

## **BEBERAPA SIFAT FISIKA-MEKANIK TANAH TERLIKUIFAKSI DI DESA SIBALAYA, LEMBAH PALU**

### **Some of the physico-mechanical properties of soil are liquefied in the Sibalaya Village, Palu Valley**

Supriadil<sup>1)</sup>, Danang Widjajanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu  
email:adhysupriadil313@gmail.com

<sup>2)</sup> Pengajar Pada Program Studi agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu  
email:danang1965@untad.ac.id

#### **ABSTRACK**

Liquefaction can cause deterioration of soil physico-mechanical properties. Plant root growth, availability of soil water and ease of the soil tillage are low as a result of liquefaction. The research objective was to identify some of the physico-mechanical properties of the soil on liquefied agricultural lands. The soil survey was conducted in the village of Sibalaya Lembah Palu using a purposive sampling technique. The dominant land use for agricultural development that was carried out before the liquefaction disaster was used as a basis for consideration in selecting a location for soil sampling. There were 12 soil sampling points which were repeated 3 times. The results showed that liquefaction caused a variety of surface soil textures ranging from sandy loam to clay. Bulk density and soil porosity are classified as heavy and bad. The hydraulic conductivity of saturated soil is somewhat slow - very slow. The water content of the field capacity is 16.31% - 26.49% and the soil plasticity is low – high

Key words: Liquefaction, Palu Valley, Soil Physico-Mechanical Properties,

#### **ABSTRAK**

Likuifaksi dapat menyebabkan memburuknya sifat fisika-mekanik tanah. Pertumbuhan akar tanaman, ketersediaan air tanah dan kemudahan tanah untuk diolah menjadi rendah sebagai akibat terjadinya likuifaksi. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi beberapa sifat fisika-mekanik tanah pada lahan pertanian yang mengalami likuifaksi. Survei tanah dilakukan di Desa Sibalaya Lembah Palu menggunakan teknik purposive sampling. Penggunaan lahan dominan untuk pengembangan pertanian yang dikerjakan sebelum terjadi bencana likuifaksi digunakan sebagai dasar pertimbangan pemilihan lokasi pengambilan sampel tanah. Terdapat 12 titik pengambilan sampel tanah yang diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa likuifaksi menyebabkan terjadinya keragaman tekstur tanah permukaan berkisar pada kategori lempung berpasir – liat. Bobot isi dan porositas tanah tergolong berat dan jelek. Konduktivitas hidraulik tanah jenuh tergolong agak lambat – sangat lambat. Kadar air kapasitas lapang 16,31 % – 26,49 % dan plastisitas tanah tergolong rendah – tinggi.

Kata Kunci: Lembah Palu, Likuifaksi, Sifat Fisika-Mekanik Tanah.

## PENDAHULUAN

Seperti halnya dengan mekanisme pelumpuran selama proses pengolahan lahan sawah, maka peristiwa likuifaksi juga terjadi sebagai akibat meningkatnya kandungan air tanah hingga mencapai derajat jenuh atau lewat jenuh. Adanya gaya-gaya eksternal yang bekerja pada permukaan tanah pada saat kondisi air jenuh menyebabkan perubahan fase tanah yang awalnya berada pada sifat zat padat menjadi menyerupai zat cair atau bentuk pasta.

Pengadukan tanah dalam kondisi jenuh menyebabkan terjadinya proses pelumpuran tanah. Tanah yang berada dalam kondisi struktur lumpur mempunyai kekuatan mekanik yang rendah. Ketahanan penetrasi tanah semakin menurun sejalan dengan meningkatnya derajat kandungan air dan besarnya gaya yang dilakukan selama proses pelumpuran tanah (Singh *et al.*, 2015).

Peristiwa bencana alam likuifaksi yang telah terjadi pada Tahun 2018 menyebabkan kerugian yang tidak sedikit bagi masyarakat di Lembah Palu. Kerusakan infra struktur, kehilangan lahan pertanian milik masyarakat dan kerugian ekonomi keluarga petani membutuhkan waktu yang relatif lama untuk memulihkannya (Tondi, 2019).

Wirawan dan Widjajanto (2020) mengemukakan bahwa peristiwa likuifaksi yang terjadi di Desa Jono Oge Lembah Palu pada waktu yang sama dengan Desa Sibalaya telah menyebabkan memburuknya sifat-sifat mekanik tanah. Tanah menjadi sangat padat dan daya hantar air tanah berada pada kriteria rendah-sangat rendah. Proses pengeringan tanah yang mengalami likuifaksi di Desa Jono Oge membutuhkan waktu berbulan-bulan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa likuifaksi telah menyebabkan kerusakan struktur tanah.

Sifat-sifat fisika tanah yang berkaitan dengan perubahan struktur tanah sebagai akibat proses likuifaksi tersebut perlu diperhatikan dengan lebih baik guna mendapatkan informasi yang mendalam tentang pemanfaatannya kembali sebagai

lahan pertanian intensif. Untuk mendukung kebutuhan tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang sifat fisika tanah pada lahan yang mengalami likuifaksi di Desa Sibalaya Lembah Palu. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi beberapa sifat fisika-mekanik tanah yang terjadi sebagai akibat bencana likuifaksi di Desa Sibalaya Lembah Palu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni 2018 sampai Maret 2019 bertempat di Desa Sibalaya, Kecamatan Tanambulava, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Analisis sifat fisika-mekanik tanah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu.

Survai tanah di lapang berdasarkan teknik pengambilan sampel secara purposif dilakukan pada lapisan permukaan (0-30 cm). Penggunaan lahan yang dominan digunakan untuk budidaya pertanian sebelum terjadi bencana likuifaksi merupakan dasar pertimbangan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel tanah dalam penelitian (Tabel 1).

Pengambilan sampel tanah di lapang dilakukan pada 12 lokasi dan setiap lokasi dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dalam penelitian.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.

Nomor	Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel Tanah
1	01° 08' 48" S 119° 55' 15,6" E
2	01° 08' 47,7" S 119° 55' 10,9" E
3	01° 08' 48,4" S 119° 55' 12,5" E
4	01° 08' 48" S 119° 55' 14,1" E
5	01° 08' 49,4" S 119° 55' 15,6" E
6	01° 08' 48,1" S 119° 55' 17,3" E
7	01° 08' 51,4" S 119° 55' 17,8" E
8	01° 08' 50,6" S 119° 55' 20,1" E
9	01° 09' 01,7" S 119° 55' 24,3" E
10	01° 09' 03" S 119° 55' 21,4" E
11	01° 08' 41" S 119° 55' 13,1" E
12	01° 08' 41,2 S 119° 55' 10,8" E

Tabel 3. Hasil Analisis Tekstur Tanah.

Titik Pengamatan	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur
1	36,53	25,65	37,82	Lempung Berliat
2	55,63	29,68	14,69	Lempung Berpasir
3	40,18	20,30	39,52	Lempung Berliat
4	39,37	28,36	32,27	Lempung Berliat
5	34,32	28,30	37,38	Lempung Berliat
6	30,18	12,57	57,25	Liat
7	57,31	24,63	18,06	Lempung Berpasir
8	59,86	26,07	14,07	Lempung Berpasir
9	62,54	18,78	18,68	Lempung Berpasir
10	28,53	43,20	31,27	Lempung Berliat
11	42,47	39,05	18,48	Lempung
12	55,59	28,62	15,79	Lempung Berpasir

Tabel 4. Hasil Analisis Bobot Isi Tanah

Titik Pengamatan	Bobot Isi Tanah (g/cm <sup>3</sup> )	Kriteria
1	1,53	Berat
2	1,59	Berat
3	1,56	Berat
4	1,49	Berat
5	1,49	Berat
6	1,42	Berat
7	1,65	Berat
8	1,63	Berat
9	1,62	Berat
10	1,55	Berat
11	1,53	Berat
12	1,63	Berat

Pengambilan sampel tanah utuh dalam ring dan tanah tidak utuh dilakukan untuk menganalisis sifat fisika-mekanik tanah di laboratorium. Tekstur, bobot isi, porositas total, konduktivitas hidraulik jenuh, kadar air kapasitas lapang dan konsistensi tanah digunakan sebagai variabel pengamatan dalam penelitian ini.

Analisis data untuk mengidentifikasi kriteria sifat-sifat fisika-mekanik tanah di dilakukan secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tekstur Tanah.** Berdasarkan hasil analisis tekstur tanah di Desa Sibalaya, tergolong tanah lempung berpasir – lempung berliat (Tabel 3).

Keragaman tekstur tanah tersebut dapat disebabkan karena telah tercampurnya tanah lapisan atas (*top soil*) dengan lapisan bawah (*sub soil*) atau terjadinya pergerakan massa tanah dari titik lokasi penelitian satu dengan lainnya pada waktu terjadi bencana likuifaksi.

Tekstur tanah lempung berpasir – lempung berliat merupakan kondisi tanah yang ideal untuk budidaya tanaman pertanian. Pada kisaran tekstur tanah tersebut terdapat keseimbangan antara komposisi padatan, air, dan udara dalam tanah.

Pada titik pengamatan 3,4,5 dan 6 menunjukkan bahwa kandungan liat yang lebih tinggi dibandingkan dengan lainnya. Perbedaan tekstur tanah di daerah penelitian

dapat mempengaruhi sifat-sifat fisika-mekanik tanah lainnya, seperti retensi air tanah, daya hantar air dalam tanah dan konsistensi tanah. Widjanto dan Hasanah (2019) menjelaskan bahwa dominasi tanah bertekstur lempung berpasir di Lembah Palu menyebabkan tanah bersifat porous dan kapasitas menahan air pada tanah permukaan yang rendah. Lahan demikian sesuai untuk pengembangan agroforestri dan tanaman pangan seperti kedelai, jagung dan sayur-sayuran. Pada lahan yang mempunyai tekstur tanah berliat menunjukkan kemampuan menahan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekstur berpasir. Penggunaan lahan sawah dapat disarankan untuk pengembangan tanah-tanah bertekstur liat.

**Bobot Isi Tanah.** Berdasarkan hasil analisis bobot isi tanah di daerah penelitian tergolong pada kriteria berat (Tabel 4).

Bobot isi tanah yang tergolong berat mengindikasikan bahwa terjadinya likuifaksi di daerah penelitian menyebabkan pemadatan tanah. Kondisi tanah yang demikian menunjukkan ketidaksesuaiannya untuk budidaya pertanian apabila tidak mendapatkan perlakuan tertentu. Pola pergiliran tanaman, pengolahan tanah dan pemberian bahan organik merupakan alternatif yang dapat dilakukan untuk memperbaiki struktur tanah yang padat.

Puerta. L *et.*, (2018) mengemukakan

bahwa pemberian bahan organik bersama dengan pengolahan tanah dapat memperbaiki struktur tanah permukaan. Bobot isi tanah menurun hingga 65 % sejalan dengan meningkatnya volume ruang pori makro.

**Porositas Total Tanah.** Berdasarkan hasil analisis porositas total tanah di daerah penelitian tergolong pada kriteria jelek (Tabel 5). Memburuknya volume ruang pori tanah tersebut dapat disebabkan karena proses pengadukan tanah saat kondisi air jenuh (terjadi likuifaksi) sehingga terjadi pemadatan.

Memburuknya bobot isi tanah dan porositas total tanah di daerah penelitian dapat disebabkan karena perubahan arah orientasi partikel liat dari kondisi random (acak) menjadi paralel pada saat terjadi proses likuifaksi. Orientasi paralel partikel liat tersebut menyebabkan proses penyusutan tanah pada saat mengalami proses pengeringan dapat berlangsung dengan lebih baik. Yoshida dan Adachi (2001) menjelaskan bahwa semakin meningkatnya frekuensi pengadukan tanah yang didominasi partikel liat dalam kondisi jenuh air menyebabkan terjadinya pemadatan yang lebih tinggi. Sebagai akibatnya terjadi proses pemadatan tanah dan timbulnya retakan pada saat mengalami pengeringan.

Tabel 5. Hasil Analisis Porositas Total Tanah.

Titik Pengamatan	Porositas Total (%)	Kriteria
1	33,48	Jelek
2	30,57	Jelek
3	33,34	Jelek
4	35,50	Jelek
5	36,60	Jelek
6	39,58	Jelek
7	30,09	Jelek
8	31,52	Jelek
9	31,03	Jelek
10	36,48	Jelek
11	34,70	Jelek
12	32,25	Jelek

Tabel 6. Hasil Analisis Konduktivitas Hidraulik Tanah Jenuh.

Titik Pengamatan	Konduktivitas Hidraulik Jenuh (cm/jam)	Kriteria
1	1,70	Agak Lambat
2	1,10	Agak Lambat
3	0,39	Lambat
4	0,21	Lambat
5	0,33	Lambat
6	0,11	Sangat Lambat
7	0,30	Lambat
8	0,55	Agak Lambat
9	0,82	Agak Lambat
10	0,37	Lambat
11	0,50	Lambat
12	1,21	Agak Lambat

Tabel 7. Hasil Analisis Kadar Air Tanah Kapasitas Lapang.

Titik Pengamatan	Kadar Air Tanah Kapasitas Lapang (%)
1	18,97
2	16,31
3	20,85
4	22,73
5	22,81
6	26,49
7	17,20
8	18,24
9	18,45
10	22,38
11	20,38
12	19,13

Terjadinya pembentukan ruang pori makro pada tanah berliat yang mengalami pemadatan meningkat sejalan dengan terjadinya proses retakan tanah permukaan pada periode pengeringan. Struktur tanah permukaan menjadi lebih gembur dan ruang pori makro meningkat ketika terjadi pengeringan dan pertumbuhan akar tanaman yang lebih tinggi. Atkinson (2020) menjelaskan bahwa pertumbuhan akar tanaman mengikuti arah keberadaan ruang pori berukuran makro dalam tanah. Pertumbuhan akar tanaman gandum cenderung lebih sedikit pada arah tanah yang memadat dan didominasi oleh ruang pori berukuran mikro dibandingkan dengan

pertumbuhannya pada tanah yang banyak didominasi oleh ruang pori makro.

**Konduktivitas Hidraulik Jenuh.** Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa laju pergerakan air tanah jenuh di daerah penelitian tergolong pada kriteria sangat lambat hingga lambat (Tabel 6).

Konduktivitas hidraulik jenuh suatu tanah dapat dipengaruhi oleh struktur, tekstur, kepadatan dan distribusi ukuran pori tanah. Pada tanah dengan struktur masif cenderung mempunyai perilaku aliran air tanah jenuh tergolong lambat - sangat lambat. Porositas tanah yang masif didominasi oleh ruang pori mikro, sehingga laju pergerakan air tanah menjadi terhambat (Mukmin *et al.*, 2016).

Tabel 8. Hasil Analisis Indeks Plastisitas Tanah.

Titik Pengamatan	Indeks Plastisitas	Kriteria
1	19,95	Rendah
2	14,25	Rendah
3	25,14	Sedang
4	20,04	Sedang
5	22,55	Sedang
6	34,46	Tinggi
7	17,94	Rendah
8	12,70	Rendah
9	15,67	Rendah
10	21,13	Sedang
11	13,13	Rendah
12	12,79	Rendah

Rendahnya konduktivitas hidraulik tanah jenuh pada titik pengamatan 3,4,5 dan 6, 10 dan 11 dapat disebabkan karena terbentuknya ruang pori mikro pada saat proses likuifaksi. Dalam keadaan tersebut partikel berukuran koloid mempunyai peranan penting dalam reagregasi tanah selama proses pembasahan dan pengeringan. Guo *et al.*, (2018) sependapat dan menyatakan bahwa pembentukan ruang pori tanah berukuran mikro lebih tinggi pada tanah berliat dibandingkan dengan tanah berpasir. Meningkatnya laju kehilangan air tanah pada periode pengeringan menyebabkan peningkatan jumlah kapiler berukuran mikro pada tanah permukaan.

**Kadar Air Tanah Kapasitas Lapang.** Hasil analisis kadar air tanah kondisi kapasitas lapang tergolong pada kisaran antara 16 % - 25 % (Tabel 7).

Keragaman kadar air kapasitas lapang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: struktur, tekstur, tipe mineral liat dan kandungan bahan organik dalam tanah. Struktur tanah masif, tekstur berpasir dan kandungan bahan organik tanah yang rendah dapat mengakibatkan rendahnya retensi air tanah permukaan. Sebaliknya meningkatnya kandungan partikel liat dapat menyebabkan meningkatnya kapasitas menahan air tanah permukaan.

Meningkatnya kandungan liat pada titik pengamatan 3,4,5,6, 10 dan 11 menyebabkan meningkatnya kemampuan menahan air tanah pada kondisi kapasitas lapang. Volume ruang pori total tanah yang meningkat karena terbentuknya retakan selama proses pengeringan tanah bertekstur liat menyebabkan semakin meningkatnya kapasitas menahan air tanah permukaan.

Meningkatnya volume ruang pori tanah karena proses evaporasi selama periode pengeringan tanah berliat mempunyai korelasi linier positif dengan meningkatnya kemampuan menahan air tanah (Rawls *et al.*, 2003; Gao dan Sun, 2017). Lebih lanjut, Bogunovic *et al.*, (2018) menambahkan bahwa reagregasi tanah melalui proses pembasahan dan pengeringan dapat mempengaruhi perubahan struktur dan retensi air tanah. Produksi tanaman lebih tinggi pada tanah yang mengalami perubahan struktur tanah. Stabilitas agregat tanah menjadi lebih mantap.

**Konsistensi Tanah.** Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa konsistensi tanah di daerah penelitian memiliki kriteria tergolong rendah hingga sedang (Tabel 8).

Konsistensi tanah sangat dipengaruhi oleh tipe mineral liat, bahan organik dan tekstur tanahnya. Keadaan konsistensi tanah ditunjukkan oleh besarnya

indeks plastisitasnya. Semakin tinggi nilai indeks plastisitas menunjukkan bahwa tanah tersebut bersifat semakin plastis.

Meningkatnya kandungan partikel liat pada titik pengamatan 3, 4, 5, 6 dan 10 mengakibatkan meningkatnya nilai indeks plastisitas tanahnya. Luas permukaan tanah bertekstur liat yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah berpasir menyebabkan kemampuan mengikat air beberapa kali lebih tinggi pada permukaannya.

Aziz *et al.*, (2016) berpendapat bahwa kondisi konsistensi tanah mengindikasikan perilaku alir tanah sejalan dengan kandungan air tanahnya. Tanah menjadi bersifat lekat ketika berada pada kandungan air tanah batas plastis. Selanjutnya, tanah lebih bersifat mengalir pada kandungan air batas cair. Kandungan bahan organik tanah yang tinggi mempengaruhi konsistensi tanah dan stabilitas.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa likufaksi menyebabkan terjadinya keragaman tekstur tanah permukaan berkisar pada kategori lempung berpasir – liat. Bobot isi dan porositas tanah tergolong berat dan jelek. Konduktivitas hidraulik tanah jenuh tergolong agak lambat – sangat lambat. Kadar air kapasitas lapang 16,31 % – 26,49 % dan plastisitas tanah tergolong rendah - tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, J. A., M. J. Hawkesford, W. R. Whalley, H. Zhou, and S. J. Mooney. 2020. Soil strength influences wheat root interactions with soil macropores. *Plant, Cell & Environment* 43(1):235–245.
- Aziz, S. A., and S. M. Karim. 2016. The Effect of Some Soil Physical and Chemical Properties on Soil Aggregate Stability in Different Locations in Sulaimani and Halabja Governorate. *Open Journal of Soil Science* 6 (4): 81–88.
- Bogunovic, I., P. Pereira, I. Kistic, K. Sajko, and M. Sraka. 2018. Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia). *Catena* 160:376–384.
- Gao, Y., and D. Sun. 2017. Soil-water retention behavior of compacted soil with different densities over a wide suction range and its prediction. *Computers and Geotechnics* 91: 17–26.
- Guo, Y., C. Han, and X. (Bill) Yu. 2018. Laboratory characterization and discrete element modeling of shrinkage and cracking in clay layer. *Canadian Geotechnical Journal* 55 (5):680–688.
- Mukmin, M., D. Widjajanto, dan U. Hasanah. 2016. Pengaruh pemberian gipsum terhadap perubahan beberapa sifat fisik dan kimia entisols lembah palu. *E-J. Agrotekbis* 4 (3):252-257.
- Loaiza Puerta, V., E. I. Pujol Pereira, R. Wittwer, M. van der Heijden, and J. Six. 2018. Improvement of soil structure through organic crop management, conservation tillage and grass-clover ley. *Soil and Tillage Research* 180:1–9.
- Rawls, W. J., Y. A. Pachepsky, J. C. Ritchie, T. M. Sobecki, and H. Bloodworth. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma* 116(1–2):61–76.
- Singh, J., A. Salaria, and A. Kaul. 2015. Impact of soil compaction on soil physical properties and root growth: A review. *International Journal of Food* 5(1): 23-32.
- Tondi, K. M. 2019. Description of Earthquake and Liquefaction Impacts on Farmers in Jono Oge Village Sigi at Central of Sulawesi. *J. Agroland* 26(2):148–157.
- Widjajanto, D., and U. Hasanah. 2019. Land resource management strategy for the sustainability of the upper watershed of Palu (case study of Miu sub watershed in Sigi regency). *Agroland: The agriculture science journal* 6 (1):34-43.
- Wirawan, A., dan D. Widjajanto. 2020. Identifikasi sifat fisik tanah pada kawasan terkena dampak likuifaksi di desa Jono Oge Lembah Palu. *E-J. Agrotekbis* 8 (1):64-70.
- Yoshida, S., and K. Adachi. 2001. Effects of cropping and puddling practices on the cracking patterns in paddy fields. *Soil Science and Plant Nutrition* 47 (3):519–532.