anion H_2PO_4^- yang tersedia akan berinteraksi dengan mineral tanah dan melepaskan H^+ yang menyebabkan pH turun di sekitar tanah yang dipaliskasikan pupuk. Penurunan pH biasanya terjadi disekitar area yang di pupuk bukan secara menyeluruh kecuali diberikan pada dosis yang tinggi atau dalam waktu yang lama (Hidayat, 2023).

Faktor lain seperti aplikasi pupuk urea yang dilakukan secara bertahap dan berulang pada 10 HST, 30 HST dan 45 HST tanpa kombinasi dolomit atau pupuk organik juga mengakibatkan pH menurun, karena proses nitrifikasi yang bereaksi pada tanah yang diaplikasikan. Ishaq *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa pemberian urea+fosfat+ KCl tiga kali mengakibatkan penurunan pH akhir di bandingkan awal.

Pengaruh Aplikasi Pupuk N, P, K Tunggal terhadap Produksi Tanaman Jagung

Pengamatan produksi tanaman jagung meliputi berat basah, berat kering, Panjang dan diameter tongkol yang di hasilkan. Hasil produksi tersebut disajikan pada Tabel 7. Data menunjukkan bahwa berat rerata jagung pada perlakuan A (Kontrol) memiliki Nilai terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 1,73 ton/ha dan tertinggi pada perlakuan G yaitu sebesar 2.41. berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Teti dan Mardiyah, (2009) hasil rata-rata produktivitas jagung varietas lokal madura berkisar 09-1,0 ton ha-1 yang berarti terdapat peningkatan hasil produktivitas pada pengaruh kombinasi pupuk TSP dan N,P,K tunggal. Jagung lokal Madura diketahui mempunyai adaptasi baik terhadap kondisi lahan kering, umur genjah, serta tahan terhadap hama dan penyakit tanaman. Jagung lokal madura memiliki batang yang kokoh dan sistem perakaran yang dalam, sehingga lebih tahan rebah dan mampu menyerap air dari lapisan tanah yang lebih dalam (Amzeri, 2018).

Hal ini berkaitan dengan sistem perakarannya yang ekstensif dan kemampuannya dalam berasosiasi dengan mikroorganisme tanah yang membantu penyerapan unsur hara, terutama fosfor. Menurut Sari *et al.* (2022), varietas lokal menunjukkan efisiensi pemanfaatan hara yang lebih baik pada tanah marginal dibanding varietas unggul nasional. Selain itu, pemupukan yang dilakukan bertujuan untuk menambahkan unsur hara yang hilang dan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (Maintang *et al.*, 2022). Pemberian pupuk secara tepat dan terukur dapat meningkatkan produksi jagung secara signifikan karena jagung membutuhkan hara makro seperti nitrogen, fosfor dan kalium yang tinggi terutama pada fase vegetatif dan pembentukan tongkol jagung.

Tabel 7. Pengaruh Kombinasi Pupuk N,P,K Tunggal terhadap Produksi Jagung

Perlakuan	Produksi	Keterangan *
A	1,73 a	Meningkat
B	1,91 a	Meningkat
C	2,37 a	Meningkat
D	2,31 a	Meningkat
E	2,13 a	Meningkat
F	2,20 a	Meningkat
G	2,41 a	Meningkat
H	2,32 a	Meningkat

Keterangan: * = Teti dan Mardiyah, 2009. A = Kontrol, B = Standar Pupuk Tunggal NPK, C = $\frac{1}{4}$ TSP+ $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, D = $\frac{1}{2}$ TSP $\frac{1}{2}$ Pupuk Tunggal NPK, E = $\frac{3}{4}$ Rock TSP+ $\frac{1}{4}$ Pupuk Tunggal NPK, F =

1 TSP+ 1 Pupuk Tunggal NPK, G = 1 ¼ TSP+ 1 ¼ Pupuk Tunggal NPK, H = 1 ½ TSP+ 1 ½ Pupuk Tunggal NPK

Penggunaan pupuk anorganik dalam hal ini bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial bagi tanaman karena mudah terurai dan langsung dapat diserap oleh tanaman sehingga pertumbuhan menjadi lebih baik (Martajaya, 2018). Apabila dosis pupuk anorganik sesuai dengan kebutuhan tanaman, maka kebutuhan tanaman terhadap unsur hara dapat terpenuhi sehingga produksi tanaman jagung akan meningkat (Hariodamar *et al.*, 2018). Pemberian pupuk anorganik dalam bentuk urea, TSP dan KCl secara langsung meningkatkan konsentrasi hara dalam larutan tanah, sehingga mudah diserap oleh akar tanaman.

Menurut Saraswati *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa aplikasi pupuk NPK berimbang pada lahan mampu meningkatkan ketersediaan N-total dan P-tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk anorganik secara efektif menggantikan unsur hara yang dibutuhkan tanaman yang hilang akibat panen atau tercuci. Namun, efektivitas pupuk anorganik terhadap ketersediaan unsur hara juga dipengaruhi oleh kondisi tanah seperti pH, tekstur, C-Organik dan KTK tanah. Menurut Brady dan Weil., (2017) pada tanah masam, ketersediaan fosfor dari pupuk anorganik bisa terhambat karena terjadi presipitasi dengan ion Al^{3+} dan Fe^{3+} .

Unsur N berperan dalam pembentukan daun dan klorofil untuk fotosintesis, pembentukan karbohidrat, protein dan lemak, unsur P berperan dalam perkembangan akar dan pembentukan tongkol jagung sedangkan unsur K berperan dalam pembentukan biji dan ketahanan tanaman dari faktor lingkungan (Sari *et al.*, 2021). Efektivitas pemupukan juga dipengaruhi oleh waktu aplikasi. Aplikasi pupuk anorganik pada fase penting yaitu pada 10 – 60 HST. Karena pada waktu tersebut memberikan dampak signifikan terhadap fase percepatan pertumbuhan akar dan batang, pembentukan tongkol, bunga pengisian biji jagung. Putra *et al.*, (2022) menghasilkan bobot tongkol 27% lebih tinggi karena pengaplikasian urea sebanyak 3 tahap yaitu 10 HST, 30 HST dan 45 HST dibandingkan dengan pemupukan sekali saat tanam.

Pada Tabel 7. Nilai produksi tanaman jagung menunjukkan bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki perbedaan signifikan yang ditandai dengan notasi yang diberikan, tetapi pada hasil rata-rata perhitungan statistik menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan perlakuan A (Kontrol) (Albers, 2020).

KESIMPULAN

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.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.

- Brady, N.C. dan Weil, R.R. 2010. *The Nature and Properties of Soils*. 14th Edition. Pearson Education.
- Fawziah, E. R. 2020. Hubungan Kandungan Bahan Organik terhadap Kemantapan Agregat pada Lahan Rehabilitasi dan Terdegradasi di TN Gunung Merapi. [Skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Hanafiah K.A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Pers. Jakarta.
- 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.
- Ishaq, Maulana, R., et al., 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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., Aguilar-Trigueros, C. A., Camenzind, T., & Hempel, S. 2015. Soil microbes and community coalescence as ecosystem drivers. *Journal of Ecology*, 103(6), 1557-1563.
- 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.
- 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.
- 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.
- Shepherd, T. G. 2008. Visual Soil Assessment: *Field Guide for Cropping and Pastoral Grazing on Flat to Rolling Country*. FAO and Landcare Research.
- 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.
- 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*.

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*.