

Analisis Sifat Fisika Tanah Kawasan Karst Citatah untuk Mendukung Efisiensi Irigasi di Sektor Agroteknologi

Nita Meilanda Sari^{1*}, Yogina Lestari Ayu Situmorang¹, Kharistya Amaru¹

¹Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

Email: nita21001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Kawasan karst Citatah-Rajamandala di Jawa Barat merupakan daerah penghasil batu kapur terbesar dan memiliki banyak lahan pertanian yang memerlukan saluran irigasi efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis sifat fisika tanah di Kawasan Karst Citatah, meliputi tekstur, berat volume, dan konduktivitas hidraulik, serta hubungannya dengan perilaku rembesan air. Metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif komparatif dengan pengambilan sampel tanah di kedalaman 1-3 meter dan pengujian laboratorium menggunakan alat seperti hand auger, ring sample, hydrometer, dan falling head permeameter. Hasil penelitian menunjukkan tanah di kawasan karst Citatah tergolong *silty clay with sand* dengan kadar air rata-rata 49,37%-53,31%, berat volume 1,60-1,68 g, dan berat jenis sekitar 2,63. Permeabilitas tanah berada pada kisaran $2,76 \times 10^{-4}$ hingga $2,84 \times 10^{-4}$ cm/detik, yang mengindikasikan air mudah meresap ke dalam tanah. Kondisi ini menyebabkan efisiensi irigasi rendah karena rembesan air yang tinggi. Oleh karena itu, disarankan penggunaan sistem irigasi tertutup atau pelapisan saluran dengan tanah liat untuk mengurangi kehilangan air. Penelitian ini memberikan dasar ilmiah dalam perencanaan sistem irigasi yang lebih efisien di Kawasan Karst Citatah.

Kata kunci: Irigasi, Karst, Permeabilitas, Rembesan air, Sifat fisika tanah

Abstract

The Citatah-Rajamandala Karst area in West Java is the largest limestone producing area and has a lot of agricultural land that requires efficient irrigation channels. This study aims to analyze the physical properties of soil in the Citatah Karst Area, including texture, bulk density, and hydraulic conductivity, and their relationship to water seepage behavior. The method used is quantitative descriptive comparative with soil sampling at a depth of 1-3 meters and laboratory testing using tools such as hand augers, ring samples, hydrometers, and falling head permeameters. The results show that the soil in the Citatah karst area is classified as silty clay with sand with an average water content of 49.37%-53.31%, a bulk density of 1.60-1.68 g, and a specific gravity of around 2.63. Soil permeability is in the range of 2.76×10^{-4} to 2.84×10^{-4} cm/second, which indicates that water easily seeps into the soil. This condition causes low irrigation efficiency due to high water seepage. Therefore, it is recommended to use a closed irrigation system or line the channels with clay to reduce water loss. This research provides a scientific basis for planning a more efficient irrigation system in the Citatah Karst Area.

Keywords: Irrigation, Karst, Permeability, Water seepage, Soil physical properties

PENDAHULUAN

Jawa Barat adalah penghasil batu kapur atau batu gamping terbesar. Salah satu wilayah karst yang terdapat di Jawa Barat adalah karst Citatah-Rajamandala, yang membentang dari perbatasan antara Kabupaten Bandung Barat hingga Padalarang dengan panjang sekitar 27 kilometer. Secara administratif, Kawasan karst Citatah berada di Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, dan termasuk dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum. Serta, pertaniannya dialiri oleh Daerah Irigasi Pasir Angin (Ramadhan, 2024). Kawasan ini memiliki luas 10.320 hektar atau sekitar 0,98% yang terdiri dari 1.794 hektar lahan sawah dan 8.526 hektar tanah darat, dengan relief yang berbukit-bukit dan sebagian besar materialnya berupa batu gamping atau batu kapur (Maulana, 2011).

Di Kawasan karst Citatah, masalah rembesan air menjadi lebih serius karena, properties atau parameter tanah berupa nilai konduktivitas hidrolik (k) relatif tinggi akibat struktur batuan karbonat yang berpori dan memiliki rekahan alami. Sehingga, perilaku rembesan air sangat dipengaruhi oleh sifat fisik tanah seperti permeabilitas (Dewi & Yamin, 2022). Permeabilitas merupakan sifat material berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari suatu cairan berupa air mengalir melalui pori-porinya. Tanah termasuk material yang memiliki pori, sehingga air dapat bergerak melalui ruang-ruang kecil di antara butiran tanah (Ariana & Syah, 2021). Tanah bertekstur kasar seperti pasir cenderung memiliki porositas dan permeabilitas tinggi yang mempercepat laju infiltrasi air, sedangkan tanah bertekstur halus seperti liat memiliki daya ikat air yang kuat namun konduktivitas hidroliknya rendah (Pratiwi *et al.*, 2022). Kondisi tanah karst Citatah yang didominasi batu gamping berpori menyebabkan air mudah meresap ke bawah permukaan, sehingga efisiensi irigasi menjadi rendah (Dewi & Yamin, 2022).

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis parameter fisika tanah di kawasan karst Citatah yang meliputi tekstur, berat volume, dan konduktivitas hidrolik, serta hubungannya dengan perilaku rembesan air. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam perencanaan sistem irigasi yang efisien. Sehingga, tujuan dari penelitian ini yaitu dapat menganalisis sifat fisika tanah di kawasan karst Citatah.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Karst Citatah terletak di Desa Cipatat, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat dan di Laboratorium Sumber Daya Air Teknik Pertanian, Universitas Padjadjaran. Terdapat dua bagian dalam penelitian ini yaitu

observasi dan pengumpulan sampel dari area karst Citatah dan pengujian sampel di Laboratorium Sumber Daya Air dan Teknik Pertanian Universitas Padjadjaran.



Gambar 1. Saluran irigasi Rajamanda
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif komparatif, yaitu metode yang menekankan pada pengukuran numerik terhadap variabel penelitian dan membandingkan hasil antar lokasi untuk memperoleh pemahaman objektif mengenai fenomena yang dikaji. Pendekatan ini dipilih untuk mengetahui perbedaan karakteristik fisika tanah pada Kawasan Karst Citatah. Proses penelitian terdiri atas dua tahap utama, yaitu observasi lapangan untuk pengambilan sampel tanah dan pengujian laboratorium untuk menganalisis sifat fisika tanah.

Alat yang digunakan meliputi *hand auger*, *ring sample*, *hydrometer*, *sieve shaker*, *falling head permeameter*, oven, piknometer, meteran, palu karet, dan alat tulis. Bahan utama berupa sampel tanah yang diambil dari beberapa titik di kawasan karst Citatah pada kedalaman 1.00-3.00 meter. Prosedur penelitian mencakup penentuan titik pengambilan sampel, pengeboran tanah menggunakan *hand auger*, pengambilan sampel dengan *ring sample*, pelabelan, penyimpanan dalam wadah tertutup, dan analisis di laboratorium. Analisis tekstur dilakukan dengan metode ayakan dan hidrometer berdasarkan sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS). Berat volume tanah dihitung menggunakan metode *ring sample* melalui perbandingan berat tanah kering dengan volume total sampel, sedangkan konduktivitas hidraulik diperoleh dengan metode *falling head*.

Hasil pengukuran disajikan secara deskriptif komparatif dan dianalisis untuk mengetahui hubungan antara sifat fisika tanah dengan tingkat rembesan air di kawasan karst Citatah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sampel tanah untuk penelitian ini dilakukan di laboratorium. Sampel tanah diambil dari lokasi penelitian di Kawasan Karst Citatah, spesifiknya dari titik bor BH-01 pada dua kedalaman yang berbeda, yaitu 1.00-1.50 meter dan 2.50-3.00 meter. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berbagai parameter sifat fisik tanah seperti berat jenis, kadar air, porositas, dan permeabilitas. Hasil dari pengujian laboratorium ini selanjutnya menjadi dasar dalam menganalisis perilaku mekanik dan hidrolis tanah.

Analisis ukuran partikel dilakukan menggunakan metode *sieve shaker* sesuai standar ASTM D 6913-17. Pengujian ini bertujuan menentukan gradasi ukuran butiran agregat halus dan kasar pada tanah yang tertahan saringan No. 200. Untuk sampel BH-01 pada kedalaman 1.00-1.50 meter, hasil pengujian menunjukkan bahwa sebanyak 87.79% butiran lolos dari saringan No. 200. Berdasarkan persentase tersebut, tanah ini diklasifikasikan sebagai *silty clay with sand*, atau campuran lempung berlanau dengan sedikit pasir. Sampel kedua dari kedalaman 2.50-3.00 meter menunjukkan karakteristik serupa, di mana didapati 89.12% butiran lolos saringan No. 200. Tanah pada kedalaman ini juga diklasifikasikan sebagai *silty clay with sand*.

Tabel 1. Analisis menggunakan Shieve Shaker BH-01.1

Determination Of Particle Size Analysis (ASTM D 6913-17)					
Total Dry Mass = 200.53 gr					
Sieve No.	Diameter (mm)	Mass Retained (gr)	Percent Retained (%)	Cumulative Percent Retained (%)	Percent Passing (%)
4"	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	31.250	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.62	0.31	0.31	99.69
10	2.000	10.68	5.33	5.64	94.36
20	0.850	8.52	4.25	9.88	90.12
40	0.425	2.11	1.05	10.94	89.06
80	0.180	0.77	0.38	11.32	88.68
100	0.150	1.05	0.52	11.84	88.16
200	0.075	0.74	0.37	12.21	87.79
Pan		176.04	87.79	100.00	0.00

Tabel 2. Analisis menggunakan Shieve Shaker BH-01.2

Determination Of Particle Size Analysis (ASTM D 6913-17)					
Total Dry Mass = 197.03 gr					
Sieve No.	Diameter (mm)	Mass Retained (gr)	Percent Retained (%)	Cumulative Percent Retained (%)	Percent Passing (%)
4"	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	31.250	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.24	0.12	0.12	99.88
10	2.000	8.61	4.37	4.49	95.51
20	0.850	7.49	3.80	8.29	91.71
40	0.425	2.50	1.27	9.56	90.44
80	0.180	0.92	0.47	10.03	89.97
100	0.150	1.06	0.54	10.57	89.43
200	0.075	0.61	0.31	10.88	89.12
Pan		175.60	89.12	100.00	0.00

Kadar air (*water content*) didefinisikan sebagai perbandingan berat air yang terkandung dalam massa tanah terhadap berat butiran padat (tanah kering), yang dinyatakan dalam persen. Pengujian ini dilakukan menggunakan oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ dan didiamkan selama sekitar 24 jam. Hasil pengujian untuk sampel BH-01 kedalaman 1.00-1.50 meter menunjukkan nilai kadar air rata-rata (W_n) sebesar 53.31%. Sementara itu, untuk sampel pada kedalaman 2.50-3.00 meter, diperoleh Kadar Air rata-rata yang sedikit lebih rendah, yaitu sebesar 49.37%.

Tabel 3. Analisis Kadar Air BH-01.1

Determination Of Natural Water Content (ASTM D 2216 – 19)				
Container No.			A	B
Weight of container + wet soil	w_1	gr	101.07	81.49
Weight of container + dry soil	w_2	gr	71.42	60.99
Weight of water	$w_3 = w_1 - w_2$	gr	29.65	20.50
Weight of container	w_4	gr	15.70	22.61
Weight of dry soil	$w_5 = w_2 - w_4$	gr	55.72	38.38
Water content	$(w_3/w_5) \times 100\%$	%	53.21	53.41
Average Water Content		%	53.31	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Tabel 4. Analisis Kadar Air BH-01.2

Determination Of Natural Water Content (ASTM D 2216 – 19)				
Container No.			A	B
Weight of container + wet soil	w_1	gr	80.30	76.05
Weight of container + dry soil	w_2	gr	58.56	55.92
Weight of water	$w_3 = w_1 - w_2$	gr	21.74	20.13
Weight of container	w_4	gr	14.93	14.76
Weight of dry soil	$w_5 = w_2 - w_4$	gr	43.63	41.16
Water content	$(w_3/w_5) \times 100\%$	%	49.83	48.91
Average Water Content		%	49.37	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Tabel 5. Analisis Berat Volume dan Berat Jenis BH-01.1

Determination Of Unit Weight Of Soil (ASTM D 7263 – 21)				
Ring No.			1	2
Weight of Ring + Wet Soil	w ₁	gr	125.52	125.55
Weight of ring	w ₂	gr	62.72	62.72
Weight of Wet Soil	w ₃ = w ₁	gr	62.80	62.83
	- w ₂			
Volume of Ring	v	cm ³	39.25	39.25
Wet Unit Weight	g = w ₃ /v	gr/ cm ³	1.60	1.60
Average Wet Unit		gr/ cm ³	1.60	
Weight				
Determination Of Specific Gravity Of Solids (ASTM D 854 – 23)				
Picnometer No.		-	A	C
Temperature	-	°C	28.00	28.00
Weight of picno + sample	w ₁	gr	116.49	121.48
Weight of picnometer	w ₂	gr	64.66	69.97
Weight of sample	w ₃ = w ₁	gr	51.83	51.51
	- w ₂			
Weight of picnometer + water	w ₄	gr	168.22	167.05
Weight of pic + sample + water	w ₅	gr	200.42	198.88
Volume of Sample	v = [w ₄ -(w ₅ -w ₃)] / g _w	cm ³	19.63	19.68
Specific Gravity	G _s = w ₃ / v	Unitless	2.629	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Tabel 6. Analisis Berat Volume dan Berat Jenis BH-01.2

Determination Of Unit Weight Of Soil (ASTM D 7263 – 21)				
Ring No.			1	2
Weight of Ring + Wet Soil	w ₁	gr	121.02	121.00
Weight of ring	w ₂	gr	55.23	55.00
Weight of Wet Soil	w ₃ = w ₁	gr	65.79	66.00
	- w ₂			
Volume of Ring	v	cm ³	39.25	39.25
Wet Unit Weight	g = w ₃ /v	gr/ cm ³	1.68	1.68
	Average Wet Unit	gr/ cm ³	1.68	
Weight				
Determination Of Specific Gravity Of Solids (ASTM D 854 – 23)				
Picnometer No.		-	E	F
Temperature	-	°C	28.00	28.00
Weight of picno + sample	w ₁	gr	90.17	90.28
Weight of picnometer	w ₂	gr	39.66	39.15
Weight of sample	w ₃ = w ₁	gr	50.51	51.13
	- w ₂			
Weight of picnometer + water	w ₄	gr	140.64	139.86
Weight of pic + sample + water	w ₅	gr	171.87	171.82
Volume of Sample	v = [w ₄ -(w ₅ -w ₃)] / g _w	cm ³	19.28	19.17
Specific Gravity	G _s = w ₃ / v	Unitless	2.644	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Berdasarkan data tabel diatas, hasil uji berat volume tanah pada titik BH-01.1 menunjukkan nilai rata-rata sebesar 1.60 gr, yang menunjukkan bahwa tanah pada lapisan tersebut memiliki tingkat kepadatan sedang dengan ruang udara dan air di antara butiran tanah. Hasil uji berat jenis (*specific gravity*) menunjukkan nilai G_s sebesar 2.629, yang masih berada di kisaran normal untuk tanah mineral, yaitu antara 2,60 dan 2,70. Sedangkan, berat volume pada BH-01.2 sedikit lebih tinggi dari BH-01.1 menunjukkan bahwa lapisan tersebut memiliki mineral dengan massa jenis yang lebih besar atau mineral yang lebih padat. Sehingga, tanah di kedalaman tersebut lebih padat karena tekanan dari lapisan di atasnya dan penurunan kandungan air dalam pori-pori tanah.

PEMERIKSAAN PERMEABILITY CONSTANT HEAD (SK SNI. M-2-1990)					
			I		II
Diameter Buret			1	cm	
Luas Potongan Dalam Burt		(a)	0.785	cm ²	
Diameter Contoh			6.350	cm	
Luas Potongan Contoh		(A)	31.669	cm ²	
Tinggi Contoh		(L)	7.000	cm	
Waktu Mulai		(t1)	30.000	detik	
Waktu Akhir		(t2)	1440.000	detik	
Tinggi Air Pada t1-- h1			41.500	cm	
Tinggi Air Pada t2-- h2			2.900	cm	
h1/h2			14.310		
Log h1/h2			1.156		
a x L			5.495		
a x L/A			0.174		
2.3 / (t1 - t2)			0.002		
$\frac{K_T}{A} = \frac{a \times L}{(t_1 - t_2)} \times 2,3 \times \log \frac{h_1}{h_2}$			0.000		
mt / m	20 C			0.867	
K 20		mt		0.000	
=	KT x	m20 C			
KOEFSISIEN KEREMBESAN			cm/sec	2.84.E-04	
AVERAGE KOEFISIEN KEREMBESAN			cm/sec	2.84.E-04	

Gambar 2. Analisis permeabilitas tanah BH-01.1
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025)

PEMERIKSAAN PERMEABILITY CONSTANT HEAD (SK SNI. M-2-1990)					
			I		II
Diameter Buret			1	cm	
Luas Potongan Dalam Burt		(a)	0.785	cm ²	
Diameter Contoh			6.350	cm	
Luas Potongan Contoh		(A)	31.669	cm ²	
Tinggi Contoh		(L)	7.000	cm	
Waktu Mulai		(t1)	30.000	detik	
Waktu Akhir		(t2)	1440.000	detik	
Tinggi Air Pada t1-- h1			42.500	cm	
Tinggi Air Pada t2-- h2			3.200	cm	
h1/h2			13.281		
Log h1/h2			1.123		
a x L			5.495		
a x L/A			0.174		
2.3 / (t1 - t2)			0.002		
$\frac{K_T}{A} = \frac{a \times L}{(t_1 - t_2)} \times 2,3 \times \log \frac{h_1}{h_2}$			0.000		
mt / m	20 C			0.867	
K 20		mt		0.000	
=	KT x	m20 C			
KOEFSISIEN KEREMBESAN			cm/sec	2.76.E-04	
AVERAGE KOEFISIEN KEREMBESAN			cm/sec	2.76.E-04	

Gambar 3. Analisis permeabilitas tanah BH-01.2
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025)

Parameter hidrolik utama yang diuji adalah permeabilitas (k). Pengujian dilakukan menggunakan metode *Permeability Falling Head* (SK SNI. M-2-1990). Untuk sampel

kedalaman 1.00-1.50 meter, didapatkan koefisien kerembesan (k) sebesar 2.837×10^{-4} cm/detik (data pengujian menunjukkan $2.84.E-04$ cm/sec). Sampel dari kedalaman 2.50-3.00 meter menunjukkan koefisien kerembesan yang sedikit lebih rendah, yaitu 2.757×10^{-4} cm/detik (data pengujian menunjukkan $2.76.E-04$ cm/sec). Hasil ini menunjukkan bahwa dalam agroteknologi, strategi irigasi yang disesuaikan dengan karakteristik tanah bertekstur *silty clay* dan permeabilitas tinggi harus digunakan. Metode irigasi hemat air seperti irigasi tetes, dan sistem pengelolaan air yang dapat meminimalkan kehilangan rembes ke dalam tanah, merupakan cara untuk memanfaatkan air irigasi dalam pertumbuhan tanaman dan mempertahankan produktivitas agribisnis di daerah karst.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, tanah di kawasan karst Citatah termasuk jenis *silty clay with sand*, yaitu campuran lempung, lanau, dan sedikit pasir. Jenis tanah ini mampu menahan air cukup baik, tetapi air juga mudah merembes karena ada kandungan pasir dan batu gamping berpori. Nilai kadar air pada kedalaman 1–1,5 meter sebesar 53,31%, sedikit lebih tinggi dibanding kedalaman 2,5–3 meter sebesar 49,37%, menandakan lapisan atas lebih jenuh air. Berat volume tanah meningkat dari 1,60 g menjadi 1,68 g, menunjukkan tanah makin padat di lapisan bawah. Nilai berat jenis (Gs) sekitar 2,63–2,64 menunjukkan kandungan mineral batuan karbonat yang umum di Kawasan Karst. Nilai permeabilitas sebesar $2,84 \times 10^{-4}$ cm/detik dan $2,76 \times 10^{-4}$ cm/detik menunjukkan air mudah meresap ke dalam tanah. Secara keseluruhan, tanah di kawasan karst Citatah memiliki daya rembes yang tinggi sehingga banyak air irigasi yang hilang ke bawah permukaan. Oleh karena itu, disarankan penggunaan sistem irigasi tertutup atau pelapisan saluran dengan tanah liat agar air tidak cepat meresap, serta dilakukan penelitian lanjutan untuk memahami lebih dalam hubungan antara jenis tanah dan kehilangan air di kawasan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, H. F., & Wijayanti, F. (2021). *Mengenal Karakteristik dan Jenis Tanah-Tanah*
- Ariana, S. I., & Syah, I. A. (2021). Hubungan Sifat-Sifat Fisik Tanah dan Aktivitas Tanah Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas yang Dipengaruhi Campuran Semen Berdasarkan Uji Laboratorium. *Rekayasa Sipil dan Desain*, 365-376.
- Dewi, B. R., & Yamin, M. (2022). Pengaruh Lapisan Beton Saluran Irigasi Terhadap Kehilangan Air (Studi Kasus : Daerah Irigasi Mencongah). *Jurnal Ganec Swara*, 1353-1361.
- Maulana, Y. C. (2011). Pengelolaan Berkelanjutan Kawasan Karst Citatah-Rajamandala. 1-14.

- Pratiwi, A. H., Abidin, Z., Faroni, F., & Asyrofi, M. (2022). Analisis Sifat Fisika dan Kimia Tanah di Desa Balesari Kecamatan Ngajum Kabupaten Malang. *Ilmu Pertanian*, 14-19.
- Ramadhan, G. (2024). *Karst Citatah, dari Laut Purba Hingga Jejak Manusia Prasejarah*. Tirta.id.
- Rizal, S., Syaibana, P. L., Wahono, F., Wulandari, L. T., & Agustin, M. E. (2022). Analisis Sifat Fisika Tanah Ditinjau dari Penggunaan Lahan di Kecamatan Ngajum, Kabupaten Malang. *Pendidikan dan Ilmu Geografi*, 158-167.
- Setiawan, B., Chrismaningwang, G., & Rifa'i, F. (2023). Analisis Debit Rembesan Pada Sumur Resapan Dengan Variasi Diameter Menggunakan Software GeoStudio SEEP/W. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 362-368.
- Sutrisno, & Chayati, C. (2013). Perhitungan Efisiensi Saluran Irigasi Pada Daerah Irigasi KebonAgung Kabupaten Sumenep. *Ilmiah MITSU*.
- Wulandari, A., Sumono, & Munir, A. P. (2016). Kajian Koefisien Rembesan Saluran Irigasi Penampang Trapesium Pada Tanah Latosol Dalam Skala Laboratorium. *Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 91-97.
- Yunus, A. I., Suyadi, Cengristitama, Marlina, L., Yuliatr, Rahman, F. A., . . . Sari, M. W. (2024). *Ilmu Tanah*. Sumatera Barat: Gita Lentera.