

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT TANAH PADA PERTANAMAN KACANG HIJAU DI KEBUN PERCOBAAN, POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG

EFFECT OF LONG-TERM TILLAGE AND NITROGEN FERTILIZATION ON SOIL AGGREGATE STABILITY IN MUNG BEAN CULTIVATION AT TEACHING FARM LAMPUNG STATE POLYTECHNIC

Nur Afni Afrianti^{*1}, Aliya Nugrahani¹, Afandi¹, Irwan Sukri Banuwa¹, M.A. Syamsul Arif¹, dan Irene Zaqyah²

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

² Jurusan budidaya tanaman perkebunan, Politeknik negeri lampung, Bandar Lampung, Indonesia

^{*}Corresponding Author. E-mail address: nur.afni@fp.unila.ac.id

PERKEMBANGAN

ARTIKEL:

Diterima: 17 Januari 2025

Direvisi: 25 Maret 2025

Disetujui: 15 Mei 2025

KEYWORDS:

Aggregate stability, long-term experiment, mung bean, nitrogen fertilization, tillage

ABSTRACT

*The long-term intensive use of agricultural land is often associated with the degradation of soil physical quality, especially aggregate stability. This study aims to examine the effect of long-term tillage practices and nitrogen fertilization on soil aggregate stability in mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivation at the Teaching Farm of Lampung State Polytechnic. This study is part of a long-term experiment in its 33rd year, conducted from September 2020 to February 2021. Soil analysis was carried out at the Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The study employed a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with a 2 × 3 factorial arrangement and four replications. The first factor was nitrogen fertilization (N0 = no nitrogen application, N2 = 50 kg N ha⁻¹). The second factor was long-term tillage treatment (T1 = Intensive Tillage, T2 = Minimum Tillage, T3 = No Tillage). The primary variable observed was soil aggregate stability, assessed using both dry and wet sieving methods. Supporting variables included mung bean yield and mung bean root dry weight. The observed data were initially tested using Bartlett's Test (for homogeneity of variance) and Tukey's Test (for additivity of data). If the assumptions were fulfilled, the data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). If significant effects were indicated, further analysis was conducted using Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) at the 5% significance level. The results of the study showed that soil aggregate stability under the no-tillage treatment was significantly higher than under the other tillage treatments. Nitrogen fertilization and the interaction between nitrogen fertilization and tillage systems had no significant effect on soil aggregate stability.*

ABSTRAK

KATA KUNCI:

Kacang hijau, kemantapan agregat, pemupukan nitrogen, penelitian jangka panjang, pengolahan tanah

Lahan pertanian yang digunakan secara intensif dalam jangka panjang cenderung mengalami penurunan kualitas fisik tanah, termasuk kemantapan agregat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengolahan tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kemantapan agregat tanah pada pertanaman kacang hijau di Kebun Percobaan Politeknik Negeri Lampung. Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang tahun ke-33 yang dilaksanakan bulan September 2020 - Februari 2021. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah FP Unila. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial (2x3) dan 4 ulangan. Faktor pertama yaitu pemupukan nitrogen (N0 = tanpa pemupukan N, N2= 50 kg N ha⁻¹). Faktor kedua yaitu pengolahan tanah jangka panjang (T1 = Olah Tanah Intensif, T2 = Olah Tanah Minimum, T3= Tanpa Olah Tanah). Variabel utama penelitian adalah kemantapan agregat (pengayakan kering dan pengayakan basah). Variabel pendukung adalah produksi tanaman kacang hijau dan bobot kering akar kacang hijau. Data pengamatan diuji terlebih dahulu dengan Uji Barlett (homogenitas data) dan Uji Tukey (aditivitas data). Jika asumsi terpenuhi maka data dianalisis dengan analisis ragam. Jika terdapat pengaruh signifikan maka data diuji lanjut dengan BNT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemantapan agregat tanah pada perlakuan tanpa olah tanah secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan olah tanah lainnya. Perlakuan pemupukan nitrogen, maupun interaksi antara pemupukan nitrogen dan sistem olah tanah, tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemantapan agregat tanah.

1. PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) adalah komoditas penting yang kaya akan gizi, seperti protein dan serat, dan sering ditanam setelah kacang kedelai dan kacang tanah. Permintaan yang terus meningkat di Indonesia, baik untuk konsumsi domestik maupun ekspor, kacang hijau memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan (Kusumah *et al.*, 2020; Rahmianna *et al.*, 2021). Namun, produksi dalam negeri masih belum cukup untuk memenuhi permintaan, membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut (Badan Ketahanan Pangan, 2020). Saat ini permintaan kacang hijau terus meningkat sementara produksi dalam negeri masih rendah. Pada tahun 2016 permintaan kacang hijau sebanyak 252.985 ton dan pada tahun 2017 sebanyak 243.950 ton (Kementrian Pertanian, 2017).

Menurut data Badan Pusat Statistik (2018), produksi kacang hijau di Lampung cenderung mengalami penurunan dari tahun 2016 sampai dengan 2017 yang secara berturut-turut yaitu 1.347 ton dan 1.265 ton, dengan luas panennya secara berturut-turut yaitu 1.503 ha dan 1.330 ha. Penurunan produksi ini dapat disebabkan karena penurunan produktivitas lahan pertanian yang sering kali diusahakan secara intensif sehingga perlu upaya perbaikan di dalam kegiatan budidaya. Salah satu aspek penting dalam sifat tanah adalah kualitas fisiknya, di antaranya kestabilan agregat tanah. Stabilitas agregat tanah merujuk pada kemampuan tanah untuk mempertahankan bentuknya dan menahan berbagai gaya yang dapat merusaknya, seperti erosi angin, hujan lebat, drainase, dan beban pengolahan tanah (Kurnia *et al.*, 2006). Kemantapan agregat tanah berperan penting dalam menentukan kualitas tanah, karena agregat yang stabil dapat menciptakan kondisi fisik yang mendukung perkembangan akar tanaman. Hal ini terjadi melalui pengaruhnya terhadap porositas, aerasi, dan kapasitas tanah dalam menyimpan air, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan akar yang optimal.

Kualitas tanah dapat ditingkatkan melalui penerapan teknik pengolahan tanah dan pemupukan yang tepat. Pengolahan tanah merupakan proses yang bertujuan untuk mempertahankan kualitas tanah agar sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman. Tujuan utamanya meliputi penggemburan tanah, pengendalian gulma, pencampuran sisa tanaman dengan tanah, serta penciptaan kondisi fisik tanah yang optimal untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Utomo, 2012).

Upaya untuk meningkatkan produktivitas tanah, selain melalui pengolahan tanah, juga dapat dilakukan dengan pemupukan nitrogen. Menurut Pulung (2005), pemupukan memberikan hara yang diperlukan tanah atau tanaman untuk mendukung pertumbuhannya secara optimal. Pemupukan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Meskipun kacang hijau mampu memfiksasi nitrogen dari udara, tanaman ini tetap membutuhkan tambahan pupuk nitrogen untuk memulai proses pertumbuhannya. Penambahan nitrogen berfungsi penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman, terutama pada akar tanaman yang berperan dalam pembentukan agregat tanah. Aktivitas akar, khususnya bulu akar, membantu mengikat agregat tanah, sehingga secara tidak langsung dapat memperbaiki sifat fisik tanah, terutama agregat makro (Afandi, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengolahan tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kemantapan agregat tanah pada pertanaman kacang hijau di Kebun Percobaan Politeknik Negeri Lampung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih dalam mengenai peran kedua faktor tersebut dalam meningkatkan kualitas tanah, khususnya dalam memperbaiki kemantapan agregat yang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang yang dilaksanakan pada tahun ke-33, dari September 2020 hingga Februari 2021 di Kebun Percobaan Universitas Ilmu Terapan, Universitas Lampung. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Alat yang digunakan meliputi sekop, cangkul, ayakan (8 mm, 4,75 mm, 2,8 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm), timbangan elektrik, oven, serta peralatan laboratorium lainnya. Bahan yang digunakan adalah benih kacang hijau, pupuk Urea, SP-36, KCl, dan sampel tanah.

Penelitian ini diterapkan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 2×3 dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah pemupukan nitrogen jangka panjang, dengan dua level perlakuan, yaitu $N_0 = 0 \text{ kg N ha}^{-1}$ dan $N_2 = 50 \text{ kg N ha}^{-1}$. Faktor kedua berkaitan dengan sistem pengolahan tanah jangka panjang, yang terdiri dari tiga perlakuan, yaitu $T_1 = \text{Olah Tanah Intensif (OTI)}$, $T_2 = \text{Olah Tanah Minimum (OTM)}$, dan $T_3 = \text{Tanpa Olah Tanah (TOT)}$.

Tahapan pertama dalam percobaan lapang adalah persiapan tanam, yang terdiri dari dua kegiatan utama, yaitu pembuatan petak percobaan dan pengolahan tanah. Dalam penelitian ini, lahan dibagi menjadi 24 petak percobaan dengan ukuran masing-masing $4 \text{ m} \times 6 \text{ m}$, dan jarak antar petak percobaan adalah 1 m. Pengolahan tanah yang diterapkan terdiri atas tiga perlakuan, yaitu tanpa olah tanah (TOT), olah tanah minimum (OTM), dan olah tanah intensif (OTI). Pada perlakuan TOT, tanah dibiarkan tanpa pengolahan untuk mempertahankan struktur alaminya, dan pertumbuhan tanaman berlangsung tanpa gangguan mekanis. Perlakuan OTM dilakukan dengan pengolahan tanah secara minimal menggunakan alat penggaruk, sehingga gangguan terhadap struktur tanah dapat ditekan seminimal mungkin. Sementara itu, pada perlakuan OTI, tanah digemburkan secara menyeluruh menggunakan cangkul atau alat olah tanah lainnya dengan tujuan meningkatkan aerasi dan porositas tanah. Sebelum pengolahan tanah dilakukan, herbisida berbahan aktif glifosat diaplikasikan dua minggu sebelum tanam dengan dosis 3 L ha^{-1} . Gulma dan sisa tanaman dimanfaatkan sebagai mulsa pada perlakuan TOT dan OTM, sedangkan pada perlakuan OTI, gulma dan sisa tanaman dibersihkan dari lahan.

Tahapan kedua dalam percobaan lapang adalah penanaman. Pada tahap ini, benih kacang hijau varietas VIMA 2 ditanam secara tugal, yaitu dengan membuat lubang tanam pada jarak $40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Setiap lubang tanam disemai dengan dua butir benih kacang hijau. Tahapan selanjutnya dalam kegiatan lapang adalah pemupukan. Jenis pupuk yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pupuk nitrogen (urea), fosfor (SP-36), dan kalium (KCl). Pemupukan nitrogen merupakan perlakuan utama dalam percobaan, dengan dua tingkat dosis, yaitu 0 kg N ha^{-1} (N_0) dan 50 kg N ha^{-1} (N_2). Pemupukan nitrogen dilakukan dalam dua tahap: sepertiga dosis diberikan satu minggu setelah tanam, dan dua pertiga sisanya diberikan pada fase vegetatif maksimum, yaitu empat minggu setelah tanam. Sementara itu, pupuk fosfor dan kalium diaplikasikan satu minggu setelah tanam dengan dosis masing-masing 100 kg ha^{-1} untuk SP-36 dan 50 kg ha^{-1} untuk KCl. Metode pemupukan dilakukan dengan cara larikan, yaitu membuat alur di antara barisan tanaman untuk menempatkan pupuk.

Tahapan selanjutnya adalah pemeliharaan tanaman kacang hijau, yang mencakup kegiatan penyulaman, pengendalian gulma, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan satu minggu setelah tanam pada lubang tanam yang tidak menunjukkan pertumbuhan tanaman, guna memastikan populasi tanaman tetap optimal. Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh di sekitar petak percobaan untuk menjaga kebersihan lahan dan mengurangi kompetisi terhadap tanaman utama. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara preventif maupun kuratif sesuai gejala serangan yang muncul, untuk menjaga kesehatan dan produktivitas tanaman selama masa pertumbuhan.

Tahapan selanjutnya setelah pemeliharaan adalah panen. Panen dilakukan ketika tanaman kacang hijau telah mencapai umur panen optimal, yang ditandai dengan sebagian besar polong telah mengering dan berwarna cokelat kehitaman. Panen dilakukan secara manual dengan cara memetik

panjang dari tanaman, kemudian dikeringkan untuk selanjutnya dianalisis. Tahapan ini penting untuk memperoleh data hasil tanaman, termasuk produksi biji dan biomassa akar, yang menjadi bagian dari variabel pengamatan dalam penelitian. Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada saat panen tanaman. Sampel tanah yang telah diambil kemudian dikeringanginkan sebelum dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (FP Unila). Analisis yang dilakukan meliputi kemantapan agregat tanah, bobot kering akar, dan kandungan C-organik tanah pada saat panen.

Variabel pengamatan dalam penelitian ini meliputi kemantapan agregat tanah, yang terdiri dari pengayakan kering dan pengayakan basah. Kemantapan agregat tanah mengacu pada ketahanan rata-rata agregat terhadap kerusakan akibat faktor-faktor seperti percikan air hujan, terendam, beban alat budidaya, serta traktor. Sampel tanah diambil menggunakan cangkul pada kedalaman 0-20 cm (disesuaikan dengan kedalaman akar tanaman). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali per petak percobaan dalam bentuk bongkahan, yang kemudian dianalisis di laboratorium. Metode pengayakan basah dan kering yang dikemukakan oleh DeLenheer dan DeBoodt (1959) dalam Afandi (2019) digunakan untuk mengukur kemantapan agregat tanah. Penetapan kemantapan agregat dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan metode ini.

Prosedur pengayakan kering dimulai dengan menyusun ayakan secara berurutan dari atas ke bawah, mulai dari ayakan berukuran 8 mm, 4,75 mm, 2,8 mm, 2 mm, 1 mm, hingga 0,5 mm. Sebanyak 500 g agregat tanah yang berukuran lebih besar dari 1 cm kemudian diambil dan diletakkan di atas ayakan terbesar (8 mm). Agregat tanah tersebut kemudian ditumbuk menggunakan penumbuk kayu hingga seluruh agregat dapat lolos dari ayakan 8 mm. Setelah itu, ayakan dipegang dan digoncangkan sebanyak lima kali. Setiap ayakan kemudian dilepas, dan agregat yang tersisa pada masing-masing ayakan ditimbang untuk menentukan distribusi ukuran agregat tanah.

Perhitungan dalam Pengayakan Kering adalah sebagai berikut: (1) Agihan (sebaran) Ukuran Agregat dalam satuan persen berat; (2) Rerata Berat Diameter (RBD). Nilai RBD dihitung berdasarkan data dari agregat ukuran >2 mm, dengan rumus:

Perhitungan persentase agregat ukuran >2 mm (Tabel 1):

$$D/H \times 100\% = X \quad (1)$$

$$E/H \times 100\% = Y \quad (2)$$

$$F/H \times 100\% = Z \quad (3)$$

Keterangan: D, E, F adalah berat agregat yang tersisa pada ayakan dengan ukuran tertentu (misalnya >2 mm); H adalah total berat agregat yang digunakan dalam pengayakan. D = Berat agregat pada ayakan pertama 2 mm; E = Berat agregat pada ayakan kedua 2,83 mm; F = Berat agregat pada ayakan ketiga 4,75 mm; dan H = Total berat agregat tanah yang digunakan dalam analisis.

Tabel 1. Perhitungan Kemantapan Agregat dengan Pengayakan Kering

No	Agihan diameter ayakan (mm)	Rerata diameter (mm)	Berat agregat yang tertinggal (g)	Persentase (%)
1	0,00 - 0,50	0,25	A	(A/G) x 100
2	0,05 - 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) x 100
5	2,83 - 4,76	3,8	E	(E/G) x 100
6	4,76 - 8,00	6,4	F	(F/G) x 100

Keterangan : Total G = (A + B + C + D + E + F); Total H = (D + E + F).

Nilai RBD diperoleh dengan mengalikan nilai persentase agregat ukuran > 2 mm yang diperoleh pada langkah diatas dengan rerata diameter agregat masing-masing. Hasil perkalian ini dijumlahkan dan dibagi dengan 100, dengan rumus berikut :

$$RBD (g. mm) = \frac{(X \times 2,4) + (Y \times 3,8) + (Z \times 6,4)}{100} \quad (4)$$

Keterangan: RBD = Rerata berat diameter (g.mm). X, Y, Z adalah persentase agregat ukuran > 2 mm yang telah dihitung sebelumnya. 2,4, 3,8, dan 6,4 adalah rerata diameter (dalam mm) untuk setiap kelas ukuran agregat tertentu.

Pada prosedur pengayakan basah, agregat hasil pengayakan kering ditimbang, dengan ketentuan bahwa ukuran agregat tidak lebih kecil dari 2 mm. Setiap fraksi agregat kemudian dipindahkan ke dalam cawan. Jumlah total agregat yang digunakan harus mencapai 100 g, dengan distribusi fraksi yang tepat. Sampel tanah tersebut selanjutnya dibasahi menggunakan pipet atau spuit hingga kapasitas lapang tercapai, dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu, setiap fraksi agregat dipindahkan dari mangkuk ke atas satu set ayakan bertingkat, dimulai dengan ayakan terbesar, yaitu 4,76 mm, dan diikuti dengan urutan ayakan 2,83 mm, 2 mm, 1 mm, dan 0,279 mm. Proses pemindahan dilakukan sebagai berikut: (1) Agregat dengan ukuran antara 8 mm dan 4,76 mm diletakkan pada ayakan 4,76 mm; (2) Agregat dengan ukuran antara 4,76 mm dan 2,83 mm diletakkan pada ayakan 2,83 mm; (3) Agregat dengan ukuran antara 2,83 mm dan 2 mm diletakkan pada ayakan 2 mm.

Selanjutnya, saringan dipasang pada wadah (ember besar) yang berisi air. Proses pengayakan dilakukan selama 5 menit dengan frekuensi sekitar 35 getaran per menit dan amplitudo 3,75 cm. Setelah proses pengayakan, tanah yang terkumpul pada setiap ayakan dipindahkan ke dalam aluminium foil, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 130 °C hingga kering. Setelah proses pengeringan selesai, setiap fraksi agregat yang terdapat pada masing-masing ayakan ditimbang. Selanjutnya, perhitungan Indeks Kemantapan Agregat dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Kemantapan Agregat} = \frac{1}{RBD \text{ Kering} - RBD \text{ Basah}} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan : RBD kering = Rerata berat diameter dari hasil pengayakan kering, RBD basah = Rerata berat diameter dari pengayakan basah.

Variabel pendukung yang diamati dalam penelitian ini meliputi kandungan C-organik tanah, produksi tanaman kacang hijau, dan bobot kering akar tanaman kacang hijau. Analisis kandungan C-organik dilakukan dengan menimbang 1 g sampel tanah kering udara, yang kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berukuran 100 mL. Selanjutnya, ditambahkan 10 mL larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 1N, dan campuran dikocok menggunakan alat shaker selama 30 menit. Setelah itu, 20 mL asam sulfat pekat (H_2SO_4) ditambahkan dan larutan dikocok kembali, lalu didiamkan selama 30 menit dengan sesekali dikocok. Setelah reaksi selesai, ditambahkan 100 mL air suling, 5 mL asam fosfat (H_3PO_4), dan 1 mL indikator difenilamin. Campuran tersebut kemudian dititrasi dengan larutan besi(II) sulfat ($FeSO_4$) 1N hingga warna larutan berubah menjadi hijau, dan volume titrasi dicatat. Kandungan karbon organik tanah selanjutnya dihitung menggunakan rumus berikut berdasarkan volume titrasi dan konsentrasi larutan yang digunakan.

$$\% C - \text{Organik} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times (1 - \frac{VB}{VS})}{\text{Berat sampel tanah}} \times 0,3886 \quad (6)$$

Keterangan : VB = ml titrasi blanko, VS = ml titrasi sampel.

Pengukuran produksi tanaman kacang hijau dilakukan dengan mengambil bijinya dari tiga sampel tanaman dari setiap petak percobaan pada saat panen. Biji kacang hijau hasil panen dari

masing-masing petak kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik. Hasil timbangan tersebut dikonversi menjadi satuan ton per hektar untuk memperoleh data produksi tanaman. Penentuan bobot kering akar dilakukan dengan mengambil tiga sampel tanaman kacang hijau dari petak pengamatan berukuran 4 m × 6 m, dengan memastikan akar tidak terpotong. Tanaman dipanen dengan cara memotong bagian atas tanaman dan mencabut akarnya secara utuh. Akar kemudian dicuci bersih untuk menghilangkan tanah yang menempel. Selanjutnya, sampel akar dikeringkan dalam oven pada suhu 70 °C selama 48 jam. Setelah kering, akar ditimbang dan hasilnya dicatat sebagai bobot kering akar.

Data utama yang diamati dalam penelitian ini adalah kemantapan agregat tanah, yang dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) setelah terlebih dahulu diuji asumsi homogenitas varians dan aditivitas data. Selain itu, untuk penentuan tingkat kemantapan agregat didasarkan pada klasifikasi menurut Rachman (2003) dalam Afandi (2019). Selain itu, data dari variabel pendukung, seperti kandungan C-organik, bobot kering akar, dan produksi tanaman juga dianalisis dengan prosedur yang sama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Kemantapan Agregat

Hasil analisis ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan sistem olah tanah memberikan pengaruh yang nyata terhadap kemantapan agregat tanah. Sebaliknya, perlakuan pemupukan nitrogen jangka panjang tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan, demikian pula interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kemantapan agregat tanah. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem olah tanah memiliki peran penting dalam mempengaruhi kemantapan agregat. Sebagaimana dikemukakan oleh Utomo (2016), pengolahan tanah merupakan salah satu faktor utama yang menentukan tingkat kemantapan agregat tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Rahwuni *et al.*, (2020) juga menunjukkan bahwa penerapan sistem olah tanah yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas agregat tanah. Perbedaan dalam metode olah tanah, seperti antara sistem olah tanah konvensional dan minimal, terbukti mempengaruhi kemantapan agregat, yang berkontribusi pada peningkatan kualitas tanah secara keseluruhan.

Tabel 2. Ringkasan Analisis Ragam Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Kemantapan Agregat Tanah

Sumber Keragaman	Signifikansi
Kelompok	*
Perlakuan	*
Nitrogen (N)	tn
Olah Tanah (T)	*
Interaksi (N x T)	tn

Keterangan: tn = Tidak berpengaruh nyata; * = Berpengaruh nyata.

Tabel 3. Hasil Uji BNT Sistem Olah Tanah terhadap Kemantapan Agregat Tanah

Sistem Olah Tanah	Kemantapan Agregat (%)	Harkat*
Olah Tanah Intensif	41,97 a	Kurang Mantap
Olah Tanah Minimum	56,44 b	Agak Mantap
Tanpa Olah Tanah	71,00 c	Mantap

BNT 5% = 6,35

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berpengaruh nyata menurut uji BNT 5%; * = menurut Rachman (2003) dalam Afandi (2019).

Hasil uji BNT (Tabel 3) menunjukkan bahwa kemantapan agregat tanah pada perlakuan tanpa olah tanah berbeda nyata dan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan olah tanah minimum dan olah tanah intensif. Nilai kemantapan agregat pada masing-masing perlakuan adalah 71,00 untuk perlakuan tanpa olah tanah, 56,44 untuk perlakuan olah tanah minimum, dan 41,97 untuk perlakuan olah tanah intensif. Berdasarkan klasifikasi Rachman (2003 dalam Afandi, 2019), harkat kemantapan agregat menunjukkan bahwa kemantapan agregat tanah pada perlakuan tanpa olah tanah termasuk dalam kategori mantap, sementara perlakuan olah tanah minimum termasuk dalam kategori agak mantap dan perlakuan olah tanah intensif dalam kategori kurang mantap.

Kemantapan agregat terbaik terdapat pada perlakuan tanpa olah tanah dibandingkan dengan olah tanah minimum dan olah tanah intensif. Hal ini diduga disebabkan oleh perlakuan tanah yang tidak diolah serta keberadaan serasah tanaman yang berfungsi sebagai mulsa, yang berkontribusi terhadap kemantapan agregat tanah pada sistem tanpa olah tanah. Pengolahan tanah yang berlebihan cenderung memecah agregat mantap menjadi agregat yang tidak mantap (Kurnia *et al.*, 2006). Tanaman juga berperan besar dalam pembentukan agregat tanah, salah satunya melalui akar-akar yang mati atau serasah tanaman yang menyumbangkan bahan organik bagi tanah (Afandi, 2019). Hal ini diduga bahwa pada sistem tanpa olah tanah, hasilnya lebih stabil dibandingkan dengan sistem olah tanah, karena penambahan sisa-sisa tanaman sebelumnya yang dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kemantapan agregat.

Menurut Ardiansyah *et al.*, (2015) sistem olah tanah konservasi, yaitu TOT dan OTM, memiliki struktur tanah yang serupa, yaitu blok subangular. Stabilitas struktural dan ketahanan terhadap benturan rata-rata dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan sistem olah tanah intensif (OTI). Meskipun demikian, pada sistem olah tanah intensif masih terbentuk agregat yang dapat terpecah. Sementara itu, menurut Utomo (2006) penerapan teknik budidaya intensif yang dilakukan secara terus-menerus tanpa memperhatikan prinsip perlindungan tanah dapat menyebabkan berkurangnya kandungan bahan organik dan unsur hara lainnya di dalam tanah. Hal ini menjadi perhatian serius, terutama mengingat banyak daerah yang sudah memiliki kandungan bahan organik dan unsur hara yang sangat rendah. Penelitian oleh Huo *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa pengolahan tanah tanpa olah (no-tillage) meningkatkan stabilitas agregat tanah di wilayah irigasi Sungai Kuning, China. Perlakuan tanpa olah memperbaiki distribusi agregat besar dan mengurangi kerentanannya terhadap erosi, sementara pengolahan tanah konvensional dan pengolahan tanah putar/ rotary tillage cenderung menurunkan stabilitas agregat akibat gangguan tanah yang lebih intensif.

3.2 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap C-Organik Tanah pada Masa Panen

Hasil analisis ragam (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan sistem olah tanah, pemupukan nitrogen (N), serta interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan C-organik tanah pada masa panen. Hal ini diduga disebabkan oleh fakta bahwa pengolahan tanah dan pemupukan N yang diterapkan dalam penelitian ini belum cukup efektif untuk mempercepat dekomposisi bahan organik. Akibatnya, proses dekomposisi yang diperlukan untuk meningkatkan kadar C-organik tanah belum terjadi secara optimal pada saat panen.

Pengolahan tanah mungkin tidak dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah jika input bahan organik, seperti serasah atau sisa tanaman, tidak cukup. Jat *et al.*, (2018) menyatakan bahwa tanpa adanya input bahan organik yang memadai, bahkan pengolahan tanah dengan metode yang berbeda sekalipun mungkin tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam kandungan C-organik. Meskipun pengolahan tanah dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah, pengolahan tersebut belum tentu cukup untuk mempercepat dekomposisi bahan organik, terutama jika aktivitas mikroorganisme terbatas atau kurang optimal.

Tabel 4. Ringkasan Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap C-Organik Tanah pada Masa Panen

Sumber Keragaman	Signifikansi
Kelompok	tn
Perlakuan	tn
Nitrogen (N)	tn
Olah Tanah (T)	tn
Interaksi (N x T)	tn

Keterangan: tn= tidak berpengaruh nyata

Liao *et al.*, (2000) menyatakan bahwa meskipun nitrogen dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen yang diperlukan tanaman, peningkatan C-organik di tanah pada masa panen akan sangat bergantung pada aktivitas mikroorganisme dan kecepatan dekomposisi bahan organik. Jika dekomposisi berlangsung lambat, atau jika bahan organik yang terdekomposisi belum dapat sepenuhnya berubah menjadi C-organik yang stabil, maka pada masa panen, kadar C-organik tanah mungkin tidak meningkat secara signifikan, meskipun ada tambahan nitrogen.

3.3 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Bobot Kering Akar pada Masa Panen

Hasil analisis ragam (Tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan sistem olah tanah, pemupukan nitrogen (N), serta interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar pada masa panen. Hal ini diduga disebabkan oleh ketidakmampuan sistem olah tanah dan pemupukan N untuk meningkatkan bobot kering akar secara signifikan pada masa panen. Pengolahan tanah yang tepat, seperti olah tanah konservasi, dapat meningkatkan sifat fisik tanah. Namun, pengolahan tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap bobot kering akar tanaman (Bag *et al.*, 2020). Hal ini mungkin disebabkan oleh keterbatasan input bahan organik yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan akar secara optimal, termasuk dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman.

Liao *et al.*, (2000) menyatakan bahwa meskipun pemupukan nitrogen dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, peningkatan C-organik tanah sangat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dan kecepatan dekomposisi bahan organik. Jika dekomposisi bahan organik berlangsung lambat, meskipun terdapat penambahan nitrogen, peningkatan C-organik yang signifikan mungkin tidak terjadi, sehingga biomassa akar tanaman pada masa panen juga tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

3.4 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Produksi Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Hasil analisis ragam (Tabel 6) menunjukkan bahwa pemupukan nitrogen jangka panjang berpengaruh nyata terhadap produksi kacang hijau, sedangkan perlakuan sistem olah tanah dan interaksi antara keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap produksi kacang hijau. Hasil uji BNT 5% (Tabel 7) menunjukkan bahwa produksi kacang hijau tertinggi diperoleh pada pemupukan nitrogen jangka panjang dengan dosis 50 kg ha⁻¹, dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemupukan nitrogen.

Menurut Putri *et al.*, (2022) peningkatan hasil tanaman yang diperoleh dari pemupukan disebabkan oleh penambahan pupuk ke dalam tanah, yang meningkatkan ketersediaan unsur hara dan memperbaiki kondisi tanah. Penambahan unsur hara ini berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya meningkatkan produksi kacang hijau.

Tabel 5. Ringkasan Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Bobot Kering Akar pada Masa Panen.

Sumber Keragaman	Signifikansi
Kelompok	tn
Perlakuan	tn
Nitrogen (N)	tn
Olah Tanah (T)	tn
Interaksi (N x T)	tn

Keterangan: tn = Tidak berpengaruh nyata

Tabel 6. Ringkasan Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Produksi kacang hijau (*Vigna radiata* L.)

Sumber Keragaman	Signifikansi
Kelompok	tn
Perlakuan	tn
Nitrogen (N)	*
Olah Tanah (T)	tn
Interaksi (N x T)	tn

Keterangan: tn = Tidak berpengaruh nyata; * = Berpengaruh nyata

Tabel 7. Hasil Uji BNT Pengaruh Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Produksi Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Pemupukan Nitrogen	Produksi (Ton ha ⁻¹)
0 kg ha ⁻¹	1,10b
50 kg ha ⁻¹	1,24a
BNT 5% = 0,08	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Meirina *et al.*, (2009) menyatakan bahwa unsur nitrogen dalam pupuk merupakan komponen penting dalam pembentukan zat organik benih, seperti asam amino, protein, koenzim, dan klorofil. Oleh karena itu, pemberian pupuk nitrogen pada tanaman dapat meningkatkan berat kering benih (produksi). Penambahan dosis urea (N) dapat menyediakan unsur nitrogen yang lebih banyak bagi tanaman, sehingga mencukupi kebutuhan nitrogen yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Ketika ketersediaan unsur nitrogen mencukupi pada fase pertumbuhan, proses penyerapan hara dan fotosintesis dapat berjalan dengan baik, yang berkontribusi pada peningkatan akumulasi hasil fotosintesis. Hal ini pada gilirannya memengaruhi pembentukan bobot polong dan biji yang dihasilkan. Pemberian pupuk nitrogen yang tepat mendukung pertumbuhan organ tanaman secara optimal, yang meningkatkan efisiensi fotosintesis, serta memperlancar proses pembentukan polong dan biji.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan tanpa olah tanah menghasilkan kemantapan agregat tertinggi dibandingkan dengan perlakuan olah tanah lainnya. Sementara itu, perlakuan pemupukan nitrogen maupun interaksi antara pemupukan nitrogen dan pengolahan tanah tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kemantapan agregat tanah.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan penelitian kerja sama antara Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Politeknik Negeri Lampung. Penulis mengucapkan terima kasih atas kontribusi kedua

institusi, terutama dalam penyediaan sarana dan prasarana penelitian, dukungan teknis, serta pendanaan yang diberikan, yang sangat berperan dalam kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2019. Fisika Tanah. *Anugrah Utama Raharja*. Bandar Lampung.
- Ardiansyah, R., I.S. Banuwa, & M. Utomo. 2015. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap struktur tanah, bobot isi, ruang pori total dan kekerasan tanah pada pertanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(1): 283-289.
- Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Bekerjasama dengan BPS. 2020. *Neraca Bahan Makanan (NBM) Indonesia 2018-2020*. Kementerian Pertanian.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan Semusim. <https://www.bps.go.id/publication/2019/10/07/9c5dede09c805bc38302ea1c/statistiktanaman-sayuran-dan-buah-buahan-semusim-indonesia-2018.html>. Diakses pada 14 Oktober 2020.
- Jat, L., R.K. Naresh, M.L. Jat, S. Chaturvedi, R. Tiwari, & A. Dev. 2018. Conservation tillage and residue management induced changes in soil organic carbon dynamics and soil microbial biomass in sub-tropical ecosystem: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(5): 2682-2703.
- Kementerian Pertanian. 2017. Laporan Kementerian Pertanian Tahun 2017. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/LAPTAH%202017%20GABUNG.pdf>. Diakses pada 20 September 2020.
- Kurnia, U., F. Agus, A. Dimihardja & A. Dariah. 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jawa Barat.
- Kusumah, J., L.M.R. Hernandez, dan E.G. Mejia. 2020. Antioxidant potential of mung bean (*Vigna radiata*) albumin peptides produced by enzymatic hydrolysis analyzed by biochemical and in silico methods. *Foods*. 9(9): 1241.
- Liao, S., S. Tan, Y. Peng, D. Wang, X. Ni, K. Yue, F. Wu, & Y. Yang. 2020. Increased microbial sequestration of soil organic carbon under nitrogen deposition over China's terrestrial ecosystems. *Ecol Process*. 9(52).
- Meirina, T., S. Darmanti & S. Haryati. 2009. Produktivitas kedelai (*Glycine max* L. Merrill) var. Lakon yang diperlakukan dengan pupuk organik cair lengkap pada dosis dan waktu pemupukan yang berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 17(2): 1-14.
- Pulung, M. A. 2005. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Putri, Z., J. Lumbanraja, H. Novpriansyah & M. Utomo. 2022. Pengaruh olah tanah dan pemupukan terhadap pertumbuhan, produksi, dan hara terangkut (C, N, P, K) tanaman kacang hijau (*Vigna Radiata* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(1): 67-74.
- Rahmianna, A. A., T. Basuki, M. Kote, Y.L. Seran, dan R.C.N. Rachaputi. 2021. Increasing productivity of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) under subsistence farming in Eastern Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 911(1): 012029.
- Rahwuni, A., J. Lumbanraja, H. Norvpriansyah, dan M. Utomo. 2020. Pengaruh olah tanah dan pemupukan terhadap stabilitas agregat tanah dan biomassa akar dalam tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di lahan kering Gedung Meneng pada musim tanam ke-3. *Journal of Tropical Upland Resources*. 2(2): 276-286.
- Utomo, M., T. Sabrina, Sudarsono, J. Lumbanraja, B. Rusman & Wawan. 2016. *Ilmu Tanah: Dasar-dasar dan Pengelolaan*. Penerbit Kencana. Jakarta.
- Utomo, M. 2012. *Tanpa Olah Tanah Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utomo, M. 2006. *Olah Tanah Konservasi. Hand Out Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.