



**PENGEMBANGAN ALGORITMA DEEP LEARNING UNTUK
MENGIDENTIFIKASI PENGARUH BAHAN ORGANIK TERHADAP
PERUBAHAN MORFOLOGI STRUKTUR TANAH
Studi Kasus: Lahan di Universitas Gunadarma Technopark**

SEMINAR BIDANG KAJIAN

AI SYAH

NPM. 999222002

**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS GUNADARMA
Juni 2024**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	1
1 Pendahuluan	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Deep Learning	5
2.1.1 Convolutional Neural Networks (CNN)	5
2.2 Bahan Organik dan Struktur Tanah.....	6
2.3 Penelitian Terdahulu.....	9
3 Metodologi Penelitian	13
3.1 Tahapan Penelitian	13
3.2 Sampel Penelitian dan Pengumpulan Data.....	14
3.3 Analisis Data	14
3.3.1 Preprocessing Data.....	14
3.3.2 Pengembangan Algoritma Deep Learning	14
3.3.3 Evaluasi Model.....	14
3.3.4 Jadwal Penelitian.....	14
4 Daftar Pustaka	14

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Algoritma Deep Learning (DL) merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang memiliki kemampuan luar biasa dalam menganalisis data yang kompleks dan besar (Lecun, Bengio and Hinton, 2015); (Szegedy *et al.*, 2015). Algoritma ini, terutama Convolutional Neural Networks (CNN), dikenal efektif dalam mengenali pola dan fitur dari data gambar (Lecun, Bengio and Hinton, 2015). Kemampuan ini membuat DL sangat cocok digunakan dalam berbagai bidang, termasuk dalam penelitian tanah.

Analisis tanah yang dilakukan secara konvensional terhadap pengaruh bahan organik pada struktur tanah seringkali memerlukan waktu dan sumber daya yang besar. Pendekatan konvensional dalam analisis tanah memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan, akurasi, dan skalabilitas. Oleh sebab itu diperlukan pendekatan deep learning yang lebih kompleks dan akurat, seperti model CNN (Sun *et al.*, 2023), untuk memprediksi struktur tanah dan pengaruh bahan organik.

Beberapa penelitian terkait identifikasi karbon organik tanah sudah dilakukan. Pemetaan digital menggunakan citra Landsat5 mengenai sebaran karbon organik tanah menunjukkan bahwa metode LSM-ResNet mampu mengidentifikasi karbon organik tanah lebih baik dibandingkan menggunakan metode Random Forest (Zeng *et al.*, 2022). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Sheeba *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa pemetaan digital mengenai berbagai unsur hara tanah menggunakan berbagai metode deep learning menunjukkan bahwa metode ini dapat diimplementasikan untuk menganalisis menganalisis struktur tanah melalui citra sehingga memungkinkan identifikasi perubahan yang terjadi pada tanah akibat penambahan bahan organik secara lebih akurat dan efisien.

Struktur tanah adalah salah satu faktor kunci yang mempengaruhi kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Struktur tanah yang baik meningkatkan aerasi, retensi air, dan penetrasi akar, yang semuanya sangat penting untuk pertumbuhan tanaman (Asha *et al.*, 2023). Penambahan bahan organik seperti kompos dan pupuk hijau telah lama diketahui dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan agregasi tanah dan stabilitas struktur tanah. Namun, pemahaman tentang

bagaimana berbagai jenis bahan organik secara spesifik mempengaruhi struktur tanah masih memerlukan penelitian yang lebih mendalam dan komprehensif.

Penggunaan teknologi Deep Learning dalam penelitian tanah menawarkan pendekatan baru untuk mengatasi tantangan ini. Dengan kemampuan DL untuk memproses dan menganalisis citra tanah, kita dapat mengidentifikasi perubahan struktur yang terjadi pada tanah setelah penambahan bahan organik. Hal ini memungkinkan penilaian yang lebih tepat dan ilmiah terhadap efektivitas berbagai bahan organik dalam memperbaiki struktur tanah. Lebih lanjut, pengembangan algoritma DL khusus untuk analisis tanah dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam penelitian ini, serta memberikan wawasan baru yang dapat digunakan untuk mengembangkan praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan produktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan algoritma DL yang dapat mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh bahan organik terhadap struktur tanah. Dengan menggabungkan teknologi canggih ini dengan ilmu tanah, diharapkan dapat dihasilkan metode yang lebih akurat dan efisien dalam memantau dan memperbaiki kondisi tanah, yang pada gilirannya dapat mendukung keberlanjutan pertanian dan peningkatan produksi pangan

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh bahan organik terhadap struktur tanah?
2. Bagaimana metode Deep Learning dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan struktur tanah yang disebabkan oleh penambahan level bahan organik?
3. Bagaimana menganalisis data unsur hara media tanam, pertumbuhan dan produksi tanaman cabai menggunakan metode deep learning?
4. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas metode Deep Learning dalam analisis struktur tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman cabai?

1.3 Batasan Masalah

1. Melihat pengaruh penambahan bahan organik terhadap struktur tanah pada tanah mineral. Bahan organik yang ditambahkan adalah hasil inkubasi pupuk kandang sapi pada perbedaan lama proses inkubasi.
2. Pengambilan data berupa citra dilakukan setiap minggu pada tanah yang sudah ditambahkan bahan organik, dan data morfologi daun, buah dan biji tanaman cabai.
3. Analisis data kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman cabai menggunakan metode deep learning.
4. Mengidentifikasi perubahan struktur tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman cabai akibat penambahan bahan organik menggunakan metode deep learning

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi pengaruh bahan organik terhadap struktur tanah.
2. Mengembangkan model Deep Learning untuk menganalisis perubahan struktur tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman cabai.
3. Menganalisis data unsur hara media tanam, pertumbuhan dan produksi tanaman cabai menggunakan metode deep learning?
4. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas model Deep Learning dalam identifikasi struktur tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Teoretis:

1. Menambah wawasan tentang pengaruh bahan organik terhadap struktur tanah.
2. Mengembangkan metodologi baru dalam penelitian tanah menggunakan teknologi AI.

Praktis:

1. Membantu petani dan agronom dalam meningkatkan kualitas tanah.
2. Menyediakan alat analisis yang lebih akurat untuk penelitian tanah.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Deep Learning

Deep learning adalah sebuah cabang dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan (artificial neural networks) dengan banyak lapisan (layers) untuk memodelkan dan memahami data yang sangat kompleks. Teknologi ini terinspirasi oleh struktur dan fungsi otak manusia, yang terdiri dari jaringan neuron. Menurut LeCun, Bengio and Hinton (2015), pembelajaran mendalam melibatkan penggunaan model komputasi dengan beberapa lapisan untuk mempelajari representasi data.

Berikut adalah penjelasan berbagai metode deep learning yang sering digunakan yaitu Convolutional Neural Networks (CNN):

2.1.1 Convolutional Neural Networks (CNN)

Convolutional Neural Networks (CNN) adalah jenis deep learning yang paling umum digunakan untuk pengolahan citra. CNN dirancang untuk secara otomatis dan adaptif mempelajari fitur hierarkis dari data gambar melalui konvolusi filter yang diterapkan pada input gambar. Berikut adalah komponen utama dari CNN:

- a. Lapisan Konvolusi (Convolutional Layer): Lapisan konvolusi adalah komponen utama dalam Convolutional Neural Networks (CNNs) yang bertanggung jawab untuk ekstraksi fitur dari gambar input. Lapisan konvolusi memungkinkan CNN untuk secara otomatis mempelajari filter yang mendeteksi fitur-fitur penting dalam gambar. Lapisan konvolusi menggunakan filter untuk mendeteksi fitur dasar seperti tepi, tekstur, dan pola. Proses ini memungkinkan CNN untuk melakukan tugas-tugas pengenalan citra dengan akurasi tinggi, termasuk klasifikasi tekstur tanah yang kompleks.
- b. Lapisan Pooling (Pooling Layer): Mengurangi dimensi peta fitur sambil mempertahankan informasi penting, yang membantu mengurangi kompleksitas dan risiko overfitting. Lapisan pooling memainkan peran penting dalam mengurangi dimensi peta fitur sambil mempertahankan

informasi penting. Dengan menggunakan teknik seperti max pooling atau average pooling, CNNs dapat mengurangi kompleksitas model, mengurangi risiko overfitting, dan meningkatkan generalisasi model. Pooling juga membantu dalam membuat model lebih tahan terhadap variasi kecil dalam gambar

- c. Fully Connected Layer: Menggabungkan fitur yang diekstraksi dari lapisan sebelumnya untuk melakukan klasifikasi akhir. Fully Connected Layer menghubungkan setiap neuron di satu lapisan ke setiap neuron di lapisan berikutnya. Ini berarti setiap input dari lapisan sebelumnya berkontribusi pada setiap output di lapisan berikutnya. Tujuan utama dari lapisan ini adalah untuk menggabungkan dan memproses fitur yang diekstraksi menjadi output yang dapat digunakan untuk klasifikasi atau regresi.

Krizhevsky, Sutskever and Hinton (2012) telah melakukan penelitian mengenai klasifikasi citra menggunakan metode Convolutional Neural Networks (CNN). Studi ini menunjukkan efektivitas CNN dalam mengklasifikasikan gambar resolusi tinggi ke dalam beberapa kelas dengan tingkat kesalahan yang lebih baik dibandingkan dengan metode sebelumnya. Dengan menggunakan CNN dengan fitur arsitektur spesifik seperti lapisan konvolusi dan FCL. Penelitian ini menunjukkan kemampuan CNN dalam menangkap dan menganalisis rincian visual yang rumit. CNN telah banyak digunakan dalam pengenalan dan klasifikasi citra, termasuk untuk klasifikasi tekstur tanah, karena kemampuannya yang luar biasa dalam menangkap dan menganalisis detail visual.

2.2 Bahan Organik dan Struktur Tanah

Bahan organik adalah meliputi semua bahan yang berasal dari jasad hidup, baik tumbuhan, hewan maupun manusia. Bahan organik tanah merupakan kumpulan senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi, maupun senyawa – senyawa anorganik hasil mineralisasi. Peranan bahan organik tanah antara lain sumber hara tanaman, pembentukan struktur tanah stabil dan pengaruh langsung

pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman di bawah kondisi tertentu (Kononova, 1966).

Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah, terjadi karena terikat satu sama lain oleh bahan perekat (liat, bahan organik, oksida-oksida besi) yang terbentuk secara alami menjadi bentuk tertentu yang dibatasi oleh bidang-bidang yang disebut agregat, dimana struktur tanah mempunyai bentuk (tipe), ukuran dan kemantapan (ketahanan) dan perkembangan yang berbeda.

Struktur tanah merupakan sifat fisik tanah yang menggambarkan susunan keruangan partikel-partikel tanah yang bergabung satu dengan lainnya membentuk agregat, dimana struktur tanah itu berasal dari susunan partikel-partikel primer menjadi satu kelompok partikel (*cluster*) yang disebut agregat, yang dipisahkan kembali serta mempunyai sifat yang berbeda dari sekumpulan partikel primer yang tidak teragregasi.

Dalam hubungan tanah-tanaman, agihan ukuran pori, stabilitas agregat, kemampuan teragregasi kembali saat kering, dan kekerasan (*hardness*) agregat jauh lebih penting dari ukuran dan bentuk agregat itu sendiri. De Boodt (1978) menyatakan bahwa struktur tanah berpengaruh terhadap gerakan air, gerakan udara, suhu tanah dan hambatan mekanik perkecambahan biji serta penetrasi akar tanaman. Karena kompleksnya peran struktur, maka pengukuran struktur tanah didekati dengan sejumlah parameter antara lain bentuk dan ukuran agregat, stabilitas agregat, persentase agregasi, porositas (BV, BJ), ukuran pori, dan kemampuan menahan air (Amezket et al., 1996; Verplancke, 1993; De Boodt, 1978; Baver et al., 1972; Kemper & Chepil, 1965). Kemper & Chepil (1965) dan Baver et al. (1972) menyatakan ukuran agregat dan stabilitasnya berkaitan dengan kepekaan struktur tanah terhadap erosi baik erosi angin maupun erosi air. Kedua parameter ini juga merupakan parameter tidak langsung terhadap sirkulasi air dan udara dalam tanah yang merupakan faktor utama pertumbuhan tanaman

Struktur tanah berpengaruh terhadap gerakan air, gerakan udara, suhu tanah dan hambatan mekanik perkecambahan biji serta penetrasi akar tanaman. Karena kompleksnya peran struktur, maka pengukuran struktur tanah didekati dengan sejumlah parameter antara lain bentuk dan ukuran agregat yang dapat dipisahkan kembali serta mempunyai sifat yang berbeda dari struktur asalnya.

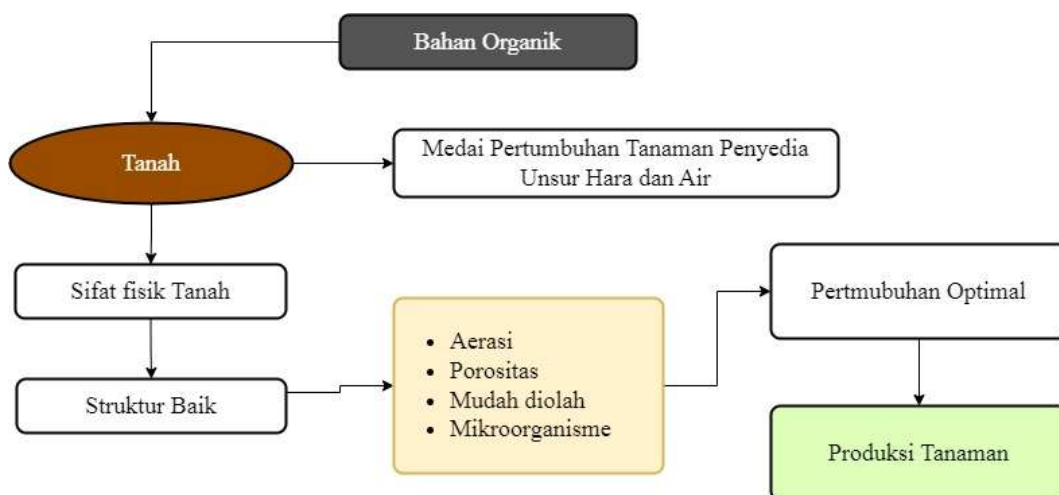
Struktur tanah terdiri dari berbagai ukuran dan bentuk yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Ukuran (mm)	Bentuk				
	Lempeng	Prisma	Gumpal	Granular	Remah
Sangat halus	< 1	< 10	< 5	< 1	< 1
Halus	1 - 2	10 - 20	5 - 10	1 - 2	1 - 2
Sedang	2 - 5	20 - 50	10 - 20	1 - 5	2 - 5
Kasar (besar)	5 - 10	50 - 100	20 - 50	5 - 10	-
Sangat kasar (sangat besar)	> 10	> 100	> 50	> 10	-

Tabel 2.1. Ukuran dan bentuk struktur

Tingkat perkembangan struktur terdiri dari : 1) tingkat perkembangan lemah : struktur bila tersentuh mudah hancur, 2) tingkat perkembangan sedang agregatnya sudah jelas terbentuk dan sukar dipecahkan, 3) Tingkat perkembangan kokoh : agregat, mantap sulit dipecahkan, terdapat pada tanah yang banyak mengandung bahan organik atau humus.

Struktur merupakan salah satu sifat dasar tanah yang mempengaruhi sifat tanah yang lain serta berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Hubungan bahan organik dengan struktur dan produksi tanaman disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Hubungan Bahan Organik, Struktur Dan Produksi Tanaman

2.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai identifikasi dan klasifikasi jenis tanah maupun unsur hara tanah sudah dilakukan sebelumnya. Berikut tabel adalah penelitian yang relevan yang sudah dilakukan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2.2. Penelitian Mengenai Pengembangan Algoritma Deep Learning Untuk Mengidentifikasi Unsur Hara pada Tanah

No	Judul Publikasi dan Peneliti	Dataset	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1	Machine Learning Algorithm for Soil Analysis and Classification of Micronutrients in IoT-Enabled Automated Farms (Sheeba <i>et al.</i> , 2022)	Nilai analisis unsur hara tanah pada berbagai lokasi	Rasio dataset pelatihan dan pengujian 90:10 menggunakan algoritma extreme learning method (ELM), dengan fungsi aktivasi hard limit, triangular basis, hyperbolic tangent, sine-squared, and Gaussian radial dan 10 cross-validasi.	Analisis tanah menggunakan sistem IoT memberikan informasi mengenai kandungan unsur hara di banyak titik pengambilan sampel, sehingga dapat menghasilkan peta kesuburan tanah. Algoritma yang diterapkan mampu memudahkan identifikasi unsur hara selanjutnya.	Dataset berupa nilai/kadar unsur hara sehingga memerlukan analisis, jika belum memiliki sistem IoT untuk mengetahui kadar unsur hara tanah
2	Digital Soil Mapping of Soil	Rasio dataset pelatihan dan pengujian 80:20. Data yang digunakan berasal dari	LSM-RseNet	Arsitektur LSM-ResNet yang diusulkan dalam percobaan ini sangat cocok	Dataset yang dipersiapkan melibatkan hasil

	Organic Matter with Deep Learning Algorithms (Zeng <i>et al.</i> , 2022)	beberapa, yaitu citra tanah, hasil analisis organik tanah dan data iklim. Jumlah sampel sebanyak 1602 citra.		untuk memprediksi materi organik tanah di dataran tinggi, dan peta prediksi SOM memiliki variasi spasial yang signifikan. Selain itu, model yang diusulkan dapat digunakan untuk memprediksi variabel lingkungan lainnya.	analisis bahan organik tanah.
3	Soil water erosion susceptibility assessment using deep learning algorithms (Khosravi <i>et al.</i> , 2023)	Dataset yang digunakan adalah beberapa parameter yang menyebabkan terjadinya erosi (curah hujan, indeks vegetasi perbedaan normal, indeks kelembaban topografis, kurva dataran, lereng tanah, geologi, aspek, indeks daya arus, jarak dari sungai, penggunaan lahan,	Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural network (RNN) dan Long-Short Term Memory (LSTM), dengan rasio pelatihan dan pengujian sebesar 70:30	Analisis yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa metode deep learning bisa mengidentifikasi dan mengelaskan lokasi berdasarkan tingkat kerawanan erosi.	Penelitian ini memberikan informasi dalam skala yang luas. Sementara sifat tanah antar 1 titik dalam grid memiliki karakteristik yang berbeda. Oleh sebab itu diperlukan penelitian mengenai karakteristik tanah

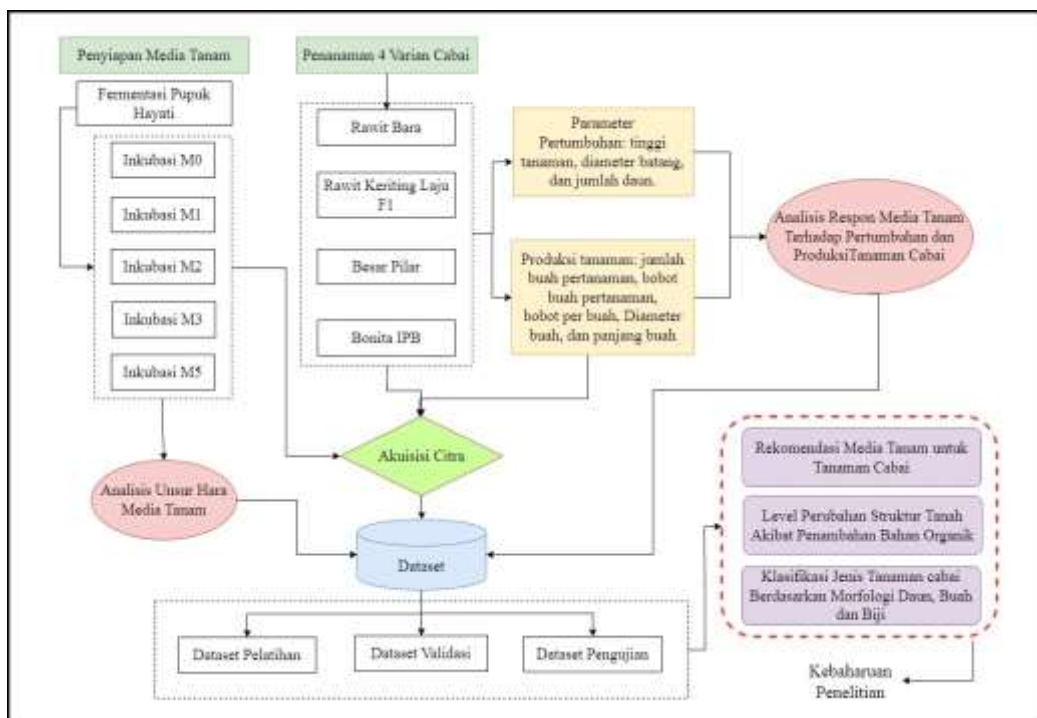
		<p>tekstur tanah, panjang lereng dan faktor ketebalan, dan kelompok tanah hidrologi) dan data histori di lokasi tersebut. Kemudian hasil analisis data dikategorikan untuk selanjutnya diklasifikasikan.</p>			<p>yang lebih detil pada areal yang lebih spesifik.</p>
--	--	--	--	--	---

3 Metodologi Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

Gambar 3.1 berikut adalah tahapan penelitian:

1. Persiapan media tanam yaitu fermentasi pupuk hayati yang akan digunakan pada saat inkubasi bahan organik. Inkubasi bahan organik dilakukan pada waktu yang bervariasi mulai dari 1 s/d 4 minggu.
2. Penanaman empat varietas cabai dengan menggunakan media tanam dari hasil inkubasi tersebut. Kemudian dilakukan pengamatan pertumbuhan dan produksi tanaman serta respon media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.
3. Analisis unsur hara dan akuisisi citra dari media tanam, serta respon media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman menjadi data set dalam penelitian ini yang kemudian akan dilanjutkan dengan kegiatan pelatihan, validasi dan pengujian untuk mendapatkan rekomendasi media tanam pada tanaman cabai, level perubahan struktur tanah akibat penambahan bahan organik dan klasifikasi jenis tanaman cabai berdasarkan morfologi, daun, buah dan biji.



Gambar 3.1. Tahapan Penelitian

3.2 Sampel Penelitian dan Pengumpulan Data

3.3 Analisis Data

3.3.1 Preprocessing Data

3.3.2 Pengembangan Algoritma Deep Learning

3.3.3 Evaluasi Model

3.3.4 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Bulan ke-						
	1	3	6	9	12	15	18
Penyusunan Proposal	√	√					
Seminar Bidang Kajian		√					
Pengumpulan Data		√	√				
Kualifikasi			√				
Pengolahan dan Analisis Data			√	√			
Progres Report				√			
Pengembangan Algoritma DL		√	√	√	√	√	
Publikasi 1					√		
Rapat Komisi Pembimbing					√		
Validasi dan Uji Coba					√	√	
Publikasi 2						√	
Sidang Tertutup						√	
Sidang Terbuka							√

4 Daftar Pustaka

Asha *et al.* (2023) ‘Impact of Organic Farming Practices on Soil Organic Matter: A Review’, *International Journal of Plant \& Soil Science* [Preprint]. doi:10.9734/ijpss/2023/v35i193705.

Baver, L.D., W.H. Gardner & W.R. Gardner.1972. Soil Physics . 4 th ed. Wiley

Eastern Limited, New Delhi, India. Xx+498p

- Kemper, W.D. & W.S. Chepil. 1965. Size Distribution of Aggregate. Dalam. Black, C.A. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling American Society of Agronomy, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin. Pp: 499-510
- Khosravi, K. *et al.* (2023) 'Soil water erosion susceptibility assessment using deep learning algorithms', *Journal of Hydrology*, 618(September 2022), p. 129229. doi:10.1016/j.jhydrol.2023.129229.
- Kononova, 1966. Combined Effect of Organic Manures and Inorganic Fertilizers on the Growth and Yield of Hybrid Rice (Palethwe-1). American Journal of Plant Sciences > Vol.8 No.5, April 2017
- Krizhevsky, A., Sutskever, I. and Hinton, G.E. (2012) 'ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks', in. Available at: <http://code.google.com/p/cuda-convnet/>.
- Lecun, Y., Bengio, Y. and Hinton, G. (2015) 'Deep learning', *Nature*. Nature Publishing Group, pp. 436–444. doi:10.1038/nature14539.
- LeCun, Y., Bengio, Y. and Hinton, G.E. (2015) 'Deep Learning', *Nature* [Preprint]. doi:10.1038/nature14539.
- Sheeba, T.B. *et al.* (2022) 'Machine Learning Algorithm for Soil Analysis and Classification of Micronutrients in IoT-Enabled Automated Farms', 2022.
- Sun, H. *et al.* (2023) 'Permeability prediction of considering organic matter distribution based on deep learning', *Physics of Fluids* [Preprint]. Available at: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:257198217>.
- Szegedy, C. *et al.* (2015) 'Going Deeper With Convolutions'. Boston, MA, USA: IEEE. doi:10.1109/cvpr.2015.7298594.
- Zeng, P. *et al.* (2022) 'Digital Soil Mapping of Soil Organic Matter with Deep Learning Algorithms'.