

Pengaruh Kadar Air Terhadap Tingkat Keasaman Tanah Kampung Burmeso Secara Elektrometri

Carli N. M. Sineri¹, Lodwyk N. Krimadi^{2*}, Ilham Salim³, Yohanis I. Mandik⁴, Yohanes B. J. Rusmanta⁵

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih, Indonesia^{1,2,3,4,5}

*Corresponding Author e-mail: lodwyk.krimadi@gmail.com

Abstract: A study has been conducted on the analysis of the effect of moisture content on the acidity level (pH H₂O and pH KCl) of the soil of Burmeso Village using the electrometry method. Samples were taken from a depth of 0-10 cm with a sample soil ring. Next, the soil samples were dried at 105°C for 3 hours, sifted using a 200 mesh sieve. The analysis was carried out on the physical properties (moisture content) and its correlation with the chemical properties (Soil Acidity). The results of this study showed that the soil moisture content of three soil samples was 9.03 (TL), 9.065 (TH), and 9.56 (TB) and was classified as high enough moisture content so that it had a direct effect on the pH of farmland, forest soil and ex-field soil was classified as sour (low) to slightly sour (moderate), the high and low pH greatly affected the nutrient content in the soil so that it produced. The results of soil acidity analysis also indicate that the actual acidity pH value (H₂O pH) is greater when compared to the potential pH (pH KCl) so that the Δ pH value tends to be negative including -0.705 (TL), -0.84 (TH), and -1.035 (TB), this negative value shows that the soil of Burmeso Village is a negative net load soil occupied by exchangeable bases (KTK).

Key Words: Soil, Moisture Content (%), Actual pH (pH H₂O), Potential pH (pH KCl)

Abstrak: Telah dilakukan penelitian tentang analisis pengaruh kadar air terhadap tingkat keasaman (pH H₂O dan pH KCl) tanah Desa Burmeso dengan metode elektrometri. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0-10 cm dengan ring sampel tanah. Selanjutnya sampel tanah dikeringkan pada suhu 105°C selama 3 jam, diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Analisis dilakukan terhadap sifat fisik (kadar air) dan korelasinya dengan sifat kimia (Keasaman Tanah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air tanah pada ketiga sampel tanah tersebut adalah 9,03 (TL), 9,065 (TH), dan 9,56 (TB) dan tergolong kadar air cukup tinggi sehingga berpengaruh langsung terhadap pH tanah pertanian, tanah hutan dan tanah bekas ladang tergolong masam (rendah) sampai agak masam (sedang), tinggi rendahnya pH sangat mempengaruhi kandungan hara dalam tanah sehingga menghasilkan pH tanah yang rendah (pH rendah) dan kadar air tanah yang rendah (pH rendah) sehingga berpengaruh terhadap pH tanah. Hasil analisis kemasaman tanah juga menunjukkan bahwa nilai pH kemasaman aktual (pH H₂O) lebih besar jika dibandingkan dengan pH potensial (pH KCl) sehingga nilai Δ pH cenderung bernilai negatif meliputi -0,705 (TL), -0,84 (TH), dan -1,035 (TB), nilai negatif ini menunjukkan bahwa tanah Desa Burmeso merupakan tanah beban netto negatif yang ditempati oleh basa-basa yang dapat dipertukarkan (KTK).

Kata Kunci: Tanah, Kadar Air (%), pH Aktual (pH H₂O), pH Potensial (pH KCl)

Pendahuluan

Kebutuhan lahan pertanian akhir-akhir ini semakin tinggi karena naiknya kebutuhan pangan dan energi dari produk-produk pertanian, sementara itu ketersediaan lahan sangat terbatas. Hal ini mendorong terjadinya pengalihan fungsi lahan dari hutan menjadi lahan pertanian. Dalam pengolahan tanah pertanian, terdapat pengolahan secara moderen dan juga pengolahan secara tradisonal. Pengolahan tanah secara tradisonal memiliki kelebihan, yaitu biayanya relatif rendah, dan kelestariannya tetap terjaga. Namun kelemahannya adalah produksinya relatif rendah dan unsur-unsur hara lama kelamaan akan habis.

Kesuburan tanah lahan pertanian ataupun tanah lahan tradisonal dipengaruhi oleh kandungan material kimia yang terkandung di dalamnya. Pada umumnya material kimia yang berperan dalam proses penyuburan tanah dan membantu proses pertumbuhan baik tumbuhan perkebunan (tradisonal dan moderen) atau tumbuhan non perkebunan adalah unsur hara (K, Na, Mg, Ca). Menurut Purba T dkk, (2021) kesuburan tanah dipengaruhi oleh ketersediaan dan



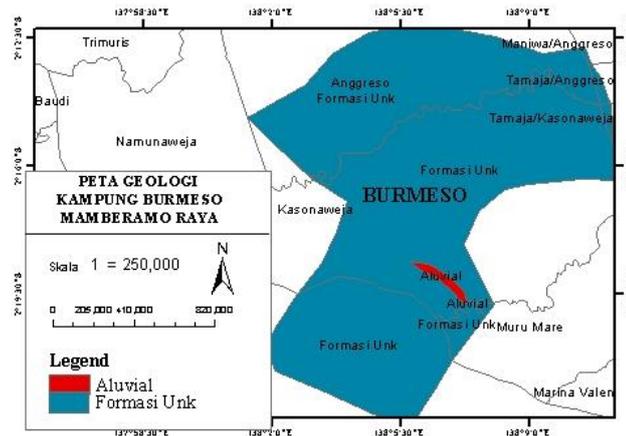
keseimbangan unsur hara di dalam tanah, sehingga jika terdapat kelimpahan terhadap satu jenis unsur hara maka dapat berpengaruh terhadap konsistensi keberadaan unsur hara lainnya. Lebih lanjut Purba T dkk, (2021) menjelaskan bahwa komponen kimia yang mempengaruhi kualitas tanah adalah ketersediaan bahan C-organik, ketersediaan bahan organik diketahui dapat menyerap dan menyimpan air untuk digunakan pada rekasi fotosintesis oleh tumbuhan.

Ketersediaan air yang cukup, sangat baik pada keberlangsungan dan perkembangan tumbuhan budidaya atau non budidaya pada tanah ladang atau non ladang, di sisi lain ketersediaan air pada tanah juga sangat berpengaruh terhadap kualitas asam dan basa dari tanah tersebut. Tingginya kadar bahan C-organik dan juga serapan air khususnya air hujan pada tanah ladang mampu meningkatkan konsentrasi atau kadar H^+ , sehingga secara langsung dapat berpengaruh terhadap menurunnya nilai *Power of Hydrogen* (pH) atau meningkatnya keasaman tanah ladang (Purba T dkk., 2021)

Keasaman dan kebasaan tanah bersumber dari sejumlah senyawa. Air adalah sumber kecil ion H^+ karena disosiasi molekul H_2O lemah. Sumber-sumber besar adalah asam-asam anorganik dan organik. Proses yang menghasilkan ion H^+ ialah respirasi akar dan jasad penghuni tanah, perombakan bahan organik, pelarut, CO_2 udara dalam lensa tanah, Al, nitrifikasi, oksidasi N_2 , oksidasi S, dan pelarut serta penguraian pupuk kimia (Notahadiprawiro, T. 1998). Tinggi rendahnya asam dan basa tanah mempengaruhi proses penyerapan unsur hara dalam tanah oleh tumbuhan, pada tanah asam lebih sering dijumpai ion Al dan proses pengompleksan (memfiksasi) unsur P dengan unsur hara lainnya sehingga menjadi racun bagi tanah, sedangkan pada tanah rawa yang relatif masam mengandung banyak sifat yang bersifat toksik (Naoum, 2007).

Pengujian pH tanah sering dilakukan secara elektrometri menggunakan dua perbandingan pH, yaitu pH H_2O (pH aktual) dan pH KCl (pH potensial). Pengujian pH H_2O merupakan pengujian yang dilakukan pada pH aktif atau pH tanah pada kondisi terkini konsentrasi H^+ dalam larutan tanah, sedangkan pengujian pH KCl yang merupakan pH potensial adalah pengukuran tingkat keasaman tanah pada larutan tanah dan konsentrasi H^+ potensial ketika terjadi penambahan ion H^+ didesak keluar dan digantikan oleh ion K, sehingga tingkat keasaman tanah lebih rendah atau lebih tinggi konsentrasi ion H^+ . Peristiwa ini sejalan bersesuaian dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusuma dan Yanti (2021) dan Kautsa M. dkk (2018) yang menyatakan perbandingan nilai pH H_2O (pH aktual) lebih tinggi jika dibandingkan dengan pH KCl karena merupakan pH potensial yang diperkitarakan jika ketamabahan ion H^+ akan meningkatkan nilai keasaman tanah dan akan sangat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dan peranaannya pada proses pertumbuhan tanaman budidaya atau non budidaya pada tanah ladang dan non ladang.

Kampung Burmeso, Mamberamo Raya merupakan salah satu wilayah dengan jumlah penduduknya sebagian melakukan proses pertanian secara tradisional. Berdasarkan uraian di atas, diperkirakan Kampung Burmeso memiliki lingkungan tanah yang berpotensi bersifat asam.



Gambar 1. Peta Geologi Kampung Burmeso, Mamberamo Raya (Shapefile Geologi Papua 2020)

Berdasarkan pada gambar 1. Dapat dilihat bahwa letak geologi Kampung Burmeso, Mamberamo Raya berada pada Formasi Unk dan lapisan tanah alluvial. Formasi Unk dan tanah alluvial diketahui merupakan tanah dan batuan halus dari bahan organik dan anorganik yang terbawa bersama air sehingga terendapkan dan membentuk sedimentasi pada dataran rendah. Letak geologi juga menunjukkan bahwa Kampung Burmeso berada pada dataran yang relatif rendah dan menjadi tempat atau sebagai palung penampung air buangan yang cukup baik, proses ini kemudian memungkinkan terjadi reaksi pada molekul air sehingga melepaskan ion H^+ yang melimpah.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan melakukan Analisis Pengaruh Kadar Air Terhadap Tingkat Keasaman (pH Aktual dan pH Potensial) Tanah Kampung Burmeso Secara Elektrometri.

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah Observasi atau pengamatan dan Analisis Laboratorium.

Lokasi Pengambilan Sampel dan Tempat Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah yaitu dari lahan ladang tradisional, bekas ladang dan hutan di Kampung Burmeso Distrik Mamberamo Tengah Kabupaten Mamberamo Raya dan kemudian diteliti di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Cenderawasih Jayapura.

Populasi dan Sampel

Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini yang menjadi populasi adalah tanah dari Kampung Burmeso Distrik Mamberamo Tengah Kabupaten Mamberamo Raya. Sampel Tanah diambil dari lokasi lahan ladang tradisional, bekas ladang dan hutan di Kampung Burmeso Distrik Mamberamo Tengah Kabupaten Mamberamo Raya.

Prosedur Kerja

Pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel tanah diambil dari lokasi lahan ladang tradisional, bekas ladang dan hutan di Kampung Burmeso Distrik Mamberamo Tengah Kabupaten Mamberamo Raya. Lokasi pengambilan sampel berada dalam lahan ladang, bekas ladang dan hutan, sampel tanah diambil dua titik dari masing-masing lokasi (L1, L2, B1, B2, H1 dan H2). Alat pengambilan sampel berupa pipa paralon (PVC) diameter 2 inchi untuk meniru ring sampel dan menghindari

kontaminasi logam. Pipa ditutup erat dengan plastik untuk mencegah sampel tumpah atau terkontaminasi, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis (Rusmanta, dkk. 2013).

Sampel dipreparasi atau dipersiapkan untuk kebutuhan analisis laboratorium. Sampel tanah yang masih basah dan kotor dari lapangan dikering-anginkan selama 3 hari kemudian kotoran berupa sisa-sisa akar dan batu dipisahkan dari sampel. Bongkahan tanah yang keras dihancurkan dengan tangan atau mortar. Digunakan ayakan 200 mesh untuk mendapatkan sampel tanah kering, (Rusmanta, dkk. 2013)

Pengukuran Kadar Air Sampel Tanah

Sebelum mengerjakan pengukuran kadar air, dipersiapkan peralatan sebagai berikut: cawan porselin, penjepit tahan karat, oven, desikator, neraca analitik. Adapun langkah kerja pengukuran kadar air adalah: preparasi sampel, pengukuran dan perhitungan.

Sampel tanah yang telah dikumpulkan kemudian ditimbang. Penimbangan dilakukan pada awal pengambilan sampel dan selanjutnya dilakukan proses pengeringan. Sampel tanah yang sudah kering seberat 5 gram diletakkan pada cawan yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Cawan diangkat dan dimasukkan dalam desikator. Setelah dingin lalu ditimbang. Selisih bobot sebelum dan sesudah dikeringkan adalah bobot air.

Perhitungan :

KA = (Wa/Wb) x 100% atau

$$K. A \left(\% \frac{w}{w} \right) = \frac{\text{Berat basah}-\text{berat kering}}{\text{Berat basah}} \times 100\%$$

Keterangan: KA = Kadar air

Wa = Bobot basah

Wb = Bobot kering

(Hanafiah, 2005)

Pengukuran pH

Sebelum mengerjakan pengukuran pH, dipersiapkan alat dan bahan sebagai berikut: pH meter, Gelas beaker, Gelas ukur 25 mL, *Hot plate*, *Magnetik stirrer*, Aquades, Sampel tanah. Adapun langkah kerja pengukuran pH adalah: Preparasi Sampel, Pengukuran dan Perhitungan.

Sampel tanah yang telah dibersihkan dan telah ditimbang sebanyak 5 gram kemudian ditambah dengan aquades kedalam gelas beaker sebanyak 25 mL kemudian dikocok/diaduk menggunakan *magnetic stirrer* lalu ukur pH actual (pH H₂O) secara elektrometri. Mengulangi perlakuan metode elektrometri untuk pH potensial (pH KCl).

Hasil dan Pembahasan

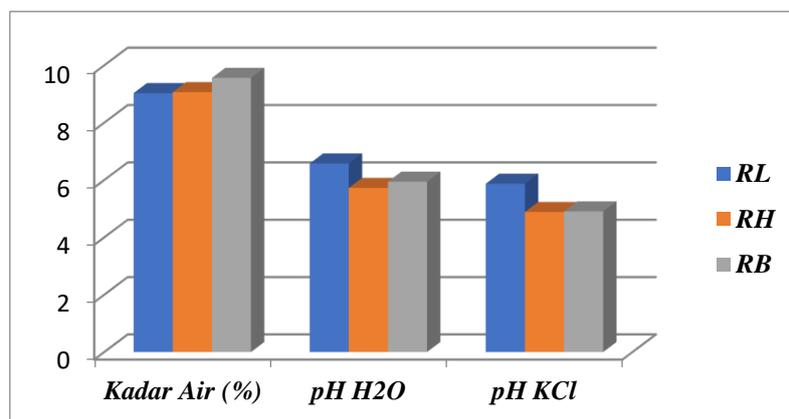
Kesuburan tanah lahan pertanian ataupun tanah lahan tradisional dipengaruhi oleh kandungan material kimia yang terkandung di dalamnya. Pada umumnya material kimia yang berperan dalam proses penyuburan tanah dan membantu proses pertumbuhan baik tumbuhan perkebunan (tradisional dan moderen) atau tumbuhan non perkebunan adalah unsur hara (K, Na, Mg, Ca). Menurut Purba T dkk, (2021) kesuburan tanah dipengaruhi oleh ketersediaan dan keseimbangan unsur hara di dalam tanah, sehingga jika terdapat kelimpahan terhadap satu jenis unsur hara maka dapat berpengaruh terhadap konsistensi keberadaan unsur hara lainnya. Komponen kimia yang cukup penting pada proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik tanaman budi daya ataupun tanaman non budi daya adalah kada air dan tingkat keasaman

tanah, di mana kedua komponen tersebut sangatlah berpengaruh dalam proses penyerapan atau penyimpanan unsur-unsur hara dalam tanah.

Tabel 1. Tingkat Kemasaman (pH aktual dan pH Potensial) dan Kadar Air Tanah Ladang, Non Ladang, dan Bekas Ladang Kampung Burmeso, Mamberamo Raya

Sampel	Lokasi	pH		Kadar Air (%)
		H ₂ O	KCl	
TL1	Tanah Ladang	6,54	5,86	9,05
TL2	Tanah Ladang	6,61	5,88	9,01
L	Rata-Rata Tanah Ladang	6,575	5,87	9,03
TH1	Tanah Hutan	5,81	4,91	9,06
TH2	Tanah Hutan	5,64	4,86	9,07
H	Rata-Rata Tanah Hutan	5,725	4,885	9,065
TB1	Tanah Bekas Ladang	5,94	4,92	9,56
TB2	Tanah Bekas Ladang	5,94	4,89	9,56
B	Rata Rata Tanah Bekas Ladang	5,94	4,905	9,56

Ket: L1 dan 2 = Tanah Ladang (sampel 1 dan 2)
 H1 dan 2 = Tanah Hutan (sampel 1 dan 2)
 B1 dan 2 = Tanah Bekas Ladang (sampel 1 dan 2)



Ket: RL = rata-rata TL; RH =rata-rata TH; RB = rata-rata TB

Gambar 2. Grafik Perbandingan Kadar Air vs Keasaman Tanah Kampung Burmeso

Sifat-sifat tanah berpengaruh terhadap jumlah air yang tersedia yaitu daya hisap (matrik dan osmotik), kedalaman tanah dan pelapisan tanah. Menurut (Hakim, dkk, 1986) kadar air tanah yang optimum untuk pertumbuhan tanaman berkisar antara 7-10%.

Kadar air dalam tanah menunjukkan berapa banyak air dalam tanah pada saat dilakukan pengukuran. Pada penelitian ini pengukuran kadar air dalam tanah dilakukan pada saat musim hujan dimana tanah dalam keadaan basah jadi harus dikering anginkan dalam beberapa hari untuk mendapatkan tanah yang benar-benar kering.

Berdasarkan pada pengambilan data lapangan, bahwasannya waktu pengambilan sampel terjadi saat musim hujan menyebabkan penyerapan air yang cukup banyak terjadi, hal ini bersesuaian dengan hasil pengujian kadar air pada tabel 1, kadar air rata-rata ketiga sampel berturut-turut sampel Tanah Ladan (L1 dan L2) 9,03%, Tanah Hutan (H1 dan H2) 9,065%, dan Tanah Bekas Ladang (B1 dan B2) adalah 9,56% dari pengujian 5 gram masing-masing sampel tanah. Hasil ini menunjukan bahwa kadar air tanah kapung Burmeso tergolong kadar optimum.

Ketersediaan air dalam kadar optimum ini dapat berpengaruh langsung pada tingkat keasaman tanah. Diperhatikan hasil analisis pada tabel 1 dan gambar 2, terlihat jelas bahwa kadar air pada tanah ladang optimum pada tanah bekas ladang (TB) dan tanah hutan (TH) berturut-turut 9,065 % dan 9,56 %.

Kadar air optimum ini dapat menyebabkan terjadinya rekasi kimia dan melepaskan ion H^+ yang cukup melimpah dalam tanah, hal ini terlihat berbanding lurus terhadap keasaman tanah hutan (TH) 5,725 (pH H_2O) dan 5,87 (pH KCl) sedangkan untuk tanah bekas ladang (TB) adalah 5,94 (pH H_2O) dan 4,905 (pH KCl). Peristiwa ini menunjukkan bahwasannya pH tanah bekas ladang (TB) dan tanah hutan (TH) bersifat cukup asam. namun tidak berlaku bagi tanah ladang (TL) di mana hasil analisis pada tabel 1 menunjukkan bahwa kadar sampel air tanah ladang adalah 9,03 % dengan keasaman tanah yang menunjukan masih dalam ambang normal yaitu 6,575 (pH H_2O) sedangkan pada pH potensial adalah 5,87 (pH KCl) adalah asam. Peristiwa ini terjadi karena kadar air pada TL diperkirakan telah tergunakan oleh tumbuhan budidaya daerah tersebut dan yang dimugnkain terjadi penguapan cukup tinggi kerana tidak terjadi deposit kekurangan tumbuhan sebagai penyangga.

Tinggi pH aktual (pH H_2O) dikarenakan konsentrasi H^+ terukur adalah konsentrasi terkini dari tanah, jika dibandingkan dengan pH potensial (pH KCl) yang selalu rendah konsentrasi H^+ merupakan konsentrasi cadangan yang ketika diantikan oleh ion K dari larutan KCl maka ion H^+ akan dipaksa keluar sehingga kadarnya menjadi lebih lebih melimpah dan menyebabkan rendahnya pH tanah (Amran, M.B, dkk. 2015), peristiwa ini juga bersesuaian dengan Kusuma dan Yanti (2021) yang melakukan analisis pengaruh kadar air dan C-organik terhadap keasaman tanah bahwa pH aktual selalu sebih tinggi karena konsentrasi H^+ yang teridentifikasi adalah kadar terkini, sedangkan pH potensial yang tendah karena kadar H^+ teridentifikasi adalah pH cadangan yang akan didorong keluar dari dalam jaringan tanah setelah didesak oleh ion K.

Korelasi yang bersesuaian antara kadar air dan pH dapat dijadikan data awal penentuan jenis muatan koloid tanah dengan menggunakan metode selisih pH aktual (pH H_2O) dan pH potensial (pH KCl) atau diidentifikasi dengan delta pH (ΔpH)

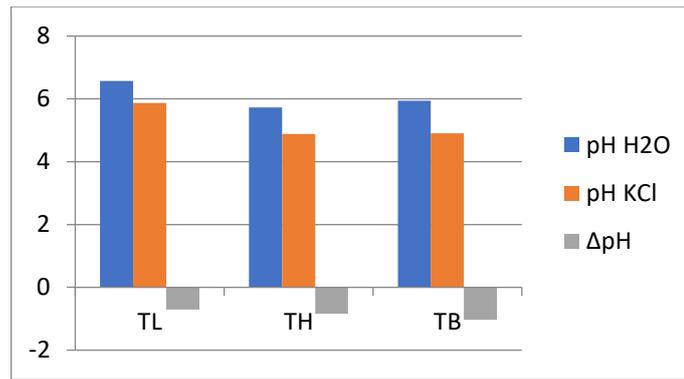
Tabel 2. Nilai ΔpH TL, TH, dan TB

Sampel	\bar{X} pH H_2O	\bar{X} pH KCl	ΔpH
TL	6,575	5,87	- 0,705
TH	5,725	4,885	- 0,84
TB	5,94	4,905	- 1,035

Ket: \bar{X} pH H_2O = rata-rata pH H_2O

\bar{X} pH H_2O = rata-rata pH KCl

ΔpH = pH KCl – pH H_2O



Gambar 3. Grafik nilai selisih nilai pH H₂O dan pH KCl (Δ pH)

Berdasarkan pada data hasil analisis (tabel 2) dapat dilihat bahwa nilai Δ pH sampel tanah ladang (TL), tanah hutan (TH), dan tanah bekas ladang (TB) bernilai negatif yaitu -0,705, -0,84, dan -1,035. Nilai negatif Δ pH ini menunjukkan bahwa tanah pada kampung burmeso merupakan tanah dengan kategori tanah bermuatan variabel atau tanah dengan kandungan unsur hara dan juga mengandung ion-ion basa yang dapat ditukar (KTK) (Uehara and Gillman, 1981), lebih lanjut Masjkur (2007) menyatakan nilai negatif Δ pH menerangkan tanah bermuatan neto negatif yang ditempati oleh basa-basa dapat ditukar (KTK).

Hal tersebut di atas juga dapat dikonfirmasi kebenarannya menggunakan data geologi pada peta geologi (gambar 1). Kampung Burmeso yang berada pada daerah geologi dengan struktur tanah alluvial dan formasi unkl, di mana struktur geologi tersebut merupakan hasil pengendapan bahan-bahan organik dan anorganik yang kaya akan unsur hara.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian pengaruh kadar air terhadap pH tanah Kampung Burmeso dapat disimpulkan bahwa:

1. pH tanah memiliki korelasi yang cukup bersesuaian dengan kadar air, yang mana pada sampel TH dan TB memiliki kadar air optimum menjadikan pH tanah lebih masam jika dibandingkan dengan TL yang memiliki pH masam namun masih dalam batas normal
2. Δ pH negatif tanah Kampung Burmeso, Mamberamo Raya menerangkan tanah bermuatan neto negatif yang ditempati oleh basa-basa dapat ditukar (KTK)..

Referensi

- Amran, M.B., Sari, N.K.E., Setyorini, D.A., W., & Y., Widiani, D. dan Irnamera, D. (2015). *Analisis Kualitas Tanah Pantai Sawarna Kabupaten Lebak Provinsi Banten. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains.*
- Hakim, Nurhajati, Nyakpa, & Lubis, Y. (1986). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Lampung: Universitas Lampung.*
- Hanafiah, K. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.*
- Kautsa M. Ilyas. dan Sufardi. (2018). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah Volume 3, Nomor 2, Mei 2018 www.jim.unsyiah.ac.id/JFP. 3(2), 409–419.*
- Kusuma R. Y. dan Yanti K. (2021). *Effect of Water Content in Soil On C-Organic Levels and Soil Acidity (pH) Pengaruh Kadar Air dalam Tanah Terhadap Kadar C-Organik dan Keasaman (pH) Tanah. 6(2), 92–97.*
- Masjkur, M. (2007). *Analisis biplot status kesuburan tanah. Forum Statistika dan Komputasi. 12(1), 24–29.*
- Naoum, S. G. (2007). *Dissertation Research and Writing for Construction Students. 2nd Edition, Butterworth Heinemann, Cambridge.*
- Notahadiprawiro, T. (1998). *Tanah dan Lingkungan. Yogyakarta: UGM Press.*

- Purwaningsih, T. P. H. N., Gunawan, A. S. J. B., & Junairiah, Refa Firgiyanto, A. (2021). *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Rusmanta, Y, B. J. Rumhayati, B., & Bisri, C. (n.d.). *Distribusi Kadar Karbon Organik Total (KOT) dan Hubungannya Dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada Tanah Hutan Rawa Sekunder di Sempadan Sungai Kumb, Merauke, Papua*. *Sains dan Terapan Kimia*, . 83-84.
- Uehara, G. and G. G. (1981). *The Mineralogy, Chemistry, Physics Of Tropical Soils With Variabel Charge Clays*. Westerview Press. Colorado.