



IDENTIFIKASI SIFAT FISIKA TANAH DAN UPAYA PEMULIHAN TANAH PERTANIAN MENUNJANG KETAHANAN PANGAN DI SUMBAR

Heny Mariati¹⁾, Jamilah²⁾, Sari Arsita³⁾

¹⁾Program Studi Geografi, ²⁾Program Studi Magister Agroteknologi, ³⁾Program Studi Aktuaria
Universitas Tamansiswa Padang, Jl. Tamansiswa No. 9 Padang, 25138

E-mail: ¹⁾heny.mariati@gmail.com, ²⁾jamilahfatika@gmail.com, ³⁾sari.arsita@gmail.com

ABSTRACT

The utilization of land as a place for the cultivation of food crops, vegetables, and plantations often does not pay attention to the principle of soil preservation. The use of very intensive artificial fertilizers, as well as minimal organic fertilizers, has made the quality of the soil decline. Intensive tillage on agricultural land will further worsen the quality and quantity of soil. The purpose of this activity is to identify soil physics from agricultural land that is used intensively to support food security in West Sumatra. This research was conducted by taking samples at representative locations in January 2022. The soils were taken randomly, at each location in West Sumatra, among others, Padang Pariaman; South Coast; Solok district; Dharmasraya; and the City of Padang. The research method was carried out using description and survey methods and taking samples at representative locations. Fine soil is used to determine Bulk density, Particle density, total pore space, and soil pH. In general, the density of Histosols in Lubuk Alung, Padang Pariaman Regency ranged from 0.5 to 0.78 g cm⁻³, Ultisols ranged from 1.04 to 1.4 g cm⁻³, Andisols ranged from 0.88 g cm⁻³; Alfisol 0.9 g cm⁻³; and Inceptisol ranged from 0.85-0.96 g cm⁻³. Land located on Mount Pangilun; Lubuk Minturun Padang and Lagan Gadang Hilir (Pesisir Selatan), need to be addressed because of the range of soil moisture in conditions of water availability is very narrow or low, so the plants are easy to dry, and need regular irrigation or watering. Histosol in Punggasan Pesisir Selatan has a total pore space of 63.83%. Soils that are in the average pH of several soils in West Sumatra are 5.05, covering the areas of Padang Pariaman, Pesisir Selatan, Solok Regency, and Padang City. The Mount Pangilun area has a pH of 6.43 which has the best pH compared to all pHs of various soil types measured.

Keywords: bulk density; particle density; total pore space; moisture content; wilting point; field capacity; water available

ABSTRAK

Penggunaan tanah sebagai tempat budidaya tanaman pangan, sayuran, dan perkebunan sering kurang memperhatikan azas pengawetan tanah. Penggunaan pupuk buatan yang sangat intensif, serta pupuk organik yang masih minim membuat kualitas tanah semakin menurun. Pengolahan tanah secara intensif di lahan pertanian akan semakin memperburuk kualitas dan kuantitas tanah. Tujuan kegiatan adalah mengidentifikasi fisika tanah lahan pertanian yang digunakan secara intensif di Sumatera Barat. Penelitian ini mengambil sampel di lokasi yang representatif pada Bulan Januari 2022. Tanah yang diambil dilakukan secara acak, pada masing-masing lokasi di Sumatera Barat antara lain, Padang Pariaman; Pesisir Selatan; Kabupaten Solok; Dharmasraya; dan Kota Padang. Penelitian ini menggunakan metoda deskripsi dan survey dan mengambil sampel pada lokasi yang representatif. Tanah yang halus digunakan untuk penetapan Bulk density, Particle density, total ruang pori dan pH tanah. Kerapatan isi Histosol di Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman berkisar 0,5-0,78 g cm⁻³, Ultisol berkisar 1,04-1,4 g cm⁻³, Andisol berkisar 0,88 g cm⁻³; Alfisol sebesar 0,9 g cm⁻³; dan Inceptisol berkisar 0,85-0,96 g cm⁻³. Tanah yang berada di Gunung Pangilun; Lubuk Minturun Padang dan Lagan Gadang Hilir (Pesisir Selatan), perlu dibenahi karena rentang kelembaban tanah dalam kondisi air tersedia sangat sempit atau sedikit akibatnya tanaman mudah kekeringan, dan butuh irigasi atau penyiraman yang berkala. Histosol di Punggasan Pesisir Selatan, memiliki total ruang pori mencapai 63,83%. Tanah yang berada di beberapa wilayah di Sumatera Barat memiliki pH 5,05, meliputi Padang Pariaman, Pesisir Selatan, Kabupaten Solok dan Kota Padang. Kawasan Gunung Pangilun memiliki pH 6,43 memiliki pH terbaik dibandingkan semua pH dari berbagai jenis tanah dari yang diukur.

Kata kunci: bulk density; particle density; total ruang pori; kadar air; wilting point, field capacity; air tersedia

PENDAHULUAN

Tanah yang dijadikan lahan pertanian di Sumatera Barat sudah mengalami kemerosotan kualitas dan kuantitas. Hal ini dibuktikan dari adanya laporan erosi tanah di lahan pertanian yang tidak terkendali. Penggunaan tanah sebagai tempat budidaya tanaman pangan, sayuran, dan perkebunan sering kurang memperhatikan azas pengawetan tanah. Penggunaan pupuk buatan yang sangat intensif, serta pupuk organik yang masih minim membuat kualitas tanah semakin menurun. Pengolahan tanah secara intensif di lahan pertanian akan semakin memperburuk kualitas dan kuantitas tanah.

Laporan (Jamilah & Herman, 2019) membuktikan bahwa pada tahun 2018, karakteristik beberapa jenis tanah yang ada di Sumatera Barat secara umum yang tergolong gambut memiliki nilai bulk density hanya $0,65 \text{ g cm}^{-3}$, tergolong Ultisol dan Alluvial berkisar $1,13-1,21 \text{ g cm}^{-3}$, sedangkan Andisol berkisar $0,74- 0,84 \text{ g cm}^{-3}$. Kerapatan isi ini sangat mempengaruhi ruang pori tanah tersebut. Semakin tinggi nilai kerapatan isi (Bulk Density) biasanya ruang porinya juga semakin rendah, demikian pula sebaliknya. Secara umum pH tanah juga tergolong masam sampai agak masam, dan hanya 1 jenis tanah yang tergolong netral. Pada tahun 2021 ini akan dievaluasi kembali kondisi fisik dan kimia tanah serta dilakukan pelacakan pada lokasi yang lebih luas. Hal ini dilakukan agar diketahui apakah terjadi perubahan yang signifikan dari penggunaan tanah tersebut akibat budidaya pertanian yang intensif dilakukan di lapangan. Pada percobaan ini beberapa sampel diambil masih dari lokasi yang sama dan ditambah dari 1 lokasi yang berbeda yaitu Dharmasraya.

Upaya konservasi tanah dan air juga perlu dipertimbangkan di kawasan lahan budidaya pertanian, yang hal ini selalu diabaikan oleh kebanyakan petani. Petani sering mengolah tanah lahan kering yang memiliki kelerengan membuat pola tanam mengikuti arah lereng bukan

memotong lereng atau mengikuti garis kontur. Tindakan yang salah dalam pengolahan tanah dan teknik budidaya juga akan menurunkan kualitas tanah dan merosotnya kesuburan tanah. Petani yang tidak menggunakan bahan organik seperti pupuk kandang, kompos ataupun pupuk hijau merupakan salah satu kondisi yang akan menurunkan kualitas tanah, antara lain bisa meningkatkan angka bulk density tanah, menurunkan total ruang pori, dan membuat struktur tanah menjadi lebih keras, dan tidak cocok dijadikan sebagai lahan pertanian tanaman pangan ataupun sayuran.

Penelitian ini dilakukan sehubungan dengan tindakan petani dalam memberdayakan tanahnya untuk menyediakan pangan dalam upaya menunjang ketahanan pangan di Sumatera Barat. Ada indikasi bahwa petani di Sumatera Barat melakukan pengolahan tanah serta teknik budidaya tidak mengikuti petunjuk dan kearah upaya pengawetan tanah (konservasi Tanah). Pengolahan yang tidak tepat juga akan mengakibatkan bahan organik dan lapisan top soil (lapisan atas) tanah hanyut tererosi, sehingga akan mempengaruhi karakteristik sifat fisika tanah. Diharapkan dengan diperoleh hasil analisis ini dapat memberikan rekomendasi yang tepat pada masing-masing wilayah untuk memperlakukan tanahnya secara layak dan sesuai kondisi tanahnya. Tujuan kegiatan adalah mengidentifikasi fisika tanah dari lahan pertanian yang digunakan secara intensif menunjang ketahanan pangan yang ada di Sumatera Barat.

BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilakukan mengambil sample pada lokasi yang representatif pada Bulan Januari 2022. Tanah yang diambil dilakukan secara acak, pada masing-masing lokasi antara lain; di Batang Anai, Aie Tajun Kec. Lubuk Alung; Kampung Baru, Padang Pariaman; Pasie Pelangi, Batu Ampa, Lagan Gadang Hilir, Kampung Sawah, Pungasan, Pesisir Selatan; Salimpat, Lembah Gumanti, Koto Gaek, Guguak Kab. Solok; Padang Laweh, Dharmasraya;

Gunung Pangilun, Padang Utara, Lubuk Minturun Padang. Semua sampel tanah dari berbagai lokasi dikeringanginkan selama 1 minggu, kemudian dihaluskan hingga lolos ayak maksimum diameter lubang 2 mm.

Bahan dan alat yang digunakan antara lain; Bahan yaitu sampel tanah dari berbagai lokasi di Sumatera Barat, air aquades; Alat yang digunakan antara lain; Oven Listrik; Shaker; pH elektroda; pipa kaca, gelas piala, cawan timbang, timbangan analitik, gelas ukur, penutup plastik. Eksikator (alat pendingin). Metoda penelitian dilakukan dengan menggunakan metoda deskripsi dan survey dan mengambil sample pada lokasi yang representatif. Tanah yang halus digunakan untuk penetapan Bulk density, Particle density, total ruang pori dan pH tanah. Penetapan sifat fisika dan kimia tanah dilakukan di laboratorium Fakultas pertanian Universitas Tamansiswa Padang,

Teknik penetapan berat isi (BD) tanah dilakukan dengan cara buatan. Mengambil sampel tanah kemudian dikeringanginkan, lalu di ayak lolos ayak diameter lubang 2 mm. Sampel tanah dimasukkan ke dalam gelas ukur hingga batas 55 ml, kemudian diketuk-ketuk hingga tanah memadat secara alami akibat ketukan tersebut. Ketukan dihentikan jika permukaan tanah tidak turun lagi di gelas ukur tersebut. Mencatat volume tanah setelah penketukan, dan menimbang berat tanah tersebut. Perhitungan Berat isi (BD) = berat tanah/volume tanah setelah ketukan (VT) (g/cm^3). Untuk penetapan total ruang pori caranya adalah; mengambil gelas ukur kemudian isi air setinggi 70 ml, kemudian masukkan tanah yang telah ditimbang tadi lalu aduk hingga udara yang terperangkap digelas ukur keluar semua. Hasil pencampuran air dan tanah ditetapkan volumenya menjadi VAT. Maka volume ruang pori (VRP) (ml) = (Vol Air + VT) - VAT. Total Ruang Pori (TRP) = (VT/VRP) x 100%. Menurut Farid (2018) Penetapan Ruang Pori = berat tanah jenuh/berat tanah kering oven x 100%.

Penetapan berat Particle tanah (PD) = berat tanah/(VT-VRP). Penetapan berat tanah saat wilting point dilakukan dengan metoda termogravimetri. Tanah dari lapangan dikeringanginkan hingga 7 hari, lalu dihaluskan hingga lolos ayak diameter lubang < 2 mm, kemudian ditimbang 10 g, dimasukkan ke dalam oven dipanaskan hingga suhu 105°C , selama 24 jam atau hingga berat tetap. Kemudian menghitung kadar air saat wilting point = $(\text{BA}-\text{BK})/\text{BK} \times 100\%$, dimana BA = berat awal; BK = berat setelah diovenkan (Campbell G. S, 1994). Penetapan kadar air tanah saat kondisi field capacity (kapasitas lapang) dilakukan sebagai berikut. Menyiapkan gelas piala 500 ml, pada dasar gelas memasukkan pasir hingga $\frac{1}{4}$ tinggi gelas. Kemudian tanah kering sampel yang akan diukur kadar airnya dalam kondisi kering angin dimasukkan ke dalam gelas tersebut, hingga $\frac{3}{4}$ gelas dan diratakan permukaan tanahnya. Namun sebelum tanah tersebut dimasukkan maka diletakkan pipa kaca ditengahnya untuk memudahkan sirkulasi udara. Lalu tanah tersebut dibasahi dengan memasukkan air hingga permukaan tanah jenuh dan air merembes hingga batas pasir, maka pemberian air dihentikan. Selanjutnya gelas piala tersebut ditutup dengan plastik gelap dan bahan tersebut dibiarkan hingga 2 x 24 jam. Selanjutnya sampel tanah kondisi kelembaban kapasitas lapang yang berasal dari gelas piala sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam cawan timbang lalu diovenkan selama 2 hari dengan suhu 105°C , atau hingga berat tetap. Penetapan kadar air ini hitungannya sama dengan penetapan kadar air saat tanah posisi wilting point.

Penetapan pH tanah dilakukan dengan mengambil botol kocok, lalu masukkan tanah kering udara tersebut sebanyak 10 g, kemudian memasukkan air aquades sebanyak 25 ml, selanjutnya diletakkan pada alat shaker diguncang selama 15 menit. Penetapan pH tanah dilakukan dengan menggunakan alat pH meter elektroda. Angka pH tanah kemudian dicatat. Data hasil pengamatan setelah dideskripsikan

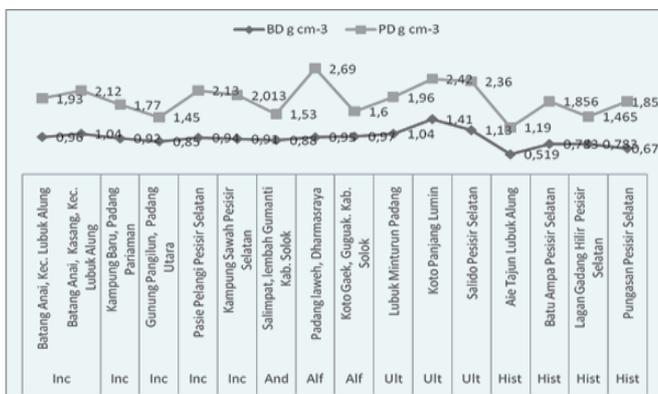
kemudian disajikan dalam bentuk gambar grafik. Grafik yang disajikan meliputi Grafik kondisi Bulk density (BD) dan Particle Density (PD); Total Ruang Pori (TRP), Kadar Air Tanah dalam Kondisi kelembaban Tanah Saat Kapasitas Lapang dan Titik layu (Wilting Point).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai kerapatan isi (BD) dan kerapatan Particle (PD) dari berbagai jenis tanah yang ada di Sumatera Barat disajikan pada Gambar 1. Secara umum Histosol (Gambut) memiliki nilai BD yang lebih rendah dibandingkan tanah Ultisol, Andisol, Alfisol dan Inceptisol. Kerapatan isi suatu tanah sangat ditentukan oleh pori yang terbentuk secara alami. Jika pori tanah banyak dan berkembang dengan baik, maka dapat dipastikan bahwa nilai kerapatan isi suatu tanah menjadi rendah. Pada kajian ini telah dibuktikan bahwa kerapatan isi Histosol secara umum berkisar 0,5-0,78 g cm⁻³, Ultisol berkisar 1,04-1,4 g cm⁻³, Andisol berkisar 0,88 g cm⁻³; Alfisol sebesar 0,9 g cm⁻³; dan Inceptisol berkisar 0,85-0,96 g cm⁻³. Setelah dianalisis ruang pori yang berada pada berbagai lokasi di Sumatera Barat (Padang Pariaman, Kota Padang, Pesisir Selatan dan Kabupaten Solok) dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai BD Andisol 0,88 g/cm³ sesuai dengan yang dijelaskan oleh Erich (2019) bahwa Andisol memiliki BD <0,9 g/cm³.

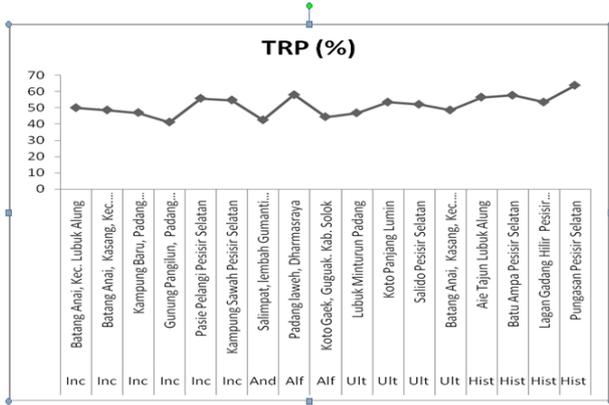
Ultisol; Hist=Histosol; BD = Bulk Density; PD = Particle density

Secara umum angka total ruang pori tanah yang ada di beberapa lokasi di Sumatera Barat Pesisir Selatan, Padang Pariaman, Solok dan Kota Padang umumnya normal berkisar 51,63%. Jika diamati Gambar 2, menunjukkan bahwa Inceptisol Gunung Pangilun Padang dan Andisol Lembah Gumanti sebesar 41,17- 42,5%, paling rendah dibandingkan semua jenis tanah tersebut. Tanah Gunung Pangilun didominasi oleh Tanah tersebut intensif dibudidayakan sayur sayuran antara lain; bawang, sayur kol, dan cabai merah. Ruang pori sangat ditentukan oleh nilai Bulk density atau kerapatan isi tanah. Jumlah dan struktur tanah menentukan porositas tanah. Total porositas dapat ditentukan dari angka bulk density tanah., berat dari volume tanah kering. Particle individu mineral di dalam tanah mempunyai density rata-rata 2,7 g/cm³, dan bahan organik lebih rendah densiynya berkisar 1,2-1,5 g/cm³. Volume dari berat kering tanah mengandung Particle tanah, bahan organik, dan ruang pori. Jika BD tinggi maka total ruang pori sedikit menyediakan udara dan air. Bulk density tanah berkisar 0,1-0,7 g/cm³ jika bahan organik tanah tinggi, dan 0.9 to 1.8 g/cm³ untuk tanah mineral. Tanah berpasir memiliki bulk density lebih tinggi dibandingkan berliat. Nilai BD lebih tinggi 1,4 g/cm³ menunjukkan kemungkinan akan membatasi pertumbuhan dan penetrasi akar, tipikal BD tanah yang diolah berkisar 1,0- 1,25 g/cm³ (Hartmann, 1996). (Juarsah, 2016) membuktikan bahwa tanah mineral nilai BD mendekati angka 1, dan jika mendapatkan tambahan bahan organik maka BD cenderung menurun angkanya.



Gambar 1. Nilai kerapatan isi dan Particle tanah di berbagai daerah di Sumatera Barat

Keterangan gambar: Inc=Inceptisol; And= Andisol; Alf= Alfisol; Ult=

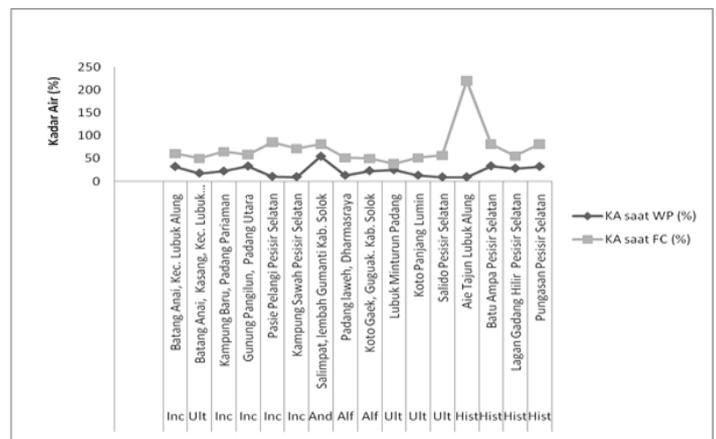


Gambar 2. Ruang pori tanah dari berbagai jenis tanah yang ada di Sumatera Barat. Keterangan gambar Inc= inceptisol; And= Andisol; Alf= Alfisol; Ult= Ultisol dan Hist= Histosol.

Pori tanah yang lebih longgar menunjukkan kemampuan tanah mudah meloloskan airdan udara dan penetrasi akar. Tanah yang diidentifikasi tersebut masih dalam kategori normal, dan baik dikelola menjadi lahan pertanian. Secara umum Histosol di Pungasan Pesisir Selatan, memiliki TRP mencapai 63,83%. Hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut sangat longgar. Kelemahan tanah tersebut adalah jika tanah jenuh, maka tanah menjadi sangat longgar dan mudah lepas dan hanyut. Apalagi tanah tersebut berasal dari bahan organik atau tergolong tanah organik. Biasanya semakin tinggi total ruang pori maka semakin rendah nilai BD nya (Tabel 1). Tanah ideal adalah jika TRP mencapai 50%, berarti komposisi bagian padatan dan rongga seimbang, sehingga akan mendukung pertumbuhan tanaman berlangsung dengan normal. Jika TRP rendah, terindikasi ruang tersedia udara, air dan penetrasi akar akan terhambat, hal ini dapat dilihat pada Inceptisol Gunung Pangilun, Padang. Tanah tersebut masih belum intensif berkembang dan masih didominasi mineral kasar yang menghasilkan nilai BD rendah. Tanah dengan TRP rendah disarankan agar dapat diolah secara intensif agar budidaya tanaman dapat berlangsung baik dengan produktif. (Wijanarko & Taufiq, 2004); (Ogunwande et al., 2011) menyatakan bahwa

kondisi fisik tanah yang baik jika ruang pori yang ada didalam tanah dapat menyediakan air, unsur hara serta memiliki tata udara yang baik. (Margolang, Sembiring, & Agroekoteknologi, 2015) telah membuktikan jika tanah selalu diberi bahan organik maka cenderung terjadi penurunan angka BD pada tanah tersebut sehingga mengakibatkan TRP akan meningkat.

Kadar air tanah saat kondisi tanah mencapai kapasitas lapang (FC) dan tanaman layu (WP), disajikan pada Gambar 3. Jika diamati gambar grafik tersebut maka akan terlihat peluang air bisa tertahan dalam jumlah banyak di dalam tanah pada rentang kondisi kelembaban tanah tersebut adalah pada tanah Histosol Aie Tajun Lubuk Alung Kab. Padang Pariaman. Rentang kondisi kadar kelembaban tanah kategori air tersedia berada pada kelembaban tanah (soil moisture) berada pada FC (pF 2,54) hingga titik layu (wilting point) (pF 4,2).



Gambar 3. Kondisi kadar air tanah kondisi saat titik layu dan kapasitas lapang dari berbagai jenis tanah di Sumatera Barat

Keterangan gambar: WP= wilting point (titik layu) dan FC = field capacity (kapasitas Lapang)

Selanjutnya pada tanah Inceptisol di Pasie Pelangi, Pesisir Selatan dan Kampung Sawah di Kabupaten Solok. Kemampuan pegang air (water holding capacity) yang tinggi akan menunjukkan bahwa tanah mampu menyimpan air yang banyak untuk kebutuhan tanaman. Tanaman akan tumbuh baik jika air tersedia cukup di dalam

tanah. Tanah yang berada di Gunung Pangilun; Lubuk Minturun Padang dan Lagan Gadang Hilir (Pesisir Selatan), perlu dibenahi karena rentang kelembaban tanah dalam kondisi air tersedia sangat sempit atau sedikit. Tanaman di lokasi ini gampang kekeringan, dan butuh irigasi atau penyiraman yang berkala, agar air tersedia bagi tanaman selama fase pertumbuhan yang sensitif. Air tersedia bagi tanaman yaitu air yang berada dalam pori kapiler dengan kelembaban tanah antara kapasitas lapang dan wilting point. (Margolang et al., 2015); (Tolaka, Wardah, & Rahmawati, 2013) membuktikan bahwa tanah yang banyak mengandung bahan organik karena aplikasi bahan organik maka akan meningkat TRP dan meningkatkan kemampuan daya pegang air tanah.

Rerata pH di beberapa tanah di Sumatera Barat 5,05, meliputi daerah Padang Pariaman, Pesisir Selatan, Kabupaten Solok dan Kota Padang (Gambar 4). Secara umum Ultisol dan Histosol memiliki pH berkisar 4, beberapa Inceptisol memiliki pH 5-6. Pada beberapa tanah dengan reaksi masam direkomendasikan memberikan kapur agar pertumbuhan tanaman pangan mencapai optimal. Hal ini telah dijelaskan oleh (Oates & Kamprath, 1983) dan (Wijanarko & Taufiq, 2004) bahwa pengapuran penting dilakukan pada tanah mineral masam, dan tidak direkomendasikan pada tanah histosol (gambut). Tanah masam umumnya berkembang dari bahan induk tua, dengan pH kurang dari 5,5 dan aluminium yang dapat ditukar (Al-dd) dalam tanah yang tinggi. Tingkat kemasaman (pH) tanah, selain mempunyai pengaruh langsung terhadap tanaman, juga berpengaruh terhadap pola ketersediaan unsur hara.

Gambar 4. Kondisi kemasaman tanah di beberapa lahan pertanian di Sumatera Barat

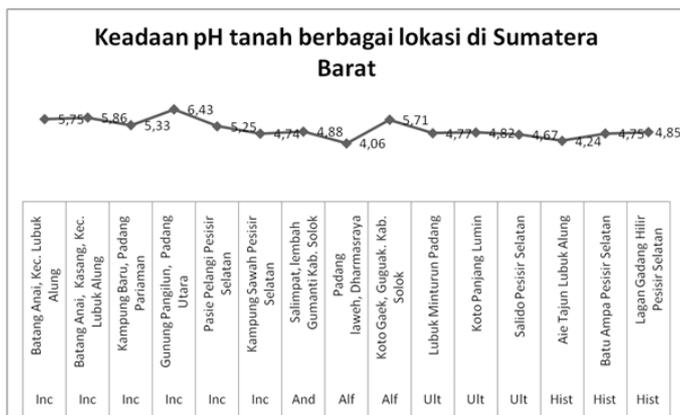
Tanah yang berada di Gunung Pangilun memiliki pH 6,43 atau kategori agak masam. Tanah mendekati netral ini lebih mendukung budidaya pertanian, karena input pendukung (bahan pembenah tanah dan pupuk) menjadi rendah, karena permasalahan kimianya tidak terlalu berat. Akan tetapi luas lahan pertanian di Gunung pangilun sangat terbatas, apalagi saat ini sudah dikembangkan perumahan yang intensif di sana.

KESIMPULAN

Secara umum kerapatan isi Histosol di Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman berkisar 0,5-0,78 g cm⁻³, Ultisol berkisar 1,04-1,4 g cm⁻³, Andisol berkisar 0,88 g cm⁻³; Alfisol sebesar 0,9 g cm⁻³; dan Inceptisol berkisar 0,85-0,96 g cm⁻³. Tanah yang berada di Gunung Pangilun; Lubuk Minturun Padang dan Lagan Gadang Hilir (Pesisir Selatan), perlu dibenahi karena rentang kelembaban tanah dalam kondisi air tersedia sangat sempit atau sedikit akibatnya tanaman mudah kekeringan, dan butuh irigasi atau penyiraman yang berkala, agar air tersedia bagi tanaman selama fase pertumbuhan yang sensitif. Histosol di Punggasan Pesisir Selatan, memiliki total ruang pori mencapai 63,83%. Tanah yang berada di beberapa tanah di Sumatera Barat ber pH rerata sebesar 5,05, meliputi daerah Padang Pariaman, Pesisir Selatan, Kabupaten Solok dan Kota Padang. Kawasan Gunung Pangilun memiliki pH 6,43 memiliki pH terbaik dibandingkan semua pH dari sampel yang diukur.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor melalui ketua LPPM Universitas Tamasiswa Padang yang telah membantu dana penelitian ini dan memfasilitasi kegiatan hingga selesai. Demikian pula kepada semua tim peneliti yang telah membantu pekerjaan analisis sampel



di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tamansiswa Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- Erich M. S. 2019. Soil, Physical Characteristics of News wires white papers. Plant Science and books. Cengage. <https://www.encyclopedia.com/science/news-wires-white-papers-and-books/soil-physical-characteristics>
- Farid, M. 2018. Analisis Sifat Fisika Tanah Inceptisol Berdasarkan Toposekueen Di Kecamatan Onan Runggu Kabupaten Samosir. Skripsi Jur Ilmu Tanah, Prodi Agroteknologi Faperta USU. 39 hal. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/13160/140301174.pdf?sequence=1>
- Campbell G. S. (1994). *Soil Physics with Basic, Transport Models for Soil-Plant Systems* (3rd ed.; Gaylon S. Campbell, ed.). Department of Agronomy and Soils, Washington Sate University Pullman, WA USA: Elsevier Science B. V Amsterdam, The Netherlands.
- Hartmann, R. (1996). *Lecture Notes: Soil Physics*. Retrieved from http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/bodenphysik/Outline-II/lecture_notes/soil_physics/I.pdf
- Jamilah, & Herman, W. (2019). Fenomena Berbagai Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Mendukung Ketahanan Tanaman Pangan Di Sumatera Barat. *Ziraa'ah*, 44(2), 146–153.
- Juarsah, I. (2016). Keragaman Sifat- Sifat Tanah Dalam Sistem Pertanian Organik Berkelanjutan Diversity of Soil Properties on Development of Sustainable Organic Agriculture System. *Semnas Pengembangan Teknologi Pertanian*, (September), 31–38.
- Margolang, R. D., Sembiring, M., & Agroekoteknologi, P. S. (2015). Karakteristik Beberapa Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Pada Sistem Pertanian Organik The Characteristic of Some of The Physical, Chemical, and Biological Properties of Soil in Organic Farming Systems. *Jurnal Online Aroekoteknologi*, 3(2), 717–723.
- Oates, K. M., & Kamprath, E. J. (1983). Soil Acidity and Liming: I. Effect of the Extracting Solution Cation and pH on the Removal of Aluminum from Acid Soils. *Soil.Sci.Soc*, 47, 1–5.
- Ogunwande, I. A., Flamini, G., Adefuye, A. E., Lawal, N. O., Moradeyo, S., & Avoseh, N. O. (2011). Chemical compositions of *Casuarina equisetifolia* L., *Eucalyptus torelliana* L. and *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem cultivated in Nigeria. *South African Journal of Botany*, 77(3), 645–649. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.02.001>
- Tolaka, I., Wardah, & Rahmawati. (2013). Sifat Fisik Tanah Pada Hutan Primer , Agroforestri Dan Kebun Kakao Di Subdas Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba Kabupaten Poso. *Warta Rimba*, 1(2004), 1–8.
- Wijanarko, A., & Taufiq, A. (2004). Pengelolaan Kesuburan Lahan Kering Masam Untuk Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*, 50(7), 39–50.