

**Kajian Sifat Kimia Inceptisol Pada Beberapa Kelas Lereng Di Nagari Aie Dingin
Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok**
*Study of Chemical Properties of Inceptisols on Several Slope Classes in Aie
Dingin Village, Lembah Gumanti District, Solok Regency*

Liza Andini^{1*}, Teguh Budi Prasetyo¹, Azwar Rasyidin¹

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus
Limau Manis, Kota Padang, 25175

*Corresponding Author: liza@gmail.com

ABSTRACT

A study on chemical properties of Inceptisols in four slope classes in scrubland areas was conducted in Nagari Aie Dingin, Lembah Gumanti Sub-District, Solok Regency, from May 2022 to February 2023. This research was aimed to assess the chemical properties of Inceptisols in several slope classes in Nagari Aie Dingin, Lembah Gumanti Sub-District, Solok Regency. The study was carried out using a survey method. Samples were purposively taken from four slope classes (8-15%, 15-25%, 25-45%, >45%) and one comparison land (25-45%) at depths of 0-20 cm and 20-40 cm with three replications. The parameters analyzed were soil pH, organic C, total N, C/N ratio, available P, and CEC. The research results indicated that the soil pH ranged from 4.61 units to 5.62 units (acidic to slightly acidic). The organic carbon content of the soil ranged from 1.51% to 2.55% (low to moderate). The total nitrogen content ranged from 0.05% to 0.19% (very low to low). The C/N ratio ranged from 9.37 to 35.8 (low to very high). The P-available content ranged from 2.29 ppm to 43.6 ppm (very low to very high). Cation exchange capacity (CEC) had values from 14.28 me/100g to 43.62 me/100g (low to very high). The result showed that in the research area there was a decrease in the value of soil chemical properties along with increasing slope class.

Keywords: Inceptisol, Slope classes, Soil chemical properties

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya yang penting bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Tanah menyediakan air, udara, dan nutrisi yang dibutuhkan makhluk hidup seperti organisme tanah dan tumbuhan. Oleh sebab itu, fungsi tanah sebagai media pertumbuhan tanaman sangat penting diperhatikan. Tanah yang ideal bagi usaha pertanian adalah tanah dengan sifat fisika, kimia, dan biologi yang baik. Menurunnya kemampuan tanah dalam melaksanakan fungsi-fungsinya menunjukkan telah terganggunya kualitas tanah. Salah satu penyebab penurunan kualitas tanah adalah perubahan penggunaan lahan atau konversi lahan (Arifin, 2011). Salah satu daerah yang mengalami perubahan penggunaan lahan adalah Kabupaten Solok. Menurut BPS Kabupaten Solok (2021), pada tahun 2020 Kabupaten Solok memiliki lahan yang sementara tidak diusahakan atau lahan kosong seluas 32.558,21 Ha, dan Kecamatan Lembah Gumanti sebagai salah satu kecamatan di Kabupaten Solok memiliki lahan kosong (semak) seluas 14.204 Ha.

Kabupaten Solok merupakan satu dari 19 Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dengan luas wilayah 373.800 Ha yang terbagi dalam 14 kecamatan. Secara geografis Kabupaten Solok terletak pada 00° 32'14" - 01° 46'45" Lintang Selatan dan 100° 25'00" - 100° 41'41" Bujur Timur. Topografi wilayah sangat bervariasi yaitu dataran, lembah dan berbukit-bukit dengan ketinggian antara 329 - 1.458 meter di atas permukaan laut. Aie Dingin sebagai salah satu nagari di Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok juga memiliki lahan kosong walaupun nagari ini merupakan sentra produksi hortikultura di Sumatera Barat. Lahan kosong di Nagari Aie Dingin diakibatkan oleh pengelolaan lahan yang kurang tepat ketika terjadi perubahan penggunaan lahan dari lahan hutan menjadi lahan pertanian. Sebagian besar masyarakat Nagari Aie Dingin hidup dari bekerja sebagai petani. Hal ini mendorong banyaknya masyarakat membuka lahan yang sebelumnya merupakan hutan dialih fungsikan menjadi lahan pertanian. Setelah produktivitasnya menurun masyarakat membuka lahan baru dan membiarkan lahan yang sebelumnya ditumbuhi beragam vegetasi mulai dari alang-alang, paku-pakuan serta semak belukar. Hal ini berlanjut secara terus menerus yang mengakibatkan banyaknya lahan kosong di Nagari Aie Dingin Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok.

Penggunaan lahan yang tidak memenuhi kriteria dan tidak sesuai dengan peruntukannya dapat mempengaruhi sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi tanah. Kesalahan penggunaan lahan mengakibatkan meluasnya lahan kosong di Nagari Aie Dingin sehingga menurunkan kemampuan tanah dalam menyerap air yang berdampak pada meningkatnya frekuensi banjir, erosi dan penyebaran tanah longsor pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Pengelolaan tanah yang disesuaikan dengan kondisi lahan akan berpengaruh positif dalam mempertahankan produktivitas tanah. Agar tanah pada lahan tersebut dapat produktif dan dimanfaatkan kembali oleh masyarakat setempat baik itu dijadikan lahan pertanian ataupun lahan konservasi hutan, maka perlu dikaji sifat kimia tanahnya. Jenis tanah yang tersebar di Nagari Aie Dingin didominasi oleh tanah Inceptisol yang sebarannya cukup luas di Indonesia yaitu sekitar 70,52 juta ha atau menempati 37,5% dari luas total daratan di Indonesia (Puslittanak, 2000). Inceptisol adalah tanah muda yang belum mengalami perkembangan lanjut sehingga tanah ini cukup subur. Menurut Damanik *et al.* (2010), kesuburan alami

Inceptisol bervariasi dari rendah sampai tinggi, kandungan bahan organik sebagian rendah sampai sedang (1.00-1.20%) sebagian lagi sedang sampai tinggi (2.10-6.00%), pH tanah yang masam hingga agak masam (4,5-5,5) dan agak masam hingga netral (5,5-7,0.), kejenuhan basa (KB) rendah sampai tinggi (20-70%), serta kapasitas tukar kation (KTK) sedang sampai tinggi (17-40 me/100 g).

Faktor yang mempengaruhi pembentukan Inceptisol salah satunya yaitu relief atau topografi. Karakteristik topografi dapat ditentukan dari kemiringan lahan. Kemiringan lahan sangat berpengaruh terhadap pengangkutan tanah dan pencucian unsur hara. Perbedaan lereng akan mempengaruhi beberapa aktifitas di atasnya, seperti kandungan bahan organik tanah dan aliran air hujan yang menyimpannya. Besarnya kecepatan aliran permukaan (runoff) dan volume air ditentukan oleh kemiringan lahan. Akhirnya partikel dan bahan organik yang terbawa dari daerah lereng bagian atas akan terendap di dataran bagian bawah yang agak landai. Penumpukan bahan berasal dari bagian atas menyebabkan daerah landai lebih subur dibandingkan daerah yang lebih curam.

Hasil penelitian Yulia (2021) menyatakan bahwa semakin tinggi kelerengan maka sifat kimia tanah akan semakin menurun, misalnya pada nilai pH tanah di kelerengan 0-8% adalah 5,75 dan pada lereng bagian atas atau 25-45% mengalami penurunan pH menjadi 4,76. Menurunnya nilai pH tanah pada kelerengan curam (25-45%) diduga disebabkan oleh terjadinya penggerusan tanah oleh air yang mengakibatkan tanah mulai terkikis dan mengangkut basa-basa yang akhirnya meninggalkan tanah yang kurang subur, disamping itu juga akibat proses pencucian ke lapisan bawah. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Yulnafatmawita dan Yasin (2018) bahwa secara umum, sifat fisika dan kimia tanah paling baik terdapat pada posisi lereng terbawah, karena memiliki bahan organik tanah dan kandungan liat yang tinggi. Topografi wilayah Nagari Aie Dingin yang berbukit dan bergelombang rentan mengalami kerusakan. Kondisi topografi yang beragam menyebabkan variasi dalam sifat-sifat tanah pada masing-masing posisi lereng. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian yang berjudul Kajian Sifat Kimia Inceptisol pada Beberapa Kelas Lereng di Nagari Aie Dingin Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok.

2. METODE

Metoda yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metoda survei. Sampel tanah diambil secara *purposive sampling* berdasarkan kelas lereng. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu: tahap survei awal, tahap survei utama, analisis tanah di laboratorium.

2.1. Survei Awal

Survei awal dilakukan untuk mengetahui lokasi penelitian serta mencocokkan titik pengambilan sampel yang ditetapkan pada peta dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Survei awal ini diharapkan akan mempermudah pelaksanaan survei utama dan pengambilan sampel nantinya. Di samping itu, survei awal juga dilakukan guna meminta izin pada pemerintah setempat dan pemilik lahan untuk melakukan penelitian, disamping mencari akses jalan untuk ke lokasi penelitian.

2.2. Survei Utama

Pada tahap survei utama dilakukan pengambilan sampel tanah sesuai dengan titik yang telah ditentukan sebelumnya. Jenis sampel tanah yang diambil yaitu sampel tanah utuh dan sampel tanah terganggu pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm. Masing-masing titik sampel diambil 3 ulangan secara acak berdasarkan satuan kelas lereng yaitu 8-15% (Landai), 15-25% (Bergelombang), 25-45% (Agak Curam), >45% (Curam), dan pembanding tegalan pada lereng 25-45%. Jadi total sampel yang akan diambil yaitu sebanyak 30 sampel dari (4 lereng + 1 pembanding) x 2 kedalaman x 3 ulangan. Sampel tanah yang telah diambil dimasukkan kedalam plastik dan diberi label. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium dan dikering anginkan lalu dihaluskan dan diayak dengan ukuran < 2 mm untuk analisis sifat kimia tanah. Titik pengambilan sampel disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Titik pengambilan sampel dan posisi geografisnya

Titik Sampel	Keterangan	X	Y
1a	Semak Belukar 8-15 %	100° 46' 59.406" E	1° 8' 11.423" S
1b	Semak Belukar 8-15 %	100° 46' 58.345" E	1° 8' 13.737" S
1c	Semak Belukar 8-15 %	100° 47' 1.675" E	1° 8' 12.627" S
2a	Semak Belukar 15-25%	100° 47' 8.732" E	1° 9' 1.347" S
2b	Semak Belukar 15-25%	100° 47' 6.606" E	1° 9' 4.427" S
2c	Semak Belukar 15-25%	100° 47' 11.389" E	1° 9' 4.304" S
3a	Semak Belukar 25-45%	100° 47' 1.875" E	1° 8' 15.133" S
3b	Semak Belukar 25-45%	100° 47' 0.632" E	1° 8' 16.769" S
3c	Semak Belukar 25-45%	100° 47' 3.348" E	1° 8' 13.437" S
4a	Semak Belukar >45 %	100° 47' 9.824" E	1° 8' 34.655" S
4b	Semak Belukar >45%	100° 47' 7.994" E	1° 8' 37.141" S
4c	Semak Belukar >45%	100° 47' 4.559" E	1° 8' 38.622" S
5a	Tegalan 25-45 %	100° 47' 35.105" E	1° 8' 31.066" S
5b	Tegalan 25-45 %	100° 47' 35.220" E	1° 8' 29.283" S
5c	Tegalan 25-45 %	100° 47' 33.987" E	1° 8' 31.670" S

2.3. Analisis Tanah di Laboratorium

Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Jurusan Tanah untuk menentukan sifat kimia tanah yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter dan Metode Analisis Sifat Kimia Tanah

No	Parameter uji	Metode	Satuan
1	pH (H ₂ O)	Elektrometrik	-
2	Karbon (C-organik)	Walkey and Black	%
3	Nitrogen (N-total)	Kjedahl	%
4	Fosfor (P-tersedia)	Bray II	ppm
5	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	Leaching dengan NH ₄ OAc pH 7 1N	(me/100g)
6	Penetapan Ca, Mg, K, Na	Leaching dengan NH ₄ OAc pH 7 1N	(me/100g)
7	BV	Gravimetrik	g/cm ³
8	TRP	Gravimetrik	%

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Nagari Aie Dingin, yang terletak di Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok. Secara geografis, Lembah Gumanti berada pada $00^{\circ} 57' 18''$ - $01^{\circ} 13' 32''$ LS serta $100^{\circ} 44' 48''$ - $100^{\circ} 55' 45''$ BT dengan luas wilayah 45.972 Ha. Nagari Aie Dingin memiliki luas daerah 12.639 Ha dan penduduk sebanyak 10.832 jiwa. Nagari ini berada di sebelah timur Nagari Salimpat Kecamatan Hiliran Gumanti, sebelah barat Kabupaten Pesisir Selatan, sebelah utara Nagari Alahan Panjang, dan sebelah selatan Kecamatan Pantai Cermin. Informasi tersebut diambil dari BPS Kabupaten Solok pada tahun 2021. Tanah pada lokasi penelitian berordo Inceptisol. Wilayah penelitian memiliki lereng yang beragam mulai dari lereng datar hingga lereng sangat curam. Berdasarkan peta lereng yang diperoleh dari hasil interpretasi data citra radar SRTM 57_13 Nagari Aie Dingin memiliki kelerengan mulai dari datar, landai, agak curam, curam, dan sangat curam.

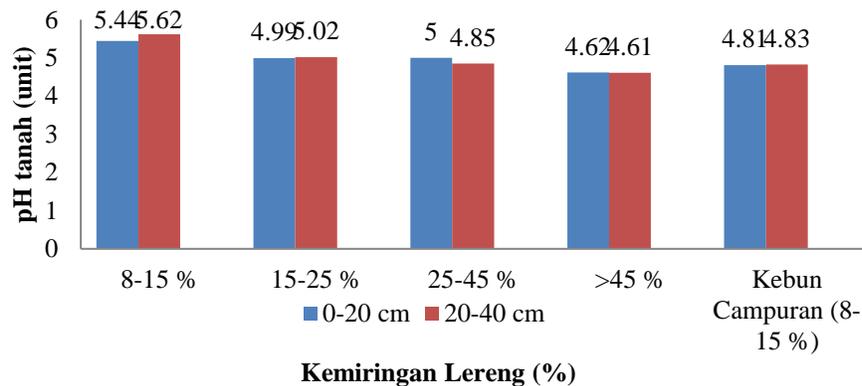
Kenagariaan aie dingin kecamatan lembah gumanti merupakan salah satu desa yang memproduksi Penggunaan lahan di kenagariaan aie dingin kecamatan lembah gumanti yaitu pemukiman, kebun campuran, semak belukar, dan tegalan. Dari wawancara yang telah dilakukan dengan petani pemilik lahan menyatakan bahwa proses pengelolaan lahan dilakukan pemupukan hanya sekali saat awal periode tanam. Pengelolaan dilakukan dengan cara membersihkan lahan dengan ditebas, kemudian tanah dilubagi dan ditanami tanaman hortikultura seperti bawang, tomat, kentang, dll. Teknik pemupukan yang dilakukan adalah pemupukan dengan pupuk kimia. Penelitian dilakukan pada lereng 8-15%, 15-25%, 25-45%, dan >45% dimana tipe penggunaan lahan adalah semak belukar dengan kebun campuran sebagai pembanding (Kontrol).



Gambar 1. Lokasi Penelitian (lereng 8-15% dan Lereng 24-45%)

3.2 pH Tanah

Reaksi tanah atau pH tanah merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk di analisis karena dapat mempengaruhi ketersediaan hara yang ada di dalam tanah. Berdasarkan hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya reaksi tanah atau pH tanah di lokasi penelitian dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai pH tanah berdasarkan kelerengan

Nilai pH tanah menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang terdapat di dalam tanah. Semakin tinggi konsentrasi ion H^+ yang ada di dalam tanah, maka makin masam tanah tersebut. Reaksi masam pada tanah ini disebabkan oleh pelapukan bahan organik dan pelapukan bahan organik tersebut menghasilkan asam organik yang mana mempengaruhi kemasaman suatu tanah. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai pH pada daerah penelitian berkisar antara 5.62 sampai 4.61 unit dengan kriteria agak masam dan nilai pH pada lahan campuran yang dijadikan kontrol memiliki nilai pH antara 4.83-4.81 unit dengan kriteria masam. Nilai pH pada suatu tanah berhubungan erat dengan sifat kompleks dari mineral alofan yang bermuatan variabel dimana muatan koloidnya tergantung pada pH tanah. Nilai pH yang tertinggi terdapat pada kelerengan 8-15 % pada kedalaman 20-40 cm dengan nilai 5.62 sedangkan yang terendah terdapat pada kelerengan >45 % pada kedalaman 20-40 cm dengan nilai 4,61.

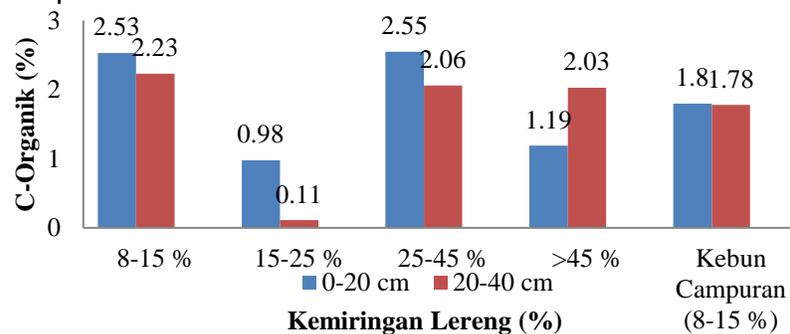
Menurunnya nilai pH seiring dengan meningkatnya kelerengan hal ini disebabkan karena terjadinya penggerusan tanah oleh air pada daerah-daerah yang berlereng sehingga mengakibatkan top soil terkikis dan mengangkut basa-basa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yusrial dan Wisnubroto (2004) yang menyatakan bahwa lahan yang berkemiringan tinggi terjadi penurunan bahan organik, permeabilitas dan porositas tanah. Dengan hal tersebut pH pada tanah juga akan mengalami penurunan dengan semakin tinggi tingkat suatu kemiringan lereng, selain itu tingginya curah hujan pada daerah penelitian juga akan mempengaruhi nilai pada pH tanah, dimana apabila curah hujan tinggi menyebabkan basa-basa mudah tercuci sehingga konsentrasi ion H^+ pada tanah mengalami peningkatan. Proses pencucian ini menyebabkan tercucinya kation-kation basa yang berada di top soil. Sehingga pada kompleks jerapan didominasi oleh H^+ dan Al^{3+} . Nugroho (2009) menyatakan bahwa kemasaman suatu tanah disebabkan karena berkurangnya kation K, Ca, Mg dan Na. Rendahnya ketersediaan unsur tersebut disebabkan karena terbawanya oleh aliran air ke lapisan bawah atau hilang di serap oleh tanaman.

Nilai pH pada tanah mengalami penurunan dari kedalaman 0-20 cm sampai kedalaman 20-40 cm. Hal tersebut disebabkan karena kandungan bahan organik yang terdapat pada kedalaman 0-20 cm mengalami penumpukan bahan organik lebih banyak dibandingkan pada kedalaman 20-40 cm. Terjadinya penumpukan bahan organik tersebut sehingga dapat meningkatkan nilai pH tanah hal ini dinyatakan oleh Hanafiah (2007) yang

menyatakan bahwa pH tanah di pengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik. Aktivitas dari mikroorganismenya untuk mendekomposisi bahan organik banyak terdapat pada bagian lapisan top soil, dari hasil dekomposisi tersebut mempengaruhi pH tanah. Bahan organik yang telah terdekomposisi akan melepaskan senyawa-senyawa organik, berupa asam-asam organik dan kation-kation basa yang akan meningkatkan nilai pH tanah. Asam-asam organik ini juga akan mengikat Al^{3+} dan Fe^{2+} yang mana dapat membentuk senyawa kompleks (khelat), sehingga Al dan Fe tidak terhidrolisis kembali dan nilai pada pH tanah mengalami peningkatan.

3.3. Kadar C-Organik Tanah

Hasil analisis C-Organik tanah pada beberapa kemiringan lereng kenagariaan aie dingin dapat di lihat pada Gambar 3.



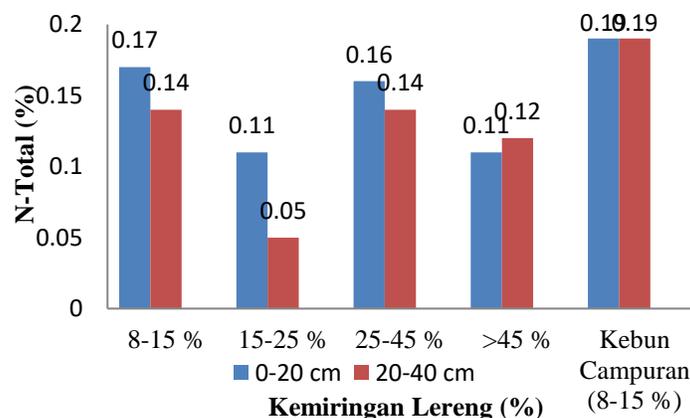
Gambar 3. Kadar C-organik tanah berdasarkan kelerengan

Hasil analisis C-Organik dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai C-Organik pada kedalaman 0-20 cm berkisar antara 2.55 % sampai 0.98 % dengan kriteria sedang sampai rendah, dan pada kedalaman 20-40 cm berkisar antara 2.23 % sampai 0.11 % dengan kriteria sedang sampai rendah, sedangkan pada lahan kebun campuran yang dijadikan Kontrol memiliki nilai C-Organik sebesar 1.80 % sampai 1.78 % dengan kriteria rendah. Rendahnya kandungan C-Organik yang terdapat di dalam tanah disebabkan karena adanya pengolahan tanah yang intensif yang mana dapat merusak atau hancurnya agregat tanah sehingga dapat menurunkan kandungan C-Organik yang terdapat didalam tanah. Hal ini juga dinyatakan oleh Smith *et al* (2008) yang menyatakan bahwa pengolahan tanah yang intensif dapat menurunkan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah melalui hancurnya agregat tanah menyebabkan kadar C-organik yang tersimpan dapat terekspos oleh perombakan serta pelapukan oleh mikroba. Nilai C-Organik yang tertinggi terdapat pada kedalaman 0-20 cm dibandingkan pada kedalaman 20-40 cm. Hal ini disebabkan karena semakin dalam suatu tanah maka proses dekomposisi bahan organik juga mengalami penurunan Tanah pada lapisan bawah hanya dapat bahan organik dari lapisan atas melalui pencucian air hujan. Hal ini juga dinyatakan oleh Yulnafatmawita *et al* (2011) yang menyatakan bahwa kedalaman suatu tanah akan mempengaruhi kandungan bahan organik yang ada di dalam tanah sehingga dapat menurunkan aktivitas mikroba dalam perombakan bahan organik yang ada di dalam tanah, oleh karena itu semakin dalam suatu tanah atau semakin dalam permukaan tanah maka kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah juga akan semakin sedikit.

Kandungan C-Organik mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya suatu keterlerengan hal ini disebabkan karena curah hujan yang tinggi serta mengakibatkan aliran permukaan yang tinggi sehingga mengangkut kandungan bahan organik dari bagian lereng atas hanyut ke bawah sehingga terjadi akumulasi kandungan bahan organik sehingga mengakibatkan bagian bawah lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hardjowigeno (2010) yang menyatakan bahwa pada daerah yang berlereg curam akan mudah terjadinya erosi sehingga mengakibatkan kandungan bahan organik akan hanyut kebagian yang lebih bawah. Jadi semakin terjalnya suatu lereng maka kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah juga akan semakin sedikit.

3.4. Kadar N-Total Tanah

Hasil analisis N-total pada beberapa keterlerengan di kenagariaan aie dingin kecamatan lembah gumanti kabupaten solok dapat di lihat pada Gambar 4. Dari hasil analisis yang telah di lakukan dapat di lihat bahwa nilai N-total pada kedalaman 0-20 cm berkisar antara 0.11% sampai 0.17% dengan kriteria rendah dan pada kedalaman 20-40 cm berkisar antara 0.05% sampai 0.14% dengan kriteria sangat rendah sampai rendah, sedangkan kebun campuran yang di jadikan kontrol memiliki nilai N-total sebesar 0.19% dengan kriteria rendah.



Gambar 4. Kadar N-Total tanah berdasarkan keterlerengan

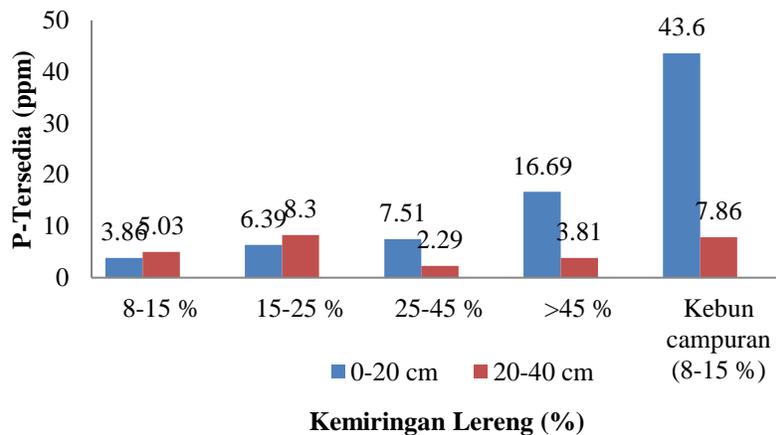
Pada Gambar 4. diatas dapat di lihat bahwa nilai pada kebun campuran yang di jadikan kontrol pada penelitian ini memiliki nilai yang tertinggi di bandingkan dengan yang lain. Hal ini disebabkan karena tingginya kandungan bahan organik pada lahan campuran yang bersumber dari sisa-sisa tanaman, daun, rumput dan akar tanaman. Besarnya nilai N-total pada tanah bersumber dari kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah. Selain itu tingginya nilai N-total pada kebun campuran dipengaruhi oleh tutupan lahan yang rapat sehingga memperkecil kehilangan unsur hara N akibat dari pencucian maupun penguapan. Menurut Leiwakabessy *et al* (2003) menyatakan bahwa unsur hara N berbanding lurus dengan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah. Apabila bahan organik tinggi maka N yang terdapat di dalam tanah juga tinggi. Oleh karena itu ketersediaan bahan organik tanah juga mempengaruhi ketersediaan unsur hara N yang terdapat di dalam tanah. Hal ini juga dibenarkan oleh Cookson *et al* (2002) yang menyatakan bahwa ketersediaan hara N ditentukan oleh kadar bahan organik yang ada di dalam tanah.

Pada Gambar 4. Dapat dilihat bahwa kandungan N-Total pada kedalaman 0-20 cm lebih tinggi di dibandingkan pada kedalaman 20-40 cm. Hal ini disebabkan karena banyaknya hara N yang terdapat di dalam tanah di pengaruhi oleh macam vegetasi yang terdapat di sekitar lahan serta mikroorganisme yang hidup pada lapisan tanah, sehingga memungkinkan terjadinya proses pelapukan daun, sisa batang dan lain sebagainya lebih cepat terjadi pada lapisan atas selain di sebabkan oleh mikroorganisme. Kandungan bahan organik tanah juga mempengaruhi kandungan N yang terdapat di dalam tanah, dimana semakin dalam suatu tanah maka kandungan bahan organik juga akan semakin turun. Hal tersebut dibenarkan oleh sipahutar (2013) yang menyatakan bahwa kandungan N yang terdapat di dalam tanah semakin lama semakin menurun. Terdapat penurunan kadar N mulai dari proses tanam sampai panen, hal tersebut disebabkan karena adanya perombakan bahan organik dan juga adanya serapan N yang diserap oleh tanaman pada selama proses pertumbuhan berlangsung, semakin dalam tanah maka kandungan bahan organik juga semakin rendah di ikuti dengan penurunan N yang terdapat di dalam tanah.

Menurut damanik *et al* (2011) yang menyatakan bahwa bahan organik yang terdapat didalam tanah mengandung protein (N-Organik), selanjutnya di dalam proses dekomposisi bahan organik akan terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganisme menjadi asam amino, kemudian menjadi ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) yang larut di dalam tanah. Bakteri yang berperan dalam proses dekomposisi ini adalah bakteri nitrifikasi. Berkurangnya N yang terdapat di dalam tanah juga di sebabkan karena pencucian akibat aliran permukaan, serta sifat unsur hara N yang mudah larut sehingga kandungan N-Total pada kelerengan lahan yang sangat curam terbawa kelahan yang lebih rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wiederholt dan Johnson (2005) yang menyatakan bahwa, N yang terdapat didalam tanah mudah mengalami proses pencucian, kehilangan tersebut terjadi akibat terangkut oleh air perkolasi, karena N mudah larut dan bergerak menuju bawah zona perakaran.

3.5. Kadar P-Tersedia Tanah

Hasil analisis P-tersedia pada beberapa kemiringan lereng yang berbeda di kenagariaan aie dingin kecamatan solok. Pada gambar dibawah dapat dilihat bahwa nilai P-tersedia pada kedalaman 0-20 berkisar antara 3.36-16.69 ppm dengan kriteria sangat tinggi sampai sangat rendah, pada kedalaman 20-40 berkisar antara 3.81-8.30 ppm dengan kriteria sedang sampai sangat rendah, sedangkan kebun campuran yang di jadikan kontrol pada penelitian ini didapatkan nilai yaitu 7.86-43.80 ppm dengan kriteria rendah sampai sangat tinggi.



Gambar 5. Kadar P-tersedia berdasarkan kelereng

Ketersediaan nilai P yang terdapat di dalam tanah di pengaruhi oleh pH tanah. Tanah yang memiliki pH yang masam memiliki kandungan P yang rendah. Hal ini di nyatakan oleh Sefano et al., 2024 yang menyatakan bahwa kondisi pH yang masam akan menyebabkan hara P akan terikat dengan Al-Oktahedral pada tekstur liat, dimana hasil tersebut mengakibatkan hasil yang kuat yang dapat mengakibatkan unsur hara P sedikit dapat kembali. Hal ini juga di benarkan oleh (Sefano, 2025) yang menyatakan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara P tetapi yang sangat berpengaruh ialah pH pada tanah. Pada tanah yang memiliki pH rendah fosfat akan bereaksi dengan besi dan aluminium dimana akan membentuk besi fosfat dan aluminium fosfat yang sulit di lalui air sehingga tidak dapat di gunakan oleh tanaman. Hanafiah (2014) juga menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara P yang terdapat di dalam tanah optimum pada pH berkisar 6-7. Ketersediaan P bagi tanaman terutama disebabkan karena pada pH dibawah 5.6, kelarutan Fe dan Al meningkat sehingga memfiksasi dan mengendapkan P larutan membentuk Al-P da Fe-P

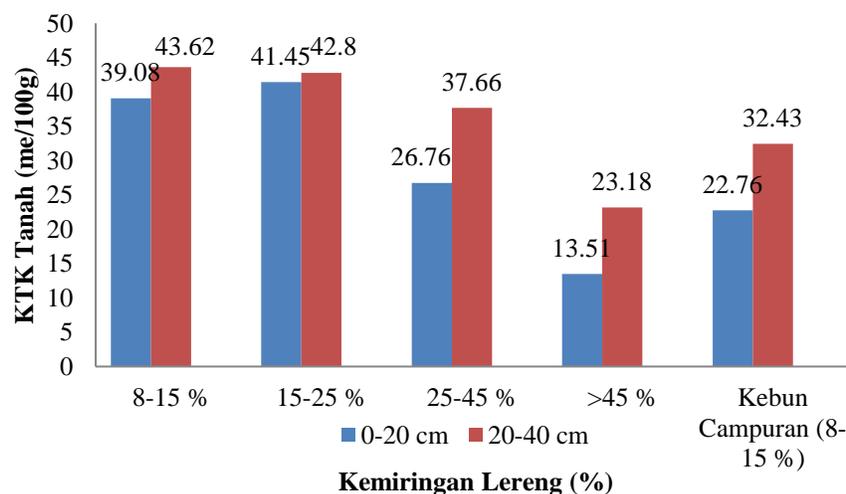
Pada lahan kebun campuran yang dijadikan kontrol dalam penelitian ini memiliki nilai P yang tinggi di dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena kandungan bahan organik pada lahan campuran juga tinggi sehingga mempengaruhi hara P yang terdapat pada lahan tersebut. Bahan organik pada lahan campuran akan mengalami proses dekomposisi yang dapat menghasilkan asam-asam organik yang mengikat ion Fe dan Al sehingga dapat membentuk senyawa yang kompleks yang menyebabkan unsur hara P dalam larutan tanah menjadi tersedia. Sedangkan faktor lain yang mempengaruhi ketersediaan hara P yang terdapat di dalam tanah ialah karena vegetasi yang terdapat di lahan campuran. Vegetasi pada lahan campuran yang melindungi permukaan tanah sehingga mampu menyediakan unsur hara seperti serasah berupa daun, ranting, dan yang lain sebagainya yang telah mengalami proses pelapukan yang merupakan sumber bahan organik bagi tanah.

Berdasarkan kedalaman unsur hara P pada lahan penelitian ini mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena kandungan bahan organik yang menurun seiring dengan dalamnya suatu tanah. Lapisan pada tanah biasanya yang banyak mengandung bahan organik terdapat pada lapisan top soil. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Yulnafatmawita et al (2011) yang menyatakan bahwa kedalaman tanah akan

mempengaruhi ketersediaan bahan organik sehingga aktivitas mikroorganisme tanah juga mengalami penurunan yang menyebabkan terganggunya proses perombakan serasah segar menjadi bahan organik tanah.

3.6. KTK Tanah

Hasil analisis KTK tanah pada beberapa kelas lereng dikecamatan air dingin kecamatan lembah kabupaten solok. Dari hasil analisis yang telah dilakukan di dapatkan hasil KTK tanah pada kedalaman 0-20 cm berkisar antara 13.51-41.45 me/100g dengan kriteria rendah sampai sangat tinggi. Pada kedalaman 20-40 cm di dapatkan hasil 23.18-43.62 me/100g dengan kriteria sedang sampai sangat tinggi. Sedangkan pada kebun campuran yang dijadikan control pada penelitian ini di dapatkan hasil berkisar antara 22.76-32.43 me/100g dengan kriteria sedang sampai tinggi.



Gambar 6. Kadar KTK tanah berdasarkan kelerengan

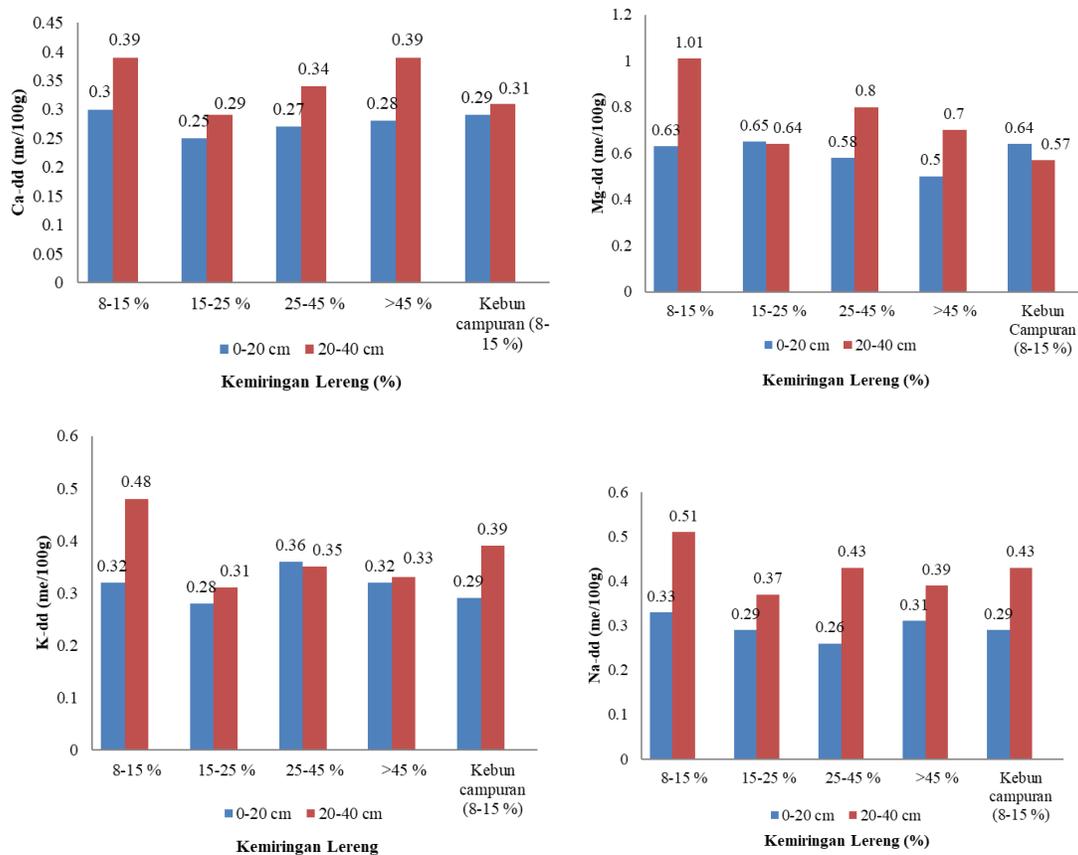
Hasil analisis KTK dapat dilihat pada Gambar 6. nilai KTK yang paling tinggi terdapat pada kelerengan 15-25 % dengan kedalaman 0-20 cm dengan nilai 41.45 me/100g dan pada kelerengan 8-15 % dengan kedalaman 20-40 dengan nilai 43.62 me/100g. Tingginya nilai KTK pada kelerengan 15-25 % dan pada kelerengan 8-15 % disebabkan oleh pH pada tanah. Menurut Barchia (2009) menyatakan bahwa meningkatkannya kapasitas tukar kation terjadi seiring dengan meningkatnya nilai pH pada tanah. Peningkatan nilai pH disebabkan karena muatan negatif dari bahan organik yang telah mengalami dekomposisi yang menghasilkan ion OH^- dimana dapat menetralkan ion H^+ . Hal ini juga sejalan dengan Pairunan *et al* (1999) yang menyatakan bahwa KTK pada tanah memiliki banyak muatan yang akan berubah-ubah tergantung dengan perubahan pH pada tanah. Nilai pH yang masam akan menyebabkan tanah kehilangan kemampuan dalam menyimpan hara dan terjadilah penurunan nilai kapasitas tukar kation. Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa besar kecilnya nilai KTK pada tanah di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah reaksi tanah (pH), Jumlah liat (tekstur tanah), jenis mineral liat, jumlah bahan organik, pengapuran serta pemupukan.

Besarnya KTK pada tanah di pengaruhi oleh bahan organik dan tekstur tanah. Semakin halus permukaan tanah atau tekstur pada tanah maka semakin besar kapasias

tukar kation pada tanah tersebut. Kandungan bahan organik tanah yang semakin banyak maka kapasitas tukar kation pada tanah juga semakin banyak (Mukhlis, 2007). Nilai KTK yang tinggi mempengaruhi ketersediaan hara yang terdapat di dalam tanah, apabila nilai KTK pada tanah tinggi maka kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara juga tinggi dibandingkan pada tanah yang memiliki nilai KTK yang rendah. Karena unsur hara yang terdapat di dalam kompleks jerapan koloid maka unsur hara yang tidak mudah tercuci oleh aliran permukaan (Soewandita, 2008). Penurunan nilai KTK pada tanah menurut kedalaman disebabkan karena perbedaan kandungan bahan organik pada setiap lapisan tersebut, karena pada lapisan top soil lebih banyak mengandung bahan organik di bandingkan pada lapisan paling bawah.

3.7. Basa-basa yang dapat di pertukarkan (Ca, Mg, K, Na)

Hasil analisis basa-basa yang dapat di pertukarkan dapat dilihat pada Gambar 7. Dari gambar dibawah menunjukkan bahwa basa-basa yang dapat dipertukarkan memiliki nilai yang berbeda-beda. Pada nilai Ca-dd dapat dikategorikan sangat rendah pada setiap kedalaman dan kemiringan lereng. Nilai Mg-dd dapat dikategorikan rendah disetiap kedalaman dan kemiringan lereng. Nilai K-dd dapat dikategorikan rendah disetiap kedalaman dan kemiringan lereng. Dan nilai Na-dd juga dapat di kategorikan kedalam sedang sampai rendah disetiap kedalaman dan kemiringan lereng.



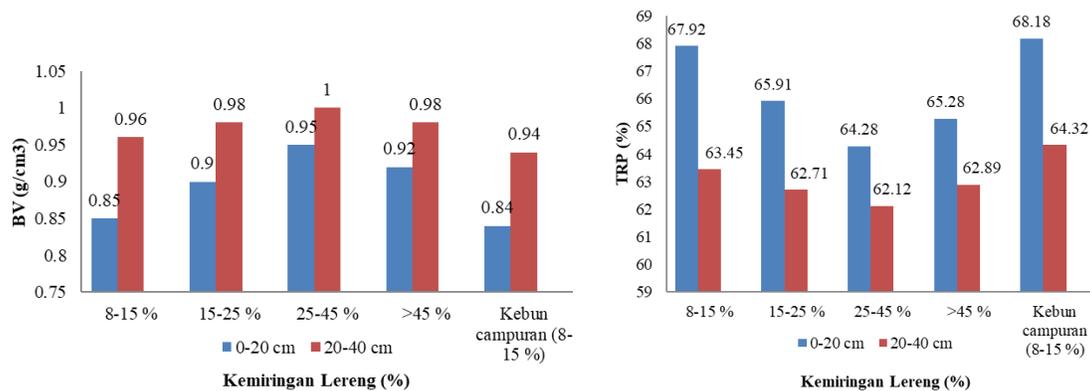
Gambar 7. Kadar Kation-dd tanah berdasarkan kelerengan

Secara keseluruhan nilai basa-basa dapat ditukar pada lokasi penelitian menurun setiap kenaikan kemiringan lahan. Penurunan nilai basa-basa ini disebabkan oleh aliran permukaan yang mengakibatkan basa-basa yang terkandung di dalam tanah terbawa oleh aliran air ke daerah yang memiliki lereng yang lebih landai. Zaqyah (2015) menyatakan curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan kandungan basa-basa yang dipertukarkan semakin rendah karena proses pencucian yang intensif. selain itu, koloid tanah akan lebih banyak didominasi oleh ion H^+ sedangkan kation-kation basa terjerap lemah dan berada pada larutan bebas. Menurut Kumalasari *et al* (2011) menyatakan bahwa menurunnya basa-basa yang dapat dipertukarkan disebabkan karena menurunnya kandungan bahan organik yang terdapat didalam tanah. Humus (koloid organik) yang bermuatan negatif terdapat didalam tanah berkurang sehingga jumlah muatan positif (kation-kation) juga akan berkurang. Pada kedalaman 0-8% nilai basa-basa yang dapat dipertukarkan dapat dikategorikan tinggi di bandingkan dengan nilai dari masing-masing kemiringan yang lain, hal ini disebabkan karena kandungan bahan organik yang ada didalam tanah. Menurut Sembiring *et al* (2015) menyatakan bahwa proses dekomposisi yang terjadi didalam tanah membebaskan unsur hara N, P, K, Ca, dan Mg. Serta unsur hara yang lainnya dalam bentuk anorganik sehingga unsur hara tersebut dapat di gunakan oleh tanaman.

Kejenuhan basa adalah perbandingan antara jumlah kation basa dengan kapasitas tukar kation dinyatakan dalam satuan persen. Kation basa merupakan ion yang bermuatan positif seperti K, Ca, Mg dan Na. Kejenuhan basa adalah salah satu indikator petunjuk kesuburan tanah. pada tanah yang memiliki kejenuhan basa yang tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian, sehingga basa-basa pada kompleks jerapan tanah dalam bentuk dapat dipertukarkan bagi tanaman. Tanah yang memiliki kejenuhan basa yang tinggi cenderung lebih subur dibandingkan tanah yang memiliki kejenuhan basa yang rendah. Nilai kejenuhan basa pada lahan penelitian dengan kemiringan lahan yang berbeda cenderung menurun dengan bertambahnya kemiringan lahan, hal tersebut disebabkan karena mudahnya terjadi pencucian pada daerah tersebut sehingga basa-basa telah digantikan oleh ion H^+ dan Al^{3+} pada kompleks jerapan tanah. Amrizal (2004) menambahkan bahwa rendahnya kejenuhan basa pada daerah kecamatan lembah gumanti karena curah hujan yang tinggi, sehingga basa-basa akan tercuci ke lapisan bawah atau dapat terjadi erosi yang berat, yang mengakibatkan hilangnya sebahagian besar lapisan tanah. Menurut Hardjowigeno (2010) tanah yang kejenuhan basa rendah menunjukkan bahwa kompleks jerapan tanah lebih banyak diisi oleh kation-kation asam seperti H^+ dan Al^{3+} , apabila kation asam terlalu banyak didalam tanah terutama Al^{3+} hal tersebut dapat meracuni tanaman. Nilai kejenuhan basa dipengaruhi oleh nilai kation basa. Sudaryono (2009) dalam Pinatih (2015) yang menyatakan bahwa nilai kejenuhan basa yang tinggi sejalan dengan tingginya nilai kation basa. Kejenuhan basa merupakan salah satu faktor dari petunjuk kesuburan suatu tanah. Tanah yang mengandung kejenuhan basa tinggi cenderung lebih subur dibandingkan tanah dengan kejenuhan basa yang rendah.

3.8. Nilai BV dan TRP Tanah

Hasil analisis Berat Volume (BV) dan Total Ruang Pori (TRP) pada beberapa kemiringan lereng yang berbeda di kenagariaan aie dingin kecamatan lembah gumanti.



Gambar 8. Nilai BV dan TRP tanah berdasarkan kelerengan

Pada Gambar 8. menunjukkan nilai BV pada lahan penelitian berkisar antara 0.84-0.95 g/cm³ pada kedalaman 0-20 cm dengan kategori sedang dan pada kedalaman 20-40 cm didapatkan hasil berkisar antara 0.96-1.00 g/cm³ dengan kategori sedang. Nilai BV pada lahan kebun campuran didapatkan hasil berkisar antara 0.84-0.94 g/cm³ dengan kategori sedang. Pada hasil yang di dapatkan nilai berat volume pada lahan campuran lebih rendah dibandingkan pada lahan lainnya. Hal tersebut disebabkan karena kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah. Pada lahan kebun campuran memiliki nilai kandungan bahan organik lebih tinggi sehingga mempengaruhi nilai BV pada tanah, dimana apabila kandungan bahan organik tinggi maka nilai BV pada tanah rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soepardi (1983) yang menyatakan bahwa kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah dapat membantu pembentukan agregat tanah yang lebih baik dimana dapat membuat tanah menjadi lebih porous.

Tanah yang saling lepas persatuan isi mempunyai bobot yang ringan, dengan hal itu meningkatnya agregasi tanah maka berat volume tanah akan semakin menurun. Pada lahan kebun campuran memiliki tutupan lahan yang rapat. Semakin rapat dan semakin padat tutupan vegetasi suatu lahan akan memberikan distribusi kandungan bahan organik yang melimpah, banyaknya vegetasi akan memberikan pengaruh positif terhadap banyaknya ruang pori dalam tanah sehingga laju infiltrasi tanah semakin besar, sedangkan keberadaan tumbuhan bawah dapat berperan mengurangi air limpasan permukaan. Perubahan nilai BV bertambah seiring dengan kemiringan lahan ini dapat disebabkan perbedaan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah. Tanah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan ruang pori tanah serta menyebabkan struktur tanah menjadi remah sehingga dapat menurunkan berat volume tanah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Agus *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa tanah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi memiliki BD (bulk density) yang rendah. Wahyuni (2017) juga menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan bahan organik tanah maka nilai bobot volume tanah cenderung menurun akibat kepadatan tanah berkurang dan porositas tanah cenderung meningkat.

Nilai TRP pada kedalaman 0-20 cm berkisar antara 65.28-68.18 % dengan kriteria sedang, pada kedalaman 20-40 cm berkisar antara 62.12-63.45 % dengan kriteria sedang, sedangkan lahan campuran yang dijadikan kontrol pada penelitian ini di dapatkan hasil berkisar antara 64.32-68.18 % dengan kriteria sedang. Total ruang pori

pada tanah berkaitan dengan bahan organik dan berat volume tanah. Menurut yulnafatmawita *et al* (2014) menyatakan bahwa nilai berat volume akan berbanding terbalik dengan kandungan bahan organik tanah, semakin tinggi kandungan bahan organik pada tanah maka nilai berat volume pada tanah semakin rendah, sedangkan nilai Total ruang pori pada tanah akan semakin tinggi. Dengan hal tersebut kenaikan kemiringan lereng nilai bahan organik akan menurun sehingga penurunan bahan organik pada tanah akan berdampak pada peningkatan berat volume dan Total ruang pori pada tanah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Kajian Sifat Kimia Inceptisol pada Beberapa Kelas Lereng di Nagari Aie Dingin Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok dapat disimpulkan bahwa Sifat Kimia tanah mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase kemiringan lahan, baik itu nilai pH tanah, P-Tersedia, C-Organik, N-Total, KTK dan kation-kation yang dapat dipertukarkan pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm. Sifat Kimia tanah pada kedalaman 0-20 cm adalah Nilai pH tanah (4.62 unit – 5.44 unit) yang termasuk kedalam kriteria masam sampai agak masam. Kadar C-Organik tanah (0,98% - 2.55%) dengan kriteria sangat rendah sampai sedang. Kadar N-Total tanah (0.11% - 0.19%) termasuk dalam kriteria rendah. Kandungan P-Tersedia tanah (3.86 ppm – 43.5 ppm) dengan kriteria sangat rendah sampai sangat tinggi. Nilai KTK tanah (13.51 me/100g – 41.45 me/100g) dengan kriteria rendah sampai sangat tinggi. Serta basa-basa yang dapat dipertukarkan pada lahan gambir tergolong dalam kriteria rendah hingga sedang. Sedangkan pada kedalaman 20-40 cm yaitu, Nilai pH tanah (4.61 unit – 5.62 unit) yang termasuk kedalam kriteria masam sampai agak masam. Kadar C-Organik tanah (0,11% - 2.33%) dengan kriteria sangat rendah sampai sedang. Kadar N-Total tanah (0.05% - 0.19%) termasuk dalam kriteria rendah. Kandungan P-Tersedia tanah (2.29 ppm – 8.3 ppm) dengan kriteria sangat rendah sampai sedang. Nilai KTK tanah (23.18 me/100g – 43.62 me/100g) dengan kriteria sedang sampai tinggi. Serta basa-basa yang dapat dipertukarkan pada lahan gambir tergolong dalam kriteria rendah hingga sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2016). Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, 543, 295–306. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.054>
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., & Hipsley, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. *Plant and Soil*, 337(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0464-5>
- Biederman, L. A., & Harpole, W. S. (2013). Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: A meta-analysis. *GCB Bioenergy*, 5(2), 202–214. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12037>
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review.

Biology and Fertility of Soils, 35, 219–230. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0466-4>

- Ilahi, R. P., Harianti, M., & Sefano, M. A. (2025). Pengaruh Hasil Metabolit Sekunder PSB (Photosyntethic Bacteria) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 8(1), 22-31.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds.). (2015). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation* (2nd ed.). Routledge.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B. & Neves, E. G. (2006). Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70(5), 1719–1730. <https://doi.org/10.2136/sssaj2005.0383>
- Hidayat, A., Haris, A., & Kusuma, Z. (2020). Pengaruh kombinasi dolomit dan biochar terhadap pH tanah, ketersediaan hara, dan pertumbuhan jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 45–52. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.45>
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W., & Niandou, M. A. S. (2009). Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil Science*, 174(2), 105–112. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e3181981d9a>
- Rondon, M. A., Lehmann, J., Ramírez, J., & Hurtado, M. (2007). Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with biochar additions. *Biology and Fertility of Soils*, 43(6), 699–708. <https://doi.org/10.1007/s00374-006-0152-z>
- Sefano, M. A., Maira, L., Darfis, I., Yunanda, W. W., & Nursalam, F. (2023). Kajian aktivitas mikroorganisme tanah pada rhizosfir jagung (*Zea mays* L.) dengan pemberian pupuk organik pada ultisol. *JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)*, 1(1), 31–39. <https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/article/view/74>
- Sefano, M. A., Juniarti, J., & Gusnidar, G. (2024). Land Suitability Evaluation For Okra (*Abelmoschus Esculentus* L.) In Nagari Nanggalo, Koto XI Tarusan District, Pesisir Selatan Regency, Indonesia Using GIS-AHP Technique. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 16(2). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v16i2.1246>
- Sefano, M. A., & Gusmini, G. (2024). Efek abu hasil erupsi gunung Marapi dan biochar kulit kopi terhadap perubahan sifat kimia Andisol. *JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)*, 2(2), 102-106.
- Sefano, M. A. (2025). Pertanian Berkelanjutan Berbasis AHP dan Multi-Criteria Decision Analysis: Sebuah Tinjauan Kritis. *Journal Arunasita*, 2(1), 21-34.
- Sefano, M. A. (2025). Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Terhadap Lama Inkubasi Kapur Dolomit Pada Ultisol. *Journal Arunasita*, 2(1), 14-20.
- Sefano, M. A., Monikasari, M., Auliadesti, V., Nabila, N., Athya, S., Tapiani, W., & Agustian, A. (2024). Pengamatan Sifat Biologi Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas

Andalas. *Journal Arunasita*, 1(1), 15-23. <https://ejournal.arunasita.com/jasita/article/view/5>

Siregar, F. A., Suryani, E., & Azizah, N. (2021). Aplikasi Biochar Sekam Padi untuk Meningkatkan Ketersediaan Air dan Hara pada Tanah Masam. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 25–34. <https://doi.org/10.25077/jtsl.8.1.25-34.2021>

Subowo, G. (2012). Penggunaan biochar untuk rehabilitasi lahan pertanian dan mitigasi perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.2015/jsdl.v6i1.293>

Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K. Y., Downie, A., Rust, J., ... & Cowie, A. (2010). Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil*, 327(1), 235–246. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0050-x>

Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van Der Velde, M., & Diafas, I. (2010). Biochar application to soils: A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.

Xu, G., Lv, Y., Sun, J., Shao, H., & Wei, L. (2012). Recent advances in biochar applications in agricultural soils: Benefits and environmental implications. *Clean–Soil, Air, Water*, 40(10), 1093–1098. <https://doi.org/10.1002/clen.201100738>

Yulnafatmawita, Y., & Yasin, M. (2018). Aplikasi biochar dan dolomit dalam mengelola tanah masam untuk peningkatan hasil jagung. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 15–22. <https://doi.org/10.24843/JAT.2018.v12.i01.p03>