

**PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT TERHADAP KEMANTAPAN
AGREGAT PADA PERTANAMAN JAGUNG DI CAMPANG RAYA**

Skripsi

Oleh:

**MUHAMMAD IQBAL SUHANDI
2014181032**



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

**PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT TERHADAP KEMANTAPAN
AGREGAT PADA PERTANAMAN JAGUNG DI CAMPANG RAYA**

Oleh

MUHAMMAD IQBAL SUHANDI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

THE EFFECT OF HUMIC ACID APPLICATION ON AGGREGATE STABILITY IN CORN PLANTATIONS IN CAMPANG RAYA

By

Muhammad Iqbal Suhandi

Ultisol soil with a clayey texture that often undergoes tillage generally has low soil physical properties. Clayey clay soil tends to have a high clay content, so the soil aggregate becomes dense and brittle. As a result, soil fertility becomes low due to unstable aggregate stability which can affect the availability of water in the soil and the availability of nutrients in the soil. Efforts that can be made to improve the stability of soil aggregates are by adding humic acid. This research aims to study the effect of humic acid application on the stability of clayey clay aggregates as well as supporting variables for the distribution of soil aggregates and soil organic C. This research method used a Randomized Block Design (RAK) with 4 replications and 7 treatments, namely, A = Control, B = (N; 350 kg/ha + P; 100 kg/ha + K; 75 kg/ha), C = (N; 262.50 kg/ha + P; 75 kg/ha + K; 56.25 kg/ha), D = 5 kg/ha Humic Acid + $\frac{3}{4}$ NPK, E = 10 kg/ha Humic Acid + $\frac{3}{4}$ NPK, F = 12,5 kg/ha Humic Acid + $\frac{3}{4}$ NPK, G = 15 kg/ha Humic Acid + 1 NPK. Aggregate stability analysis was carried out using the dry sieve and wet sieve methods. Aggregate distribution analysis was carried out using the visual assessment method and analysis of organic C content using the Walkley and Black method. The data is analyzed quantitatively by comparing the results of the analysis with the existing class determination criteria. Then the data was analyzed of variance to find out whether there was a real effect from the treatment given. The results of this research indicate that the application of humic acid has not been able to improve the stability of soil aggregates, however the E = 10 kg/ha humic acid + $\frac{3}{4}$ NPK treatment shows the highest value among other humic acid treatments.

Keywords : *Clayey clay soil, aggregate stability, aggregate distribution, C-organic, humic acid, dry and wet sieve.*

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT PADA PERTANAMAN JAGUNG DI CAMPANG RAYA

Oleh

Muhammad Iqbal Suhandi

Tanah ultisol dengan tekstur lempung berliat yang sering mengalami pengolahan tanah umumnya mempunyai sifat fisik tanah yang rendah. Tanah lempung berliat cenderung memiliki kandungan lempung yang tinggi, sehingga agregat tanah menjadi padat dan rapuh. Akibatnya kesuburan tanah nya menjadi rendah akibat kemantapan agregat yang tidak stabil yang dapat mempengaruhi ketersediaan air dalam tanah dan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kemantapan agregat tanah yaitu dengan menambahkan asam humat. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh aplikasi asam humat terhadap kemantapan agregat tanah lempung berliat serta variabel pendukung distribusi agregat tanah dan C-organik tanah. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 ulangan dan 7 perlakuan yaitu, A = Kontrol, B = (N;350 kg/ha + P;100 kg/ha + K;75 kg/ha), C = (N;262,50 kg/ha + P;75 kg/ha + K;56,25 kg/ha), D = 5 kg/ha Asam Humat + $\frac{3}{4}$ NPK, E = 10 kg/ha Asam Humat + $\frac{3}{4}$ NPK, F = 12,5 kg/ha Asam Humat + $\frac{3}{4}$ NPK, G = 15 kg/ha Asam Humat + 1 NPK. Analisis kemantapan agregat dilakukan dengan metode ayakan kering dan ayakan basah. Analisis distribusi agregat dilakukan dengan metode *visual assesment* dan analisis kandungan C-organik dengan metode *Walkley and Black*. Data di analisis secara kuantitatif dengan membandingkan hasil analisis dengan kriteria kelas penetapan yang ada. Kemudian data di analisis ragam untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan yang diberikan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi asam humat belum mampu untuk memperbaiki kemantapan agregat tanah, namun perlakuan E = 10 kg/ha asam humat + $\frac{3}{4}$ NPK menunjukkan nilai tertinggi diantara perlakuan asam humat lainnya.

Kata kunci : Tanah lempung berliat, kemantapan agregat, distribusi agregat, C-organik, asam humat, ayakan kering dan basah.

Judul Skripsi : **PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT
TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT
PADA PERTANAMAN JAGUNG DI
CAMPANG RAYA.**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Iqbal Suhandi**

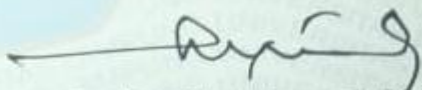
Nomor Pokok Mahasiswa : **2014181032**

Program Studi : **Ilmu Tanah**

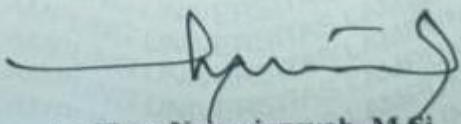
Fakultas : **Pertanian**




Dr. Ir. Afandi, M.P.
NIP 196611031988031003


Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah


Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Afandi, M.P.

Sekretaris : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.

Penguji : Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si.

2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Juni 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang menandatangani pernyataan ini menegaskan bahwa saya sendiri yang membuat skripsi berjudul **"Pengaruh Aplikasi Asam Humat Terhadap Kemantapan Agregat Pada Pertanaman Jagung di Campang Raya"**. Penelitian ini menggunakan dana mandiri dosen dan merupakan penelitian bersama dengan dosen Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yaitu :

1. Dr. Ir . Afandi, M.P.
2. Ir. Hery Novpriasnyah, M.Si.
3. Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si.
4. Dedy Prasetyo, S.P., M.Si.

Semua isi skripsi telah mematuhi pedoman penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Saya bersedia menerima sanksi akademik jika skripsi ini terbukti salinan atau dibuat oleh orang lain.

Bandar Lampung, 13 Juni 2024

Penulis,



Muhammad Iqbal Suhandi
NPM 2014181032

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Iqbal Suhandi. Penulis dilahirkan di Sukabumi pada tanggal 21 Juli 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Andi Suhandi dan Ibu Olis Kurnia. Penulis memulai pendidikan formalnya di TK Mutmainatul Ardhi pada tahun 2006-2007, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar SDN 1 Pondokkaso Tonggoh pada tahun 2007-2013. Penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Cicurug pada tahun 2013-2016 dan kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Parungkuda pada tahun 2016-2019.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada tahun 2023 bulan Januari hingga Februari, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Kenali, Kec. Belalau, Kab. Lampung Barat. Penulis melaksanakan Praktik Umum di PT. Pemukasakti Manisindah pada bulan Juni hingga Agustus tahun 2023.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi internal kampus, yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Universitas Lampung (Gamatala) sebagai Anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan periode 2021/2022, kemudian menjadi Ketua Bidang Penelitian dan Pengembangan periode tahun 2023. Penulis memiliki pengalaman menjadi asisten praktikum beberapa mata kuliah, yaitu Dasar-Dasar Ilmu Tanah dan Fisika Tanah.

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”

(QS. Al-Baqarah 2 : 216)

“Fortis, Fortuna, Adiuvat.”

(Jhon Wick)

“Ibu merakit tubuhku menjadi mesin penghancur badai,
menjadi kapal penakluk gelombang, lantas tak layak
jika aku tumbang karena diterpa gerimis.”

(Boy Candra)

"Masa depan boleh dirancang, tetapi tidak boleh
untuk ditakuti dan dikhawatirkan."

(Dr. Fahrudin Faiz)

“Hiduplah dengan sepenuh hati, karena itulah yang hanya kita miliki”

(Muhammad Iqbal Suhandi)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT atas segala kenikmatan dan anugerah-Nya yang tidak terbatas, sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Asam Humat Terhadap Kemantapan Agregat Pada Pertanaman Jagung di Campang Raya”**. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi sebagian syarat utama dalam mencapai gelar Sarjana Pertanian, pada Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dan membantu dalam proses penelitian maupun dalam penyelesaian skripsi, yaitu kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan dosen pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, saran, nasihat, dan motivasi serta 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, dan motivasi serta membimbing penulis dalam melaksanakan rangkaian proses penelitian hingga penulisan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si. selaku dosen penguji dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran, kritik, arahan dan motivasi kepada penulis untuk penyempurnaan 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 karyawan di Jurusan Ilmu Tanah atas semua bantuan dan kerjasama yang telah diberikan.
7. Ibuku tercinta ibu Olis Kurnia, yang selalu memberikan doa dan dukungan serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
8. Rekan-rekan seperjuangan Ilmu Tanah 2020 yang selalu kebersamai, memberikan doa, dukungan, motivasi, nasihat, kritik dan saran, serta memberikan banyak pengalaman baru selama penulis menjalankan studi.
9. Keluarga Gamatala (Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila) yang sudah memberikan banyak pengalaman luar biasa dalam hidup penulis.
10. Semua pihak yang telah berjasa dan terlibat dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga Allah SWT membalas atas segala kebaikan Bapak, Ibu, dan rekan-rekan semua.

Akhir kata, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini dan jauh dari kata sempurna. Penulis akan sangat senang jika menerima berbagai masukan, saran, nasihat, dan kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun dan menyempurnakan agar lebih baik lagi dimasa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. Terimakasih.

Bandar Lampung, 13 Juni 2024

Penulis,

Muhammad Iqbal Suhandi

NPM 2014181032

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
I. PENDAHULUAN	6
1.1. Latar Belakang	6
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan.....	8
1.4 Kerangka Pemikiran	8
1.5 Hipotesis	10
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Tanah Ultisol	12
2.2 Struktur Dan Agregasi Tanah.....	13
2.3 Kemantapan Agregat.....	15
2.4 Asam Humat.....	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4.1 Persiapan Lahan.....	20
3.4.2 Pengaplikasian Asam Humat.....	20
3.4.3 Penanaman	21
3.4.4 Pemeliharaan.....	21
3.4.5 Sampling Tanah	21
3.4.6 Pemanenan	22
3.5 Variabel Pengamatan.....	22

3.5.1 Variabel Utama	23
3.5.2 Variabel Pendukung.....	25
3.6 Analisis Data dan Penyajian Hasil	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil.....	29
4.1.1 Analisis Sampel Tanah Awal.....	29
4.1.2 Kemantapan Agregat	30
4.1.3 Distribusi Agregat.....	32
4.1.4 C-Organik Tanah	34
4.1.5 Uji Korelasi Indeks Kemantapan Agregat dengan kandungan C-Organik Tanah	36
4.2 Pembahasan	37
V. SIMPULAN DAN SARAN	31
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Kerangka Pemikiran.....	8
Gambar 2. Mekanisme Pembuatan Asam Humat.....	16
Gambar 3. Plot Lahan Penelitian.....	20
Gambar 4. Visual Scoring Pada Agregat Tanah (Shepherd, 2008).....	26
Gambar 5. Visual Assessment Perlakuan A (Kontrol).....	63
Gambar 6. Visual Assessment Perlakuan B (1 N+P+K).....	63
Gambar 7. Visual Assessment Perlakuan C (3/4 N+P+k).....	63
Gambar 8. Visual Assessment Perlakuan D (1/2 Asam Humat)	64
Gambar 9. Visual Assessment Perlakuan E (1 Asam Humat).....	64
Gambar 10. Visual Assessment Perlakuan F (1 ½ Asam Humat).....	64
Gambar 11. Visual Assessment Perlakuan G (1 ¾ Asam Humat).....	65
Gambar 12. Proses Penanaman Bibit Jagung.....	66
Gambar 13. Pengukuran Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Dan Jumlah Daun.....	66
Gambar 14. Proses Pengambilan Sampel Tanah.....	67
Gambar 15. Proses Pengukuran Berat dan Panjang Jagung Setelah Panen.....	67
Gambar 16. Analisis Ayakan Kering.....	68
Gambar 17. Penjenuhan Tanah Menggunakan Burret.....	68
Gambar 18. Analisis Ayakan Basah.....	68
Gambar 19. Sampel Tanah Yang Akan Di Oven Setelah Di Ayak.....	69
Gambar 20. Pembuatan Larutan Analisis C-Organik Metode <i>Walkley and Black</i>	69
Gambar 21. Proses Persiapan Analisis Kandungan C-Organik.....	69
Gambar 22. Proses Kalibrasi Pada Analisis Kandungan C-Organik.....	70
Gambar 23. Peta Jenis Tanah Kecamatan Sukabumi, Kota Bandar Lampung.....	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perlakuan Uji Efektivitas Asam Humat	18
Tabel 2. Variabel Pengamatan	21
Tabel 3. Perhitungan Kemantapan Agregat Tanah Ayakan Kering dan Ayakan Basah	23
Tabel 4. Interpretasi Perhitungan Ayakan Kering dan Ayakan Basah.....	24
Tabel 5. Perkiraan Penilaian Distribusi Agregat Tanah Berdasarkan Hasil Presentase Ayakan	24
Tabel 6. Kriteria Penetapan C-Organik.....	26
Tabel 7. Analisis Sampel Tanah Awal.....	28
Tabel 8. Hasil Analisis Kemantapan Agregat.....	30
Tabel 9. Analisis Ragam Indeks Kemantapan Agregat Akibat Penambahan Asam Humat.....	31
Tabel 10. Rata-Rata Persentase (%) Hasil Ayakan Agregat Tanah.....	32
Tabel 11. Rerata Berat Diameter (RBD) Agregat Tanah.....	32
Tabel 12. Kandungan C-Organik Tanah.....	33
Tabel 13. Hasil Uji Analisis Ragam Pada Penambahan Asam Humat Terhadap Kandungan C-Organik Tanah.	34
Tabel 14. Uji Korelasi Indeks Kemantapan Agregat Dengan Kandungan C-Organik Tanah.	35
Tabel 15. Data Hasil Analisis Ayakan Kering Perlakuan A (Kontrol).....	48
Tabel 16. Data Hasil Analisis Ayakan Kering Perlakuan B (1 N+P+k).....	48
Tabel 17. Data Hasil Analisis Ayakan Kering Perlakuan C (3/4 N+P+K).....	49
Tabel 18. Data Hasil Ayakan Kering Perlakuan D (1/2 Asam Humat).....	49
Tabel 19. Data Hasil Ayakan Kering Perlakuan E (1 Asam Humat).....	50
Tabel 20. Data Hasil Ayakan Kering Perlakuan F (1 ½ Asam Humat).....	50

Tabel 21. Data Hasil Ayakan Kering Perlakuan G ($1 \frac{3}{4}$ Asam Humat)	51
Tabel 22. Data Ayakan Basah Perlakuan A (Kontrol).....	51
Tabel 23. Data Ayakan Basah Perlakuan B (1 N+P+K).....	52
Tabel 24. Data Ayakan Basah Perlakuan C ($\frac{3}{4}$ N+P+K).....	52
Tabel 25. Data Ayakan Basah Perlakuan D ($\frac{1}{2}$ Asam Humat).....	53
Tabel 26. Data Ayakan Basah Perlakuan E (1 Asam Humat).....	53
Tabel 27. Data Ayakan basah perlakuan F ($1 \frac{1}{2}$ Asam Humat).....	54
Tabel 28. Data Ayakan Basah Perlakuan G ($1 \frac{3}{4}$ Asam Humat).....	54
Tabel 29. Tabel Hasil Analisis Kemantapan Agregat Tanah.....	55
Tabel 30. Tabel Hasil Ayakan Distribusi Agregat Tanah.....	56
Tabel 31. Data Persentase Hasil Ayakan Distribusi Agregat Tanah.....	57
Tabel 32. Kandungan C-Organik Tanah.....	58
Tabel 33. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Asam Humat Terhadap Indeks Kemantapan Agregat Tanah	58
Tabel 34. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Asam Humat Terhadap Indeks Kemantapan Agregat Tanah.....	59
Tabel 35. Uji Homogenitas Ragam Hasil Kandungan C-Organik Terhadap Indeks Kemantapan Agregat Tanah.	59
Tabel 36. Analisis Ragam Hasil Kandungan Asam Humat Terhadap Indeks Kemantapan Agregat Tanah.....	60
Tabel 37. Uji Korelasi Antara Indeks Kemantapan Agregat Dengan Kandungan C-Organik Tanah.....	60

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lahan yang cenderung kering dan bersifat asam mempunyai potensi yang dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sektor pertanian melalui penerapan inovasi teknologi dalam pengelolaan dan kesesuaian lahan. Dengan demikian, produktivitas tanaman yang dihasilkan dapat meningkat. Salah satu jenis Ordo tanah pada lahan kering masam adalah Ultisol, yang mencakup sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia atau sekitar 45.794.000 hektar, menjadikannya jenis lahan kering masam terluas di negara Indonesia (Subagyo dkk., 2004). Menurut Hakim dkk., (1986) Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang mempunyai jenis Ordo ultisol dengan penyebaran yang lumayan luas. Meskipun ordo tanah ini mempunyai potensi untuk pengembangan sektor pertanian, tetapi ordo tanah ini tergolong ke dalam lahan marginal yang mempunyai kesuburan yang rendah. Terlebih pada tanah-tanah yang sering mengalami pengolahan seperti pembajakan secara manual maupun menggunakan alat-alat mekanik. Akibatnya, kondisi tanah pada lahan akan semakin buruk, terlebih sifat fisiknya yang rentang akan kerusakan agregat-agregat dan kehilangan struktur.

Ordo tanah ultisol dicirikan dengan kemantapan agregat yang kurang stabil, rentan terjadi pemadatan tanah, pH dan bahan organik juga rendah. Kemantapan agregat dan kandungan bahan organik memengaruhi kemampuan tanah dalam mempertahankan air dan unsur hara. Bahan organik tanah berfungsi sebagai perekat partikel tanah. Agregat yang tidak stabil dan kadar bahan organik yang rendah dapat mempermudah tanah untuk hancur, sehingga mengakibatkan

penurunan jumlah pori-pori tanah yang dapat mempengaruhi laju aerasi, infiltrasi dan penetrasi akar tanaman (Shalsabila dkk., 2017).

Penambahan bahan organik pada lahan-lahan yang memiliki masalah utama terkait sifat fisik tanah yang buruk, seperti kepadatan tinggi, ketahanan penetrasi yang tinggi, dan retensi air yang rendah, umumnya menghasilkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia. Penambahan asam humat pada tanah memiliki kemampuan untuk memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan populasi organisme tanah. Organisme seperti jamur berperan dalam meningkatkan sifat fisik dari butir-butir tanah yang mendasar, cendawan menyatukan butir tanah menjadi agregat, dan bakteri berfungsi sebagai bahan perekat yang menyatukan agregat tersebut (Khaled dan Fawy, 2011).

Salah satu bahan organik yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah adalah asam humat karena harganya yang relatif lebih murah, mudah untuk didapatkan, penggunaannya dalam jumlah yang sedikit, dan kaya akan manfaat. Menurut Ihdaryanti (2011), asam humat memegang peranan krusial dalam meningkatkan agregasi tanah karena mampu meningkatkan aerasi dan perkolasi, serta merangsang pembentukan struktur tanah yang optimal dan mudah diolah. Humus atau senyawa humat yang berasal dari bahan organik dapat berinteraksi dengan partikel tanah, membentuk granulasi yang berfungsi sebagai pengikat antar partikel tanah. Hal ini mengurangi kemungkinan terjadinya dispersi butir tanah, karena faktor-faktor ini secara bersama-sama memengaruhi stabilitas agregat tanah. Penambahan asam humat pada tanah ultisol yang sering mengalami pengolahan tanah ini diharapkan dapat memperbaiki kemantapan agregat dan dapat meningkatkan kandungan unsur hara yang ada. Sehingga dengan ditambahkannya asam humat ini dapat meningkatkan produktivitas tanaman yang ada.

Penambahan asam humat pada tanah ultisol yang sering mengalami pengolahan tanah ini diharapkan dapat memperbaiki kemantapan agregat sehingga laju infiltrasi, aerasi, penetrasi akar tanaman menjadi semakin baik. Diharapkan dengan demikian dapat meningkatkan produktivitas hasil pertanian yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

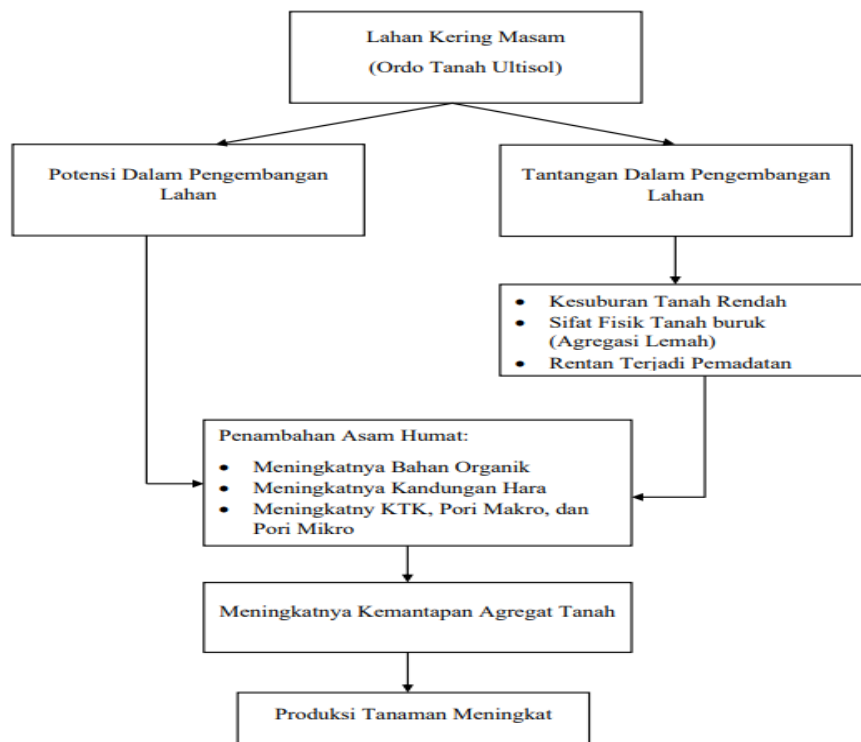
1. Apakah pengaplikasian asam humat mampu meningkatkan harkat kemantapan agregat tanah pada lahan di Campang Raya?
2. Berapakah dosis asam humat yang berpengaruh nyata terhadap indeks kemantapan agregat tanah pada lahan di Campang Raya?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis pengaruh aplikasi asam humat dalam meningkatkan harkat kemantapan agregat tanah pada lahan di Campang Raya
2. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat tanah pada lahan di Campang Raya.

1.4 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Lahan kering masam adalah suatu jenis tanah yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi (pH rendah) dan umumnya terletak di daerah yang cenderung kering. Ciri khas lahan kering masam melibatkan kondisi fisik dan kimia tertentu yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman dan produktivitas lahan. Tanah ini sering kali ditandai dengan tingginya konsentrasi ion Al dan Fe serta risiko kekeringan, yang dapat membatasi ketersediaan nutrisi dan air bagi tanaman. Ordo tanah ultisol termasuk ke dalam jenis lahan kering masam (Subagyo, 2004). Menurut Sukarman dan Suharta (2010), dengan meningkatnya permintaan akan pangan, sektor pertanian dihadapkan pada tuntutan untuk meningkatkan produksi pertanian. Upaya meningkatkan produksi pertanian dapat dilakukan melalui perluasan lahan tanam dan peningkatan produktivitas tanaman. Pemanfaatan lahan kering menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan produksi pertanian nasional. Meskipun produktivitas lahan kering saat ini masih lebih rendah dibandingkan dengan agroekosistem lainnya, potensi luasannya sangat besar. Tidak hanya produktivitas yang rendah, indeks pertanamannya juga belum optimal karena ketersediaan air menjadi faktor pembatas dalam pertanian, sehingga tidak dapat dilakukan sepanjang tahun (Abdurachman, 2008).

Lahan kering masam (Ultisol) rentan terhadap pemadatan akibat sejumlah karakteristiknya. Kandungan liat yang tinggi dalam Ultisol dapat menyebabkan partikel-partikel tanah saling menempel, meningkatkan risiko pemadatan. Kemampuan drainase yang buruk dalam tanah ini juga menjadi faktor penting, karena air yang tidak dapat mengalir dengan baik dapat meningkatkan tekanan air tanah dan menyebabkan pemadatan. Struktur tanah yang lemah atau agregat yang kurang kuat dalam Ultisol dapat menyebabkan deformasi yang lebih mudah terjadi. Selain itu, iklim tropis yang cenderung mendukung hujan intens dapat meningkatkan kadar air tanah, memperburuk risiko pemadatan. Aktivitas pertanian yang melibatkan penggunaan mesin berat atau traktor juga dapat berkontribusi pada pemadatan, terutama jika dilakukan dalam kondisi tanah yang lembab (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Kondisi agregat tanah menjadi faktor penting dalam praktik budidaya pertanian atau perkebunan, karena keberadaan agregat tanah yang stabil memberikan

dukungan optimal untuk pertumbuhan tanaman. Ini khususnya berpengaruh pada perkembangan sistem akar tanaman, yang pada gilirannya memengaruhi porositas, aerasi, dan kemampuan tanah dalam menahan air. Apabila kondisi agregat tanah kurang stabil, gangguan terhadap tanah dapat dengan mudah merusaknya, menyebabkan partikel yang hancur menutupi pori-pori tanah. Hal ini dapat mengakibatkan peningkatan bobot isi tanah, buruknya aerasi tanah, dan permeabilitas yang menjadi lebih lambat (Santi dkk., 2008).

Sangeetha dkk., (2006) menjelaskan bahwa asam humat mempunyai pengaruh yang nyata dalam memperbaiki dan meningkatkan sifat-sifat tanah seperti aerasi, agregasi, permeabilitas, dan kapasitas tanah menahan air. Asam humat, dalam konteks sifat fisik tanah, berperan sebagai agen granulator atau memperbaiki struktur tanah. Kemampuan asam humat dalam membentuk kompleks dengan tanah mudah terjadi karena peningkatan jumlah mikroorganisme tanah seperti jamur, cendawan, dan bakteri. Cendawan dapat menggabungkan partikel tanah menjadi agregat, sementara bakteri bertindak sebagai bahan perekat yang menyatukan agregat. Peran jamur adalah meningkatkan sifat fisik partikel-partikel tanah primer, yang pada akhirnya membuat tanah menjadi lebih gembur, memiliki struktur remah, dan relatif lebih ringan (Wawan, 2017). Pernyataan ini didukung oleh Atmojo (2003), bahwa Penambahan bahan organik memiliki peran penting dalam pembentukan agregat tanah yang stabil karena tanah menjadi lebih cenderung membentuk kompleks dengan bahan organik tersebut. Proses ini dipicu oleh peningkatan populasi mikroorganisme tanah seperti jamur dan cendawan akibat aplikasi bahan organik. Miselia dari jamur dan cendawan akan membantu mengikat partikel-partikel tanah primer, membentuk agregat.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, maka didapatkan hipotesis sebagai berikut:

1. Penambahan berbagai dosis asam humat mampu meningkatkan nilai indeks kemantapan agregat tanah pada lahan di Campang Raya.

2. Penambahan asam humat pada perlakuan G (15 kg/ha Asam Humat + 1 NPK) berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat tanah di Campang Raya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ultisol

Ordo tanah ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran cukup luas yaitu sekitar 45. 794. 000 ha atau sekitar 25% dari total luas dataran di Indonesia. Secara umum, sebaran tanah Ultisol di wilayah Sumatera cukup luas. Tanah ini memiliki potensi besar untuk diperluas sebagai lahan pertanian, terutama jika didukung oleh manajemen tanaman dan pengelolaan tanah yang tepat (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Menurut Hidayat dan Mulyana (2005), Pemanfaatan lahan kering masam untuk pertanian tanaman pangan, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi, saat ini mencapai luas 12,9 juta hektar. Oleh karena itu, jika dibandingkan dengan potensinya, masih ada peluang yang terbuka untuk pengembangan tanaman pangan. Meskipun demikian, perlu tetap memperhatikan kendala yang dihadapi pada jenis tanah ini, terutama terkait dengan sifat kimia dan fisiknya.

Tanah ultisol termasuk dalam kategori tanah marginal dengan tingkat produktivitas yang rendah. Kandungan unsur hara pada tanah ini umumnya rendah karena terjadi pencucian basa secara intensif, dan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berlangsung dengan cepat. Selain itu, Tanah ultisol juga mempunyai sifat fisik yang kurang baik. Diantaranya yaitu daya serap air yang rendah , teksturnya cenderung lempung berliat, struktur yang kurang mantap, semakin dalam ke dalam tanah mempunyai permeabilitas yang semakin rendah , dan memiliki kemantapan agregat yang buruk (Junedi, 2010).

Secara umum, tanah tersebut cenderung memiliki tingkat keasaman yang sangat rendah hingga agak rendah, berkisar antara 4.1 hingga 5.5 pada skala pH. Jumlah basa yang dapat ditukar biasanya tergolong rendah hingga sedang, dengan kompleks adsorpsi yang didominasi oleh aluminium (Al), dan terdapat sedikit kandungan kation kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa (KB) di lapisan atas tanah umumnya bersifat rendah hingga sedang (Subagyo dkk., 2000).

2.2 Struktur Dan Agregasi Tanah

Struktur tanah mengacu pada susunan dan penggabungan butir-butir tanah primer dan sekunder seperti pasir, debu, dan liat dalam suatu pola atau bentuk tertentu. Struktur tanah mencakup cara partikel-partikel tanah saling berikatan dan membentuk agregat-agregat yang lebih besar. Agregat-agregat ini membentuk pori-pori atau ruang-ruang di dalam tanah yang memengaruhi sifat fisik dan hidrologi tanah, seperti kemampuan retensi air, permeabilitas, dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Utomo, 2015). Struktur tanah terdiri dari partikel-partikel kecil yang membentuk gumpalan-gumpalan. Gumpalan-gumpalan ini terbentuk ketika partikel-partikel seperti pasir, debu, dan liat saling terikat satu sama lain melalui suatu perekat, seperti liat, dan faktor perekat lainnya termasuk bahan organik. Gumpalan-gumpalan kecil ini memiliki variasi dalam bentuk, ukuran, dan kestabilannya (Nurhuda dkk., 2021).

Struktur tanah merupakan salah satu komponen yang penting dalam menentukan subur atau tidaknya suatu tanah. Proses pembentukan struktur tanah terjadi sangat kompleks dan melibatkan beberapa komponen seperti bahan organik dan liat (Sukmawijaya dan Sartohadi, 2019). Struktur tanah terbentuk oleh partikel-partikel tanah seperti pasir, debu, dan liat yang membentuk agregat tanah, menghubungkan satu agregat dengan agregat lainnya. Dengan kata lain, struktur tanah berkaitan dengan agregat tanah dan stabilitasnya. Hubungan erat antara bahan organik dan kemantapan agregat tanah terjadi karena bahan organik berfungsi sebagai perekat antar-partikel (Putra, 2009).

Perkembangan struktur tanah dipengaruhi oleh sejauh mana struktur tanah mampu bertahan terhadap tekanan. Struktur granular dan remah dianggap sebagai struktur yang baik karena memiliki sirkulasi udara yang baik. Dalam struktur ini, unsur hara lebih mudah tersedia karena bentuknya bulat, sehingga mendukung pembentukan pori-pori tanah dengan baik. Tanah yang memiliki struktur yang baik akan memiliki sistem drainase dan aerasi yang optimal, memungkinkan perakaran tanaman untuk menembus tanah dan menyerap larutan tanah dengan lebih efisien (Meli, Sagiman dan Gafur, 2018).

Menurut Utomo dkk., (2016) agregat tanah merupakan suatu kesatuan yang terbentuk dari partikel-partikel tanah yang bersatu membentuk suatu kesatuan yang lebih besar. Agregat terbentuk melalui dua proses, yaitu flokulasi dan fragmentasi. Proses flokulasi terjadi ketika partikel tanah yang sebelumnya tersebar kemudian bersatu membentuk agregat. Sebaliknya, fragmentasi merupakan proses di mana agregat terbentuk pada tanah yang awalnya padat, kemudian pecah menjadi agregat yang lebih kecil.

Struktur tanah dan stabilitas agregatnya mempengaruhi sejumlah karakteristik tanah, seperti keterkaitan dengan air, aerasi, pergerakan akar, infiltrasi, permeabilitas, dan pencucian nutrisi. Struktur tanah atau agregat dari partikel-partikel primer dapat dibedakan menjadi agregat mikro dan agregat makro. Agregat mikro memiliki ukuran antara 0,25 mm hingga 0,5 mm, sementara agregat makro memiliki ukuran hingga 10 mm, dan yang lebih besar dari 10 mm disebut sebagai bongkah (Utomo dkk., 2016).

2.3 Kemantapan Agregat

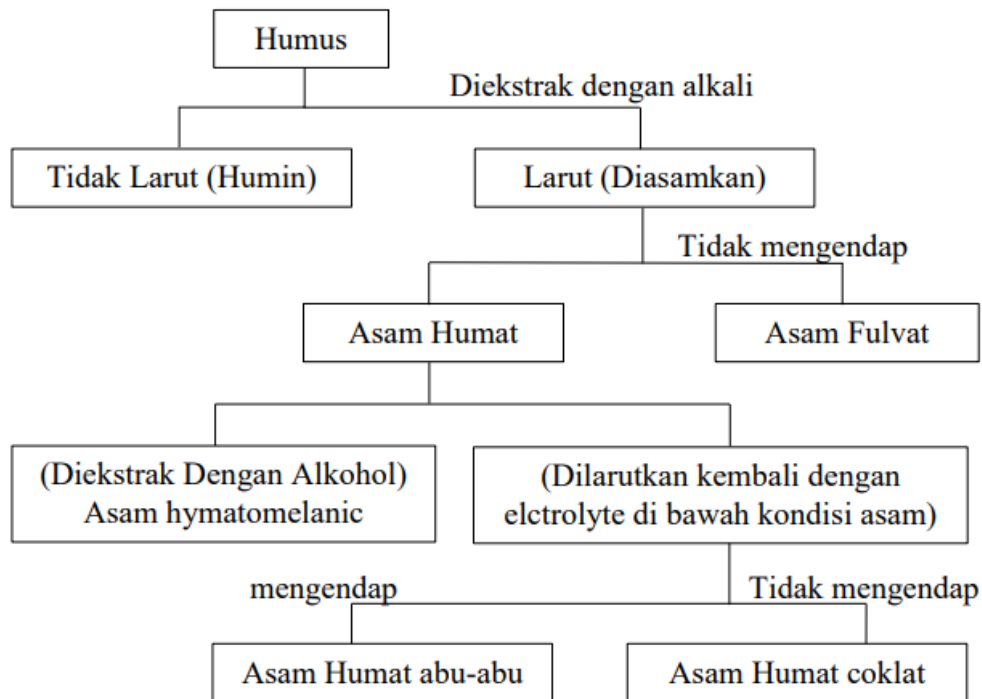
Kemantapan agregat tanah merupakan kemampuan agregat-agregat tanah agar tetap utuh dan partikel-partikelnya tidak menyebar yang disebabkan oleh berbagai gangguan, seperti dampak tetesan air hujan, genangan air, dan peralatan mekanik. Tanah yang menunjukkan kemantapan agregat yang baik akan menunjukkan daya tahan terhadap dispersi dan memiliki kekuatan pengikatan yang baik (Isnawati and Listyarini, 2018). Agregat pada tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu agregat makro dan agregat mikro. Agregat makro terdiri dari partikel tanah yang memiliki ukuran sekitar 10 mm, terbentuk melalui penggabungan butir-butir koloid tanah oleh pengikat koloid seperti koloid liat dan koloid humus. Sementara itu, agregat mikro terdiri dari partikel tanah berukuran 0,25-0,50 mm yang terdapat di lapisan olah tanah (Sarief, 1989).

Kemantapan agregat tanah bisa terpengaruh oleh aktivitas mikroba tanah, proses pengolahan tanah, dan keberadaan tajuk tanaman yang dapat menghalangi tetesan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah. Penilaian kualitas suatu agregat tanah dapat dilihat dari indeks stabilitas agregat tanah dan berat diameter rata-rata (Kurnia dkk., 2006).

2.4 Asam Humat

Asam humat adalah senyawa organik kompleks yang ditemukan secara alami dalam tanah, gambut, dan material organik lainnya. Senyawa ini terbentuk melalui dekomposisi bahan-bahan organik seperti tanaman dan mikroorganisme oleh mikroorganisme tanah. Secara umum, asam humat mempunyai warna hitam kecokelatan. Asam humat dapat larut pada pelarut basa, namun tidak dapat larut pada pelarut asam. Menurut Ahmad dkk., (2015) asam humat mengandung berbagai senyawa kimia, seperti senyawa karboksil ($-\text{COOH}$) dan fenolik ($-\text{OH}$) yang bermuatan negatif, dan dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah. Asam humat khususnya memiliki kandungan fenolik sebesar 300 cmol/kg, karboksil sebesar 433 cmol/kg, dengan total keasaman mencapai 733 cmol/kg, sejalan dengan nilai KTK tanah sebesar 733 cmol/kg.

Mekanisme pembentukan bahan humat selama pelapukan sisa-sisa tanaman dan hewan akibat proses dekomposisi, menurut Stevenson (1982) terdapat pada Gambar 2



Gambar 2. Mekanisme Pembuatan Asam Humat

Asam humat membawa banyak manfaat bagi kesuburan tanah, termasuk perbaikan pada sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Dalam aspek fisik tanah, asam humat membantu mengubah dan memperbaiki struktur tanah. Di tanah yang berat dan padat, asam humat dapat meningkatkan penyerapan air, mencegah retakan tanah, aliran permukaan air, serta erosi tanah. Asam humat juga meningkatkan kemampuan koloid tanah untuk berikatan, mengurangi kelembaban dan kepadatan tanah, sehingga memperbaiki kapasitas penahanan air tanah (Mindari dkk., 2022). Selain itu, menurut Hermanto dkk., (2013) asam humat juga dapat memperbaiki aerasi dan mempertinggi retensi air dalam tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Januardi dkk., (2024) pemberian asam humat dengan dosis tinggi sekitar 8 kg/ha dan dilakukan secara berulang menghasilkan pengaruh yang nyata dalam memperbaiki sifat fisik tanah, diantaranya adalah agregat tanahnya.

Asam humat, sebagai senyawa organik kompleks yang berasal dari bahan organik juga dapat memperbaiki kemantapan agregat tanah. Asam humat membentuk ikatan kimia dengan partikel tanah, membantu menggabungkan mereka ke dalam agregat yang lebih besar dan stabil. Selanjutnya, senyawa ini menyusun partikel-partikel tanah, menciptakan struktur agregat yang terorganisir dan tahan terhadap tekanan. Sebagai bahan pengikat, asam humat juga berperan dalam meningkatkan kekuatan agregat. Tak kalah penting, asam humat merangsang aktivitas mikroorganisme dalam tanah, yang berkontribusi pada pembentukan dan pemeliharaan agregat tanah (Baskoro, 2010)

Secara umum, asam humat membantu dalam memperbaiki kondisi tanah, serta menggendong dan mengalirkan unsur mikro dari tanah ke tanaman. Selain itu, asam humat juga dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air, meningkatkan persentase kecepatan perkecambahan biji, dan merangsang pertumbuhan populasi mikro flora di dalam tanah. Asam humat merupakan produk cair yang berasal dari pemecahan bahan organik, seperti humus atau leonardite. Senyawa ini merupakan elemen krusial dalam larutan pro-bio. Struktur molekul asam humat memberikan keuntungan bagi produksi tanaman dengan berkontribusi pada penataan liat dan pembenahan tanah, penyerapan serta transfer unsur mikro dari tanah ke tanaman, peningkatan daya tahan air, peningkatan persentase tingkat perkecambahan biji, dan merangsang perkembangan populasi mikro flora di dalam tanah. Penting untuk dicatat bahwa asam humat bukanlah pupuk, namun ia membantu penyediaan pupuk (Syehfani, 2000).

Asam humat memiliki peran penting dalam meningkatkan kemantapan agregat tanah dan struktur tanah secara keseluruhan. Dalam proses ini, asam humat berinteraksi dengan partikel-partikel tanah, mencegah partikel-partikel tersebut mengalami degradasi, dan membantu membentuk agregat yang lebih stabil. Asam humat juga berperan dalam memperbaiki struktur tanah dengan merangsang pembentukan agregat yang stabil. Proses ini dapat meningkatkan daya tahan tanah terhadap erosi, meningkatkan retensi air, dan memberikan lingkungan yang lebih baik bagi pertumbuhan tanaman (Kamsurya dkk., 2022).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada awal bulan Oktober 2023 sampai dengan awal bulan Desember 2023. Lokasi penelitian berada di Campang Raya, Bandar Lampung dengan titik koordinat -5.405910° lintang selatan dan 105.297713° bujur timur. Analisis fisika tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Dilakukan pada Bulan Desember 2023-Februari 2024 serta pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan penelitian Desa Campang Raya, Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu, alat bahan yang digunakan di lapangan dan alat bahan yang digunakan di laboratorium. Alat yang digunakan pada saat di lapangan terdiri dari plastik, kotak plastik, sekop, meteran, jangka sorong, spidol, label. Sedangkan alat yang digunakan di laboratorium adalah nampan, buret, ember besar, mangkok plastik, oven, gelas ukur, satu set ayakan (8 mm; 4.75 mm; 2.83 mm; 2 mm; dan 0.5 mm), timbangan digital, corong plastik, dan aluminium foil.

Bahan yang digunakan pada saat di lapangan yaitu sampel tanah awal dan akhir dari lahan Desa Campang Raya, Kecamatan Sukabumi, Kota Bandar Lampung, bibit jagung pipil yang berumur 100 hari, dan bahan berupa asam humat dan pupuk anorganik berupa Urea, Sp-36, dan KCl. Bahan yang digunakan di laboratorium yaitu air destilasi, asam fosfat pekat (H_3PO_4), asam sulfat pekat (H_2SO_4), indikator difenilamin, kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$), larutan NaF 4%, dan sampel tanah.

3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan, masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali ulangan sehingga terdapat 28 petak satuan percobaan. Kemudian, perlakuan yang digunakan adalah pupuk asam humat dengan dosis 10 kg/ha. Berikut merupakan dosis perlakuan secara lengkap:

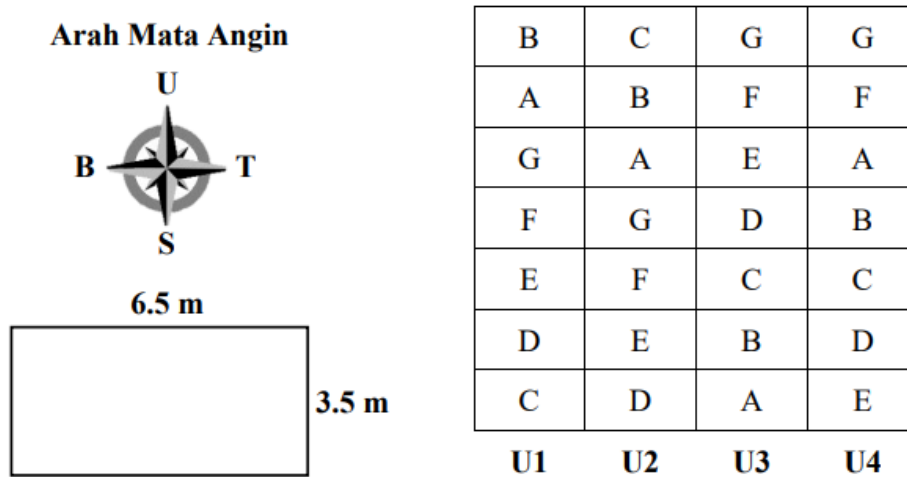
Tabel 1. Perlakuan Uji Efektivitas Asam Humat (Kementan, 2019)

Kode.	Perlakuan	Dosis Pupuk			
		Asam Humat (kg/ha)	Urea (kg/ha)	SP – 36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)
A	Kontrol	0	0	0	0
B	1 NPK	0	350	100	75
C	$\frac{3}{4}$ NPK	0	262,50	75	56,25
D	$\frac{1}{2}$ Asam Humat + $\frac{3}{4}$ NPK	5	262,50	75	56,25
E	1 Asam Humat + $\frac{3}{4}$ NPK	10	262,50	75	56,25
F	1 $\frac{1}{4}$ Asam Humat + $\frac{3}{4}$ NPK	12,5	262,50	75	56,25
G	1 $\frac{1}{2}$ Asam Humat + 1 NPK	15	350	100	75

Keterangan: 1 NPK= 350 kg/ha (Urea);100 kg/ha (Sp-36);75 kg/ha (KCl), 1 Asam Humat= 10 kg/ha.

Perlakuan yang digunakan yaitu asam humat dan pupuk an-organik berupa Urea, Sp-36, dan KCl. Jumlah dari perlakuan sebanyak tujuh perlakuan dengan perlakuan A yaitu kontrol, B yaitu 1 NPK, C yaitu $\frac{3}{4}$ NPK, D yaitu $\frac{1}{2}$ asam humat + $\frac{3}{4}$ NPK, E yaitu 1 asam humat + $\frac{3}{4}$ NPK, F yaitu 1 $\frac{1}{4}$ asam humat + $\frac{3}{4}$ NPK, dan G yaitu 1 $\frac{1}{2}$ asam humat + 1 NPK. Plot perlakuan di bagi menjadi 4 kelompok yang terdiri dari 7 perlakuan.

Berikut merupakan gambar plot percobaan penelitian, arah mata angin dan luas petak:



Gambar 3. Plot Lahan Penelitian

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Lahan

Lahan yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya pernah digunakan untuk menanam cabai merah kemudian, di pergunakan untuk menanam jagung pipil sebagai lahan penelitian. Tidak dilakukan pengolahan tanah pada lahan ini namun, pada saat ditanami cabai dilakukan pemupukan menggunakan pupuk kandang. Petak percobaan yang terdiri dari 28 petak satuan percobaan, dengan ukuran 6.5 m x 3.5 m dan dalam satu petak percobaan terdapat 7 baris.

3.4.2 Pengaplikasian Asam Humat

Proses pengaplikasian asam humat dilakukan 7 hari sebelum penanaman benih jagung pipil. Aplikasi asam humat dilakukan di atas bedengan (bukan disebar) sesuai dengan dosis perlakuan yang sudah ditentukan. Dosis asam humat yang digunakan untuk perlakuan $\frac{1}{2}$ asam humat yaitu 5 kg/ha, untuk perlakuan 1 asam humat yaitu 10 kg/ha, sedangkan untuk perlakuan $1 \frac{1}{4}$ asam humat yaitu 12,5

kg/ha, terakhir untuk perlakuan 1 ½ asam humat adalah 15 kg/ha kemudian dilakukan pembuatan guludan sebagai jalur penanaman benih jagung.

3.4.3 Penanaman

Penanaman benih jagung pipil dilakukan satu minggu setelah aplikasi pupuk asam humat. Benih jagung pipil yang digunakan dalam penelitian ini berjenis hibrida. Penanaman benih jagung pipil dilakukan dengan cara ditugal dengan jarak tanam 25 cm x 75 cm dan ke dalaman lubang tanam berkisar antara 5-10 cm serta masing-masing lubang diisi dengan 2 benih jagung, kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah supaya benih jagung tidak dimakan oleh hama.

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi kegiatan penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan pada lubang yang tidak tumbuh benih jagung dan dilakukan satu minggu setelah tanam. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara penyemprotan obat rumput jenis parakuat dengan tujuan untuk mengurangi persaingan penyerapan hara antar gulma dan tanaman jagung pipil. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan insektisida ulat pada tanaman jagung.

3.4.5 Sampling Tanah

Tanah yang gunakan sebagai sampel merupakan tanah yang berlokasi di lahan penelitian Desa Campang Raya, Sukabumi, Kota Bandar Lampung dengan titik koordinat -5.405910° Lintang Selatan dan 105.297713° Bujur Timur. Sampling tanah dilakukan menggunakan alat sekop kecil dan juga kotak plastik untuk menjaga supaya agregat tanah yang diambil tidak hancur akibat tekanan.

Kemudian sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah berbentuk agregat, dengan ke dalaman 0 – 10 cm sebanyak ± 2 kg. Sampel tanah yang telah diambil kemudian dimasukkan ke dalam kotak plastik, selanjutnya sampel dikirim ke

lokasi penelitian untuk dikering udarkan terlebih dahulu sebelum dilakukan analisis.

3.4.6 Pemanenan

Pemanenan jagung pipil dilakukan setelah jagung pipil berumur kurang lebih 100 hari setelah tanam. Cara panen jagung pipil dilakukan dengan cara manual, yaitu memutar tongkol beserta kelobotnya atau dapat dilakukan dengan cara mematahkan tangkai buah jagung pipil, kemudian dilakukan pengeringan tongkol jagung, tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air sehingga mencapai batas aman untuk penyimpanan dalam pengertian tidak dapat lagi ditumbuhi oleh mikroba perusak. Tujuan lain adalah supaya dalam penanganan selanjutnya tidak mengalami kerusakan seperti pada waktu pemipilan. Kadar air yang terlalu rendah pada waktu pemipilan akan menyebabkan biji jagung menjadi pecah/rusak sehingga akan mempermudah infeksi jamur dan bakteri.

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel utama dalam penelitian kali ini adalah nilai dari kemantapan agregat pada tanah. Sedangkan variabel pendukungnya yaitu agregat tanah dan C-organik. Variabel pengamatan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Variabel Pengamatan

No.	Parameter	Metode	Waktu Pengamatan
1.	Kemantapan Agregat (Utama)	Ayakan kering dan basah (Afandi, 2019)	90 HST
2.	Distribusi Agregat (Pendukung)	<i>Visual Assessment</i> (Afandi, 2019)	90 HST
3.	C-Organik (Pendukung)	<i>Walkey and Black</i> (1934)	0 HST, 90 HST

3.5.1 Variabel Utama

Variabel utama dalam penelitian aplikasi ini yaitu kemantapan agregat, dengan metode ayakan kering dan ayakan basah (Afandi, 2019). Sampel tanah yang akan dianalisis, dikering udarakan terlebih, kemantapan agregat ini ditetapkan melalui pemecahan agregat tanah saat pengayakan yang tertinggal dalam masing-masing diameter ayakan dalam kondisi kering dan basah, kemudian di analisis (Afandi, 2019).

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. Dilakukan 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).

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). Berikut merupakan Tabel perhitungan kemantapan agregat dengan ayakan kering dan basah:

Tabel 3. 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	$(A/G) \times 100$
2	0.50-1.00	0.75	B	$(B/G) \times 100$
3	1.00-2.00	1.5	C	$(C/G) \times 100$
4	2.00-2.83	2.4	D	$(D/G) \times 100$
5	2.83-4.76	3.8	E	$(E/G) \times 100$
6	4.76-8.00	6.4	F	$(F/G) \times 100$

Setelah mendapatkan nilai RDB dari pengayakan kering dan basah, kemudian dihitung indeks kemantapan agregatnya dengan rumus:

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

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

Tabel 4. 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

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 5. Perkiraan Penilaian Distribusi Agregat Tanah Berdasarkan Hasil Persentase Ayakan

Diameter Ayakan (mm)	Persentase Hasil 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):



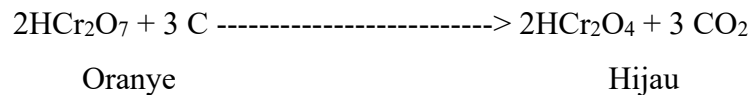
Gambar 4. Visual Scoring Pada Agregat Tanah (Shepherd, 2008).

3. C-Organik

Metode yang diterapkan untuk menganalisis kandungan C-organik pada tanah ini adalah metode *Walkey dan Black*. Dalam metode ini, asam sulfat pekat ditambahkan ke dalam suatu campuran tanah bersama dengan larutan kalium

bikromat. Reaksi ini menghasilkan panas yang mengoksidasi sebagian besar C-organik aktif yang berasal dari bahan organik tanah yang aktif dalam tanah.

Reaksi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Langkah kerja dalam analisis kandungan C-organik yaitu 0,5gram tanah

ditimbang, kemudian dikeringkan dan ditempatkan dalam erlenmeyer.

Selanjutnya, 5 ml larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N ditambahkan secara perlahan-lahan sembari menggoyangkan erlenmeyer agar terjadi pencampuran dengan tanah.

Dilanjutkan dengan penambahan 10 ml H_2SO_4 pekat dari gelas ukur di ruang asam sembari digoyangkan secara cepat hingga tercampur merata. Campuran tersebut dibiarkan di ruang asam selama 30 menit hingga mencapai suhu ruangan.

Setelah itu, dicampurkan dengan 100 ml air destilata, ditambahkan 5 ml asam fosfat pekat, 2,5 ml larutan NaF 4%, dan 5 tetes indikator difenilamin.

Selanjutnya, dilakukan titrasi segera dengan larutan $((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2)$ 0,5 N hingga warna larutan berubah dari coklat menjadi biru kehijauan. Titik akhir titrasi dicapai saat warna larutan berubah menjadi hijau terang. Proses blanko dilakukan dengan cara yang sama seperti dijelaskan di atas, namun tanpa menggunakan sampel tanah. Rumus perhitungan C-organik adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ C-organik} = \frac{\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \left(1 - \frac{V_S}{V_B}\right)}{\text{Berat sampel tanah}} \times 0,3886\%$$

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

Keterangan :

V_B = ml titrasi blanko

V_S = ml titrasi sampel

Tabel 6. Kriteria Penetapan C-Organik

Nilai C-Organik	Kriteria
<1	Sangat rendah
1-2	Rendah
2-3	Sedang
3-5	Tinggi
>5	Sangat Tinggi

3.6 Analisis Data dan Penyajian Hasil

Setelah data didapatkan, kemudian dilakukan analisis ragam (ANARA). Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata antara tiap-tiap kelompok perlakuan akibat aplikasi asam humat. Sebelum data di analisis ragam, dilakukan terlebih dahulu uji homogenitas dan uji aditivitas. Jika datanya homogen dan aditif maka data layak untuk di analisis ragam. Selain itu, dilakukan juga uji korelasi antara indeks kemantapan agregat dengan kandungan C-organik tanah akibat aplikasi asam humat. Tujuan dilakukan uji korelasi yaitu untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara kedua variabel tersebut.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang dapat diambil pada penelitian pengaruh aplikasi asam humat terhadap kemantapan agregat ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi asam humat belum mampu untuk meningkatkan harkat kemantapan agregat pada tanah di Campang Raya.
2. Perlakuan G (15 kg/ha Asam Humat + 1 NPK) Tidak berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat tanah, namun nilai kemantapan agregat yang paling tinggi adalah perlakuan E (10 kg/ha Asam Humat + $\frac{3}{4}$ NPK).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian pengaruh asam humat terhadap kemantapan agregat ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pengaruh aplikasi asam humat terhadap kemantapan agregat dalam kurun waktu yang lebih lama dan penambahan dosis asam humat yang dilakukan secara berulang-ulang (berkelanjutan).
2. Perlu adanya kombinasi antara asam humat dengan bahan pembenah tanah lainnya, agar perbaikan sifat fisik tanah terjadi secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2019. *Fisika Tanah*. Aura Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.
- Abdurachman A, Dariah A, Mulyani A. 2008. Strategi dan teknologi pengelolaan lahan kering mendukung pengadaan pangan Nasional. *J. Litbang Pertanian*. 27(2): 43-49.
- Abdurahman, A., N., Sutrisno., dan I. Juarsah. 1985. Percobaan Penggunaan berbagai Jenis Pupuk Hijau pada Tanah Podsolik Merah Kuning yang Ditumbuhi Alang-alang di Lampung. *Prosiding No 5/Pen. Tanah/1985*:327-339.
- Ahmad, I., Ali, S., Khan, K., Hassan, F., & Bashir, K. (2015). Use of Coal Derived Humic Acid as Soil Conditioner to Improve Soil Physical Properties and Wheat Yield. *International Journal of Plant & Soil Science*, 5(5), 268–275.
- Atmojo, S. W. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Pidato *Penguksuhan Guru Besar*. Ilmu Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Hal 36.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Petunjuk Teknis Edisi 2: *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. BPT. Bogor. Hal 246.
- Baskoro, D. P. T. 2010. Pengaruh Pemberian Bahan Humat dan Kompos Sisa Tanaman Terhadap Sifat Fisik Tanah Dan Produksi Ubi Kayu. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 12 (1): 9-14.
- Damanik, Andreas, Refliaty Refliaty, and Yudhi Achnopha. 2022. “Analisis Kemantapan Agregat Ultisol Pada Beberapa Tingkat Kemiringan Lereng Dan Umur Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Yang Berbeda.” *Jurnal Agroecotania : Publikasi Nasional Ilmu Budidaya Pertanian* 4(2): 41–50.
- Deris Trian Rahmandhias, and Diah Rachmawati. 2020. “The Effect of Humic Acid on Productivity and Nitrogen Uptake in Kangkong (*Ipomoea Reptans* Poir.)” *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 25(2): 318–24.

- Hanifah, Lutfiana, and Endang Listyarini. 2020. "Kajian Kemantapan Agregat Tanah Pada Berbagai Tutupan Lahan Di Lereng Barat Gunung Arjuna." *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 7(2): 385–92.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.B., Nugroho, M.A., Diha, M.A., Hong, G., dan Bailey, H.H. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Lampung.
- Hidayat, A., dan A. Mulyani. 2005. *Lahan Kering Untuk Pertanian*. hal: 7-37 dalam Buku Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Pusat Penelitian Tanah dan Pengembangan dan Agroklimat. Bogor.
- Hermanto, D., Dharmayani, N. K. T., Kurnianingsih. R., dan Kamali, S. R. 2013. Pengaruh Asam Humat sebagai Pelengkap Pupuk terhadap Ketersediaan dan Pengambilan Nutrien pada Tanaman Jagung di Lahan Kering Kec.BayanNTB. *J. Ilmu Pemerintahan* 16(2):28-41.
- Ihdaryanti, M. A. 2011. Pengaruh Asam Humat dan Cara Pemberiannya terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza sativa*). *Skripsi*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Hal 41.
- Isnawati, N. and Listyarini, E. (2018) 'The Relationship between Saturated Hydraulic Conductivity of Soils in Various Land Uses at Tawang Sari Village, Pujon District, Malang', *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1), pp.
- Junedi, H. (2010) 'Perubahan Sifat Fisika Ultisol Akibat Konversi Hutan Menjadi Lahan Pertanian', *Hidrolitan*, 1(2), p. 1014.
- Januardi, R., Afandi. Dan Banuwa, I. (2024). Pengaruh Pemberian Asam Humat Terhadap Sifat Fisik Tanah Ultisol Perkebunan Nanas Di Lampung Timur. *Jurnal Agrotek Tropika*. 12(1), 29–34.
- Khaled, H., Fawzy, H.A. 2011. Effect of different Levels Of Humic Acids On the Nutrient Content, Plant Growth, and Soil Properties Under Conditions of Salinity. *Journal Soil and Water Research*. 6 (1): 21–29.
- Kurnia, U.F., Agus., A. Adimihardja., A. dan Dairah. 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian
- Kementrian Pertanian Republik Indonesia. *Undang-Undang Republik Indonesia No.1 Tahun 2019* Tentang Pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Meli, V., Sagiman, S. and Gafur, S. (2018) 'Identifikasi Sifat Fisika Tanah Ultisols Kecamatan Nanga Tayap Kabupaten Ketapang', *Perkebunan dan Lahan Tropika*, 8(2), pp. 80–90.

- Mindari, Wanti, and Purnomo Edi, Syekhfani Sassongko. 2022. *Asam Humat*. https://repository.upnjatim.ac.id/4125/1/Asam_humat_edisi3.pdf.
- Nangaro, Riansen Alva, Zetly, and Tilda Titah. 2021. “Analisis Kandungan Bahan Organik Tanah Di Kebun Tradisional Desa Sereh Kabupaten Kepulauan Talaud.” *Jurnal Cocos* 3(1): 1–17.
- Nurhuda, M. *et al.* (2021) ‘Kajian Struktur Tanah Rizosfer Tanaman Kacang Hijau Dengan Perlakuan Pupuk Kandang Dan Kascing Study of Rizosphere Soil Structure of Mungbean With Manure and Kascing Fertilizer’, *Jurnal Pertanian Agros*, 23(1), pp. 35–43.
- Nurhartanto, Nurhartanto, Zulkarnain Zulkarnain, and Abror Aji Wicaksono. 2021. “Analisis Beberapa Sifat Fisik Tanah Sebagai Indikator Kerusakan Tanah Pada Lahan Kering.” *Journal of Tropical AgriFood* 4: 107–12.
- Prasetyo, B. H., & Suriadikarta, D. A. (2006). Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2), 39-46.
- Putra, M.P. 2009. *Besar Aliran Permukaan (Run-Off) Pada Berbagai Tipe lereng Di Bawah Tegakan Eucalyptus spp.* (Studi Kasus di HPHTI PT. Toba Pulp Lestari, Tbk. Sektor Aek Nauli). Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Rasyid, R., Siswoyo, S. and Azhar, A. (2020) ‘Penggunaan Asam Humat Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kangkung Darat Di Kecamatan Ciamis’, *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), pp. 1–4.
- Rahim, I. dkk., (2021) ‘Tekstur Tanah dan Respons Tanaman Tanaman Tomat pada Lahan Masam Diaplikasi Asam Humat dari Sari Kulit Buah Kakao Soil Texture and Tomato Plants Response to Acid Soil Application of Humic Acid from Cocoa Pod Husk’, *Galung Tropika*, 10(3), pp. 323–329.
- Rosniawaty, Santi. 2021. “Pengaruh Bahan Organik Berbeda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao Belum Menghasilkan.” *Kultivasi* 20(3): 160–67.
- Roidah, I. S. (2013). *Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah*. 1(1).
- Salawangi, Armiselin C, Jeanne Lengkong, and Djoni Kaunang. 2020. “Kajian Porositas Tanah Lempung Berpasir Dan Lempung Berliat Yang Ditanami Jagung Dengan Pemberian Kompos.” *Cocos* 5(5): 1–9.
- Shalsabila, F., Prijono, S. and Kusuma, Z. (2017) ‘Pengaruh Aplikasi Biochar Kulit Kakao Terhadap Kemantapan Agregat Dan Produksi Tanaman Jagung

- Pada Ultisol Lampung Timur', *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(1), pp. 473–480.
- Stevenson, F.T. 1982. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaktion*. John Wiley & Sons. New York. Hal 493.
- Sarief, S. 1989. *Fisika-Kimia Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung
- Sangeetha M., Singaram P., Devi R.D. 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizers on the yield of onion and nutrient availability. *Proceedings of 18th World Congress of Soil Science July 9-15*. Philadelphia, Pennsylvania, USA
- Santi, L.P., Dariah, A.I. dan Goenadi, D.H. 2008. Peningkatan kemantapan agregat tanah mineral oleh bakteri penghasil eksopolisakarida. *Jurnal Balai Penelitian Tanah*. Bogor. hlm 7-8.
- Shepherd, G., Stagnari, F., Pisante, M., and Benites, J. 2008. *Visual Soil Assessment Field Guide for Annual Crop*. FAO. Rome. Hal: 504
- Sukarman, Suharta N. 2010. *Kebutuhan laha kering untuk kecukupan produksi pangan periode 2010-2050*. Dalam Buku Analisis Sumber Daya Lahan Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian
- Subagyo, H., Suharta, N. dan Siswanto, A.B. 2004. *Tanah-tanah pertanian di Indonesia*. hlm. 21–66. Dalam A. Adimihardja, L.I. Amien, F. Agus, D. Djaenudin (Ed.). *Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2000. *Tanah-tanah pertanian di Indonesia*. Hal. 21-66 dalam Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sukmawijaya, A. dan J. Sartohadi. 2019. *Kualitas Struktur tanah disetiap bentuk lahan di DAS Kaliwungu*. *Majalah Geografi Indonesia* 33(2): 81-86.
- Syekhfani. 2000. *Asam Humat Dalam Praktek* (terjemahan dari Nutranetics Probio Solution)
- Tejo Baskoro, Dwi Putro. 2010. "Pengaruh Pemberian Bahan Humat Dan Kompos Sisa Tanaman Terhadap Sifat Fisik Tanah Dan Produksi Ubi Kayu." *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 12(1): 9.
- Utomo, M., Sudarsono., Rusman, B., Sabrina, T., Lumbanraja, J., dan Wawan. 2015. *Ilmu Tanah Dasar-dasar Pengelolaan*. Kencana Prenada Media Grup. Bandar Lampung. Hal 596.

- Utomo, M., Sabrina, T., Sudarsono, Lumbanraja, J., Rusman, B., dan Wawan. 2016. *Ilmu Tanah Dasar-dasar Pengelolaan*. Kencana Prenadamedia Group. Jakarta. Hal-432.
- USDA. 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Survey Staff, Coord., Soil Conservation Service. *Agriculture Handbook 436*, US Department of Agriculture, Washington DC, 754.
- Wawan. 2017. *Buku Ajar Pengelolaan Bahan Organik*. Pekan Baru. Riau
- Yani Kamsurya, Marwan, and Samin Botanri. 2022. “Peran Bahan Organik Dalam Mempertahankan Dan Perbaiki Kesuburan Tanah Pertanian; Review.” *Jurnal Agrohut* 13(1): 25–34.