

Pemetaan Kondisi Sifat Fisik Tanah di Subak Jatiluwih Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan

RIZKY DELLI ZULKARNAEN^{*)}

I NYOMAN SUNARTA

NI MADE TRIGUNASIH

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Udayana University
Street. PB. Sudirman Denpasar 80232 Bali

^{*)}Email: rdzulkarnaen@gmail.com

ABSTRACT

Mapping the condition of physical properties of land in Jatiluwih Subak, Penebel District, Tabanan Regency

Jatiluwih Subak has different slopes and slopes which are quite calculated for sustainability in the environment by knowing the physical properties of the soil and the management of rice fields on slope farms. To find out the conditions and land management on the slopes it is necessary to investigate the physical properties of the soil, together with the management of land in reality. Research conducted by survey methods and soil samples taken were analyzed at the Soil and Environmental Laboratory, Faculty of Agriculture, Udayana. Whereas land management data was obtained through interviews with soil samples. The purpose of this study was to determine the physical properties of the soil and the reality treatment of different slope gradients in Subak Jatiluwih, Penebel, Tabanan Regency. Research begins with making maps using the Geospatial Information System application by overlaying the soil type map, slope slope map, and land use map. Four homogeneous land were obtained and each soil unit was taken as a composite sample and analyzed the physical properties of soil in the laboratory which included texture, specific gravity, porosity, permeability, and infiltration. The condition of the physical properties of land in Jatiluwih Subak varies. Bulk Density has criteria of low to moderate, porosity conditions between good to shaft, soil permeability has the criteria of being moderate, rather quickly advancing water or air in the soil. Soil infiltration conditions tend to be the same ie fine pores. Research on the location of soil texture shows the presence of clay, clay loam, and loam

Keywords: Soil Physical Properties, Slope, Land Unit, Jatiluwih Subak

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Subak merupakan organisasi tradisional para petani di Bali yang terutama bertujuan untuk berbagi tanggung jawab dalam pengelolaan tanah, dan pola tanam padi di sawah. Subak sebagai irigasi yang berbasis petani, merupakan lembaga yang

bersifat otonomi. Keberadaan subak sampai sekarang ini mengisyaratkan bahwa subak adalah sebuah lembaga irigasi tradisional yang tangguh dan lestari.

Keberadaan subak di Bali sejak tahun 1071 menandakan adanya lembaga yang tangguh, lestari dan kian diperkuat dengan adanya pengesahan dalam sidang UNESCO (Badan PBB untuk Pendidikan, Keilmuan, dan Budaya) di Saint Petersburg, Rusia pada 29 Juni 2012 (Anonim, 2012).

Desa Jatiluwih yang terletak di Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, memiliki ciri khas subak yang disajikan sebagai panorama teras persawahan yang lestari. Sebagian besar daerahnya merupakan persawahan yang dibuat berundak (bertingkat) sesuai garis kontur atau dikenal dengan sawah berteras khas Bali. Daerah persawahan ini memiliki luas 636 ha, terdiri dari 7 kelompok/tempek yakni Tempek Telabah Gede, Tempek Besi Kalung, Tempek Kedamaian, Tempek Uma Dwi, Tempek Uma Kayu, Tempek Kesambih, dan Tempek Gunung Sari. Subak Jatiluwih memiliki karakteristik teras dengan topografi bergelombang.

Kemiringan lereng menunjukkan besarnya sudut lereng dalam persen atau derajat. Kecuraman lereng 100% sama dengan kecuraman 45 derajat, selain dari memperbesar jumlah aliran permukaan, semakin curamnya lereng juga memperbesar energi angkut air (Wiradisastira, 1999). Perbedaan lereng juga menyebabkan perbedaan banyaknya air tersedia bagi tumbuh-tumbuhan sehingga mempengaruhi pertumbuhan vegetasi di tempat tersebut (Hardjowigeno, 1993).

Sampai saat ini kajian dan pembahasan subak perihal segi budaya sudah banyak ditulis para peneliti yang mengulas mengenai organisasi, serta kondisi subak yang terangkum dalam makalah, akan tetapi mengenai pemetaan sifat fisik tanah pada kelas lereng yang berbeda, cara pengelolaan yang sangat penting untuk kelestarian subak dari segi fisik terutama terasering. Pada umumnya subak dengan aplikasi teras bangku banyak ditemukan pada lahan berlereng di Bali.

Pemetaan sifat fisik tanah merupakan bagian penting dari kebutuhan dalam memberikan suatu informasi yang dibutuhkan oleh pengguna baik untuk menyimpan, mengelola dan menganalisis serta memanggil data. Agar data yang dibutuhkan tersebut menjadi lebih efektif dan efisien, salah satunya dengan pemanfaatan GIS (*Geography Information System*). GIS adalah suatu sistem berbasis komputer untuk menangkap, menyimpan, mengecek, mengintegrasikan memanipulasi, dan *display* data dengan peta digital (Rastuti, 2015). GIS sudah digunakan secara luas untuk mengakses informasi tentang potensi suatu wilayah yang letak dan keberadaannya dipermukaan bumi. Untuk itu peneliti tertarik menggunakan teknologi GIS dalam melakukan penelitian mengenai pemetaan kondisi sifat fisik tanah di Subak Jatiluwih.

Hal ini dapat dimengerti karena wilayah desa Jatiluwih yang selama ini dimanfaatkan lebih banyak untuk pertanian, sekarang dan di masa depan mungkin dialokasikan juga ke faktor non pertanian. Pengelolaan sifat fisik tanah pada lahan sawah penting untuk mendapatkan kondisi fisik tanah yang ideal dan menekan berbagai dampak negatif yang bisa timbul. Sebagai suatu cara pengolahan tanah yang

spesifik untuk tanah sawah yang memberikan pengaruh positif dalam menciptakan media tanam yang cocok untuk padi dapat ditentukan dengan analisis sifat fisik tanah dan pengelolaan tanah yang dilakukan petani di lapangan. Penggunaan varietas unggul dan peningkatan penggunaan pupuk serta bahan organik akan nyata berkontribusi terhadap peningkatan hasil, jika sifat fisik tanah dikelola dengan baik (Greenland, 1985).

1.2 Tujuan

Melihat dari rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi sifat fisik tanah pada kelas lereng yang berbeda di subak Jatiluwih, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan.
2. Dapat menentukan sifat fisik tanah di subak Jatiluwih, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan.
3. Melakukan pengelolaan sifat fisik tanah dan pengelolaan lahan secara realitas pada usaha tani di subak Jatiluwih, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung di Subak Jatiluwih, Desa Jatiluwih, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan dan Laboratorium Ilmu Tanah dan Lingkungan, Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar yang berlangsung dari bulan Agustus 2017 sampai dengan Oktober 2018.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah daerah penelitian serta beberapa bahan kimia yang digunakan untuk analisis tanah di laboratorium.

Alat-alat yang digunakan adalah Peta Rupa Bumi Skala 1:25.000, meteran, bor belgi, ring sampel, pisau lapangan, abney level, altimeter, pH meter, ayakan, cawan petri, oven, timbangan, GPS (*Global Positioning System*), kamera, dan seperangkat alat tulis

2.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode survei dan sampel tanah yang diambil dianalisis di laboratorium tanah, sedangkan data pengelolaan kebutuhan air diperoleh melalui wawancara kepada petani pemilik lahan sampel. Tahap pelaksanaan penelitian diuraikan sebagai berikut.

2.3.1 Tahap Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan metode dengan pengumpulan pustaka sebagai data sekunder untuk memperoleh informasi yang berhubungan dengan daerah penelitian. Persiapan diawali dengan pengumpulan data sekunder seperti peta-peta yaitu peta Rupa Bumi Indonesia 1: 25.000, peta lereng dan peta jenis tanah daerah penelitian.

2.3.2 Delineasi dan analisis satuan lahan

Analisis satuan lahan guna menentukan unit lahan digunakan peta rupa bumi (1:25.000) yang dibuat berdasarkan kelas kemiringan lereng dan penggunaan lahan yang sama maka diperoleh 4 unit lahan berdasarkan kelas kemiringan lereng 15-30% (miring), 30-45% (agak curam), 45-65% (curam), >65% (sangat curam) dimana satu unit lahan hanya diwakili oleh satu sampel tanah sehingga diperoleh 4 sampel tanah.

2.3.3 Pengamatan, pengukuran dan pengambilan sampel tanah dilapangan

Setelah pembuatan unit lahan selanjutnya dilakukan survei lapangan guna mencocokkan kebenaran unit lahan yang ditentukan berdasarkan hasil peta dengan kenyataan dilapangan. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel tanah berdasarkan unit lahan tersebut dan pengamatan parameter di lapangan seperti kemiringna teras (kelas 15-30%, 30-45%, 45-65%, dan >65%), dan pengambilan informasi pengelola lahan kepada pemilik lahan sawah tempat pengambilan sampel. Pengambilan sampel tanah untuk analisis sifat fisik dan tanah dilakukan dengan menggunakan *abney level*, dan beberapa data pengelolaan lahan yang diperoleh melalui wawancara dengan petani/pemilik lahan sawah tempat pengambilan sampel.

2.3.4 Analisis Tanah di Laboratorium

Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana dengan tujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah. Penentuan titik pengamatan sampel tanah diambil dari masing-masing kelas kemiringan lereng yang telah ditentukan.

2.3.5 Pembuatan Peta Sifat Fisik Tanah

Pembuatan peta bertujuan mempermudah penyampain informasi terkait kondisi kualitas tanah pada lokasi penelitian. Pembuatan peta kualitas tanah sesuai hasil analisis data kualitas tanah dengan menggunakan perangkat lunak Q GIS 2.18.0.

2.3.6 Analisis Data

Analisis sifat fisik tanah yang dilakukan secara deskriptif dari aplikasi GIS yang menentukan satuan lahan homogen dengan kelas kemiringan lereng yang berbeda, sedangkan di laboratorium yakni sifat fisik seperti tekstur, *bulk density*, *particle density*, porositas tanah, infiltrasi dan permeabilitas tanah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

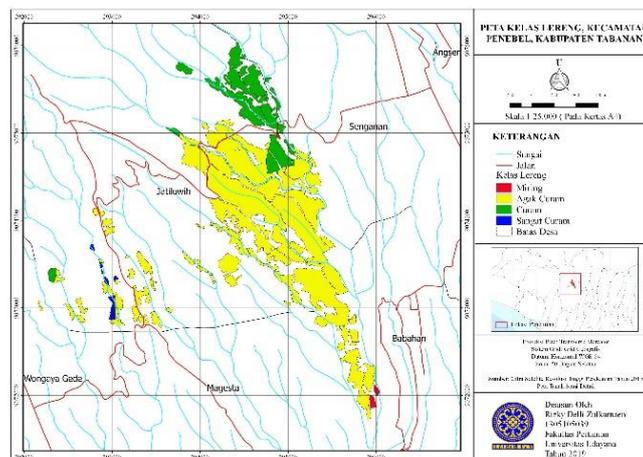
Parameter yang di analisis dilaboratorium pada penelitian ini meliputi sifat fisik tanah. Parameter sifat fisik yang diamati antara lain, permeabilitas, infiltrasi, tekstur, struktur. Sedangkan parameter sifat kimia yang diamati adalah bahan organik tanah. Hasil analisis sifat fisik tanah tanah wilayah penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah

SLH	Lereng %	BV g/cm ³	BJ g/cm ³	Porositas %	Permeabilitas cm/jam	Infiltrasi cm/jam	Tekstur Tanah			Kelas Tekstur
							Liat	Debu	Pasir	
I	15-30	0,98	2,06	53,77	2,48	24,27	52,11	6,071	41,819	Liat
II	30-45	1,14	2,35	52,27	3,75	34,54	32,096	41,267	26,637	Lempung Berliat
III	45-65	0,87	2,4	64,22	8,49	39,70	12,44	49,005	39,554	Lempung
IV	>65	0,99	2,05	52,58	26,23	36,49	36,028	40,676	23,286	Lempung Berliat

3.1.1 Kemiringan lereng

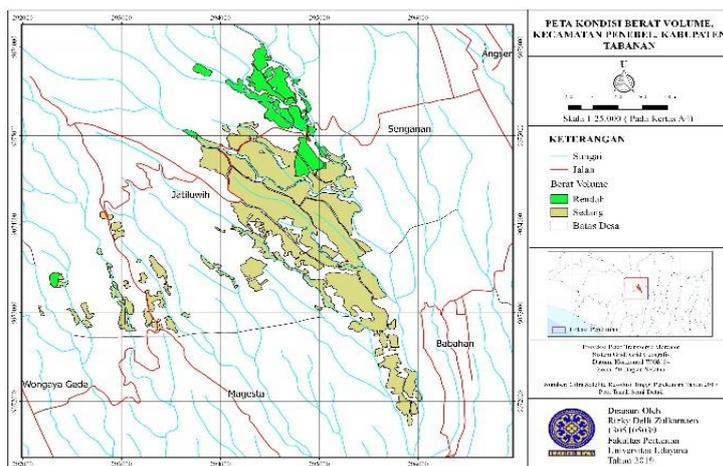
Kemiringan lereng pada satuan lahan homogen I adalah 15-30%, kemiringan lereng pada satuan lahan homogen II adalah 30-45%, kemiringan lereng pada satuan lahan homogen III adalah 45-65%, dan kemiringan lereng pada satuan lahan homogen IV adalah >65%. Sudut kemiringan terhadap bidang vertikal maka semakin besar yang diperoleh dari kemiringan lereng yang semakin curam merupakan salah satu penyebab bertahannya teras bangku di Subak Jatiluwih. Semakin curam kemiringan lereng, maka akan berkaitan dengan sifat fisik yang lainnya. Sebaran spasial kemiringan lereng disajikan pada Gambar 1 *Polygon* berwarna merah kelas lereng 15 – 30%, *polygon* berwarna kuning kelas lereng 30 – 45%, *polygon* berwarna hijau kelas lereng 45 – 65%, *polygon* berwarna biru kelas lereng >65%.



Gambar 1 Peta Kemiringan Lereng

3.1.2 Berat Volume

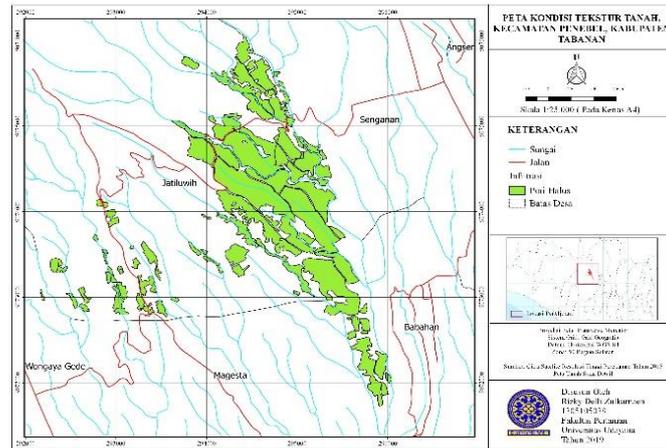
Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh nilai berat volume tanah (BV) pada SLH I, II, III, dan IV, memiliki nilai berturut-turut adalah 0,98 g cm⁻³, 1,14 g cm⁻³, 0,87 g cm⁻³, dan 0,99 g cm⁻³. Berat volume tanah dipengaruhi oleh padatan tanah, pori-pori tanah, struktur, tekstur tanah, serta pengelolaan tanah sehingga dapat dengan mudah dan cepat berubah akibat pengelolaan tanah dan praktik budidaya (Hardjowigeno, 2003). Sebaran spasial kondisi berat volume tanah disajikan pada Gambar 2 *Polygon* berwarna hijau menunjukkan berat volume rendah, sedangkan *polygon* berwarna coklat menunjukkan berat volume sedang.



Gambar 2. Peta Berat Volume

3.1.3 Infiltrasi

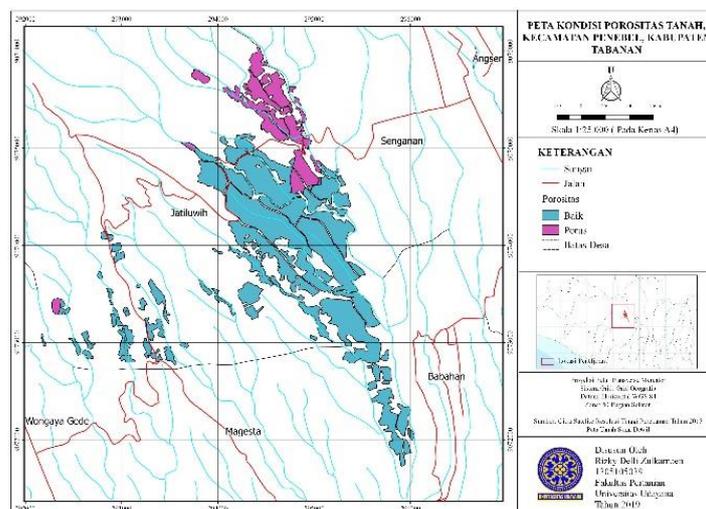
Berdasarkan hasil pengukuran infiltrasi pada SLH I adalah 24,27, pada SLH II adalah 34,54, pada SLH III adalah 39,70, dan pada SLH IV adalah 36,49. Infiltrasi tanah berkaitan dengan bahan organik tanah. Semakin tinggi bahan organik tanah maka struktur tanah juga akan semakin baik, sehingga infiltrasi akan meningkat atau menurunkan aliran permukaan. Secara umum infiltrasi cenderung meningkat sesuai dengan peningkatan umur tanaman. Infiltrasi juga dipengaruhi pengelolaan dan tekstur tanah. Hal ini ditunjang oleh pernyataan Saidi (2006) bahwa laju infiltrasi dipengaruhi oleh macam penggunaan lahan atau kerapatan vegetasi penutup lahan yang berhubungan dengan ketebalan serasah tanah dan pengelolaan lahan.). Sebaran spasial kondisi infiltrasi tanah disajikan pada Gambar 3 *Polygon* berwarna hijau menunjukkan pori halus dan diketahui pada subak Jatiluwih memiliki satuan yang sama.



Gambar 3. Peta Infiltrasi

3.1.4 Porositas Tanah

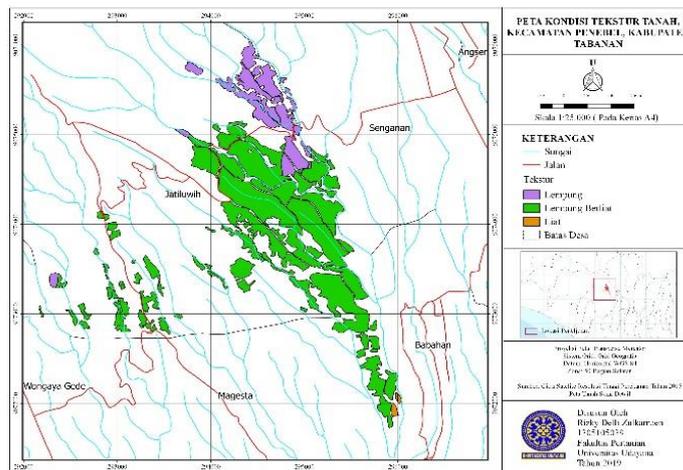
Porositas pada SLH I, II, III, dan IV secara berurutan adalah 53,77%, 52,27%, 64,22% dan 52,58%. Porositas yang dimaksud adalah total pori dalam tanah yang ruang dalam tanah ditempati oleh air dan udara. Pada keadaan basah seluruh ruang pori baik makro, meso maupun mikro terisi oleh air, sedangkan dalam keadaan kering seluruh pori makro dan sebagian pori meso terisi oleh udara (Foth, 1994). Nilai porositas pada lokasi penelitian tergolong baik. Tanah pada lokasi penelitian didominasi oleh fraksi lempung dan liat sehingga kemampuan tanah dalam menahan air cukup tinggi. Oleh karena itu, dalam kaitannya dengan produksi biomassa, porositas juga memegang peranan yang cukup penting. Semakin tinggi porositas, semakin baik pertumbuhan perakaran tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Sebaran spasial kondisi porositas tanah disajikan pada Gambar 4 *Polygon* berwarna biru menunjukkan porositas baik, sedangkan *polygon* berwarna ungu menunjukkan porositas poros.



Gambar 4. Peta Porositas

4.1.5 Kelas Tekstur

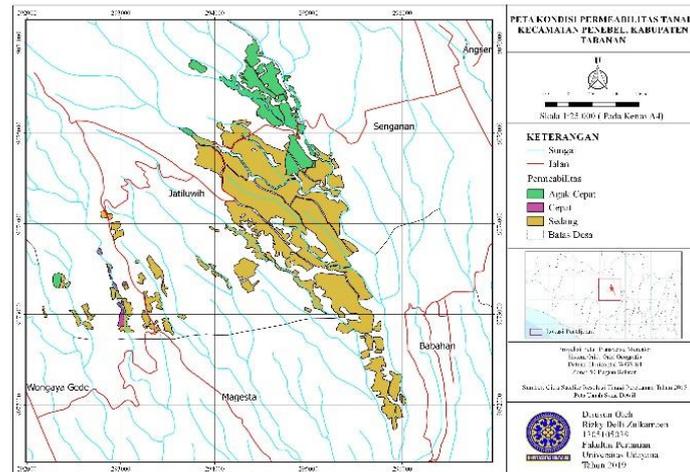
Tekstur tanah pada SLH I adalah liat, III adalah lempung, dan II dan IV adalah lempung berliat.. Kondisi tanah lokasi penelitian tergolong baik untuk tanaman padi karena yang mendominasi adalah fraksi liat sehingga tanah memiliki kemampuan besar dalam memegang air. Sedangkan pada tanah berliat, pemupukan cukup efektif karena unsur hara yang diberikan lewat pupuk akan ditahan dan dipertukarkan oleh permukaan koloid tanah sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. Dan pada tanah berlempung, pori mikro lebih berperan dan daya hantar air-nya rendah sehingga infiltrasi menurun (Soepardi, 1983 dalam Hidayah et al., 2001). Sebaran spasial kondisi tekstur tanah disajikan pada Gambar 5 *Polygon* berwarna ungu menunjukkan tekstur tanah lempung, *polygon* berwarna hijau menunjukkan tekstur lempung berliat, sedangkan *polygon* berwarna merah muda menunjukkan tekstur tanah liat.



Gambar 5. Peta Tekstur

3.1.6 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas Berdasarkan analisis permeabilitas tanah yang telah dilakukan diperoleh bahwa permeabilitas tanah pada SHL I, II, III, dan IV secara berurutan adalah 2,48cm/jam, 3,75cm/jam, 8,49cm/jam, dan 26,23cm/jam. Kriteria kelas pada SLH I dan II sedang karena angka permeabilitasnya 2,0-6,25cm/jam serta kriteria pada SLH III cepat karena angka permeabilitasnya 6,25-12,5cm/jam dan SLH IV sangat cepat karena angka permeabilitas yang menunjukkan >25cm/jam (Sutanto, 2005). Sebaran spasial kondisi permeabilitas tanah disajikan pada Gambar 6 *Polygon* berwarna hijau menunjukkan permeabilitas tanah agak cepat, *polygon* berwarna ungu menunjukkan permeabilitas tanah cepat, sedangkan *polygon* berwarna coklat menunjukkan permeabilitas tanah sedang.



Gambar 6. Peta Permaebilitas

3.2 Pengelolaan Lahan

Pengelolaan tanah diterapkan pada SLH I dan SLH II adalah menggunakan metode traktor, SLH III adalah menggunakan traktor dan bajak, dan pada SLH IV adalah menggunakan bajak dan cangkul. Penggunaan metode traktor pada satuan lahan homogen I dan II karena padatnya tanah pada lahan tersebut agar adanya proses penggemburan, sehingga memudahkan dalam proses penanaman setra memperluas jangkauan akar terhadap penyerapan unsur hara yang ada didalam tanah. Sedangkan penggunaan metode bajak dan cangkul di terapkan pada sataun lahan homogen IV disebabkan kurangnya akses menuju masing-masing pematang sawah, selain itu tekstur tanah yang tidak begitu padat sehingga memudahkan petani untuk melakukan metode cangkul.

3.2.1 Pengelolaan Jerami

Pengelolaan jerami yang dilakukan pada lokasi penelitian, tepatnya pada SLH I dan II adalah sama yakni dengan cara dibakar dan dipindahkan sedangkan pada SLH III dan IV yaitu dengan cara dibakar dan ditanam. Menurut hasil wawancara dengan petani yang mengelola lahan pada SLH II dan II kemiringan lerengnya lebih rendah dari pada SLH III dan IV sehingga perlakuan pengelolaan jerami dari masing-masing satuan lahan homogen berbeda.

Secara keseluruhan sifat fisik tanah yang meliputi porositas, berat volume berat jenis, infiltrasi, tekstur dan bahan organik dapat mempengaruhi kebutuhan air, terjadinya longsor, erosi maupun penurunan produktifitas tanaman padi pada masing-masing satuan lahan homogen.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa kondisi sifat fisik tanah di subak Jatiluwih, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan bervariasi,

kondisi kriteria Berat Volume tanah (BV) pada unit lahan antara rendah sampai sedang, kelas porositas pada unit lahan antara baik sampai poros, kondisi kalsifikasi permabilitas pada unit lahan sedang, agak cepat sampai cepat dalam meneruskan air atau udara pada tanah, dan kapasitas infiltrasi memiliki unit lahan yang sama yaitu pori halus. Sebaran spasial ditunjukkan dalam peta sifat fisik tanah yang menentukan kondisi Berat Volume tanah (BV) pada SLH I, II, IV adalah sedang dan pada SLH III adalah rendah, sebaran spasial pada kondisi kelas porositas SLH I, II, IV adalah baik dan SLH III adalah poros, sebaran spasial kondisi klasifikasi permeabilitas pada SLH I, dan II adalah sedang, SLH III agak cepat, dan SLH IV adalah cepat, sebaran spasial kondisi pori infiltrasi pada SLH I,II,III, dan IV adalah pori halus. Pola tanam yang diterapkan di Subak Jatiluwih umumnya secara monokultur, yakni padi-padi-padi dan padi-padi. Sistem pemberian air yang diterapkan pada 4 sampel teras di Subak Jatiluwih yakni system pengaliran terus-menerus secara serentak atau *continuous flow*. Pengolahan tanah diterapkan pada SLH I dan SLH II adalah menggunakan metode traktor, SLH III adalah menggunakan traktor dan bajak, dan pada SLH IV adalah menggunakan bajak dan cangkul. Pengolahan jerami yang dilakukan pada lokasi penelitian, tepatnya pada SLH I dan II adalah sama yakni dengan cara dibakar dan dipindahkan sedangkan pada SLH III dan IV yaitu dengan cara dibakar dan ditanam.

4.2 Saran

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai kondisi sifat fisik tanah yang ada di subak Jatiluwih untuk mengetahui perubahannya sehingga dapat menjadi acuan dalam berbagi serta mengelola kondisi sifat fisik yang ada di wilayah tersebut. Diharapkan petani memberikan perlakuan yang berbeda terkait pengolahan lahan di masing-masing satuan lahan homogen terkait dengan kondisi sifat fisik tanah pada saat ini di subak Jatiluwih, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan

Daftar Pustaka

- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Cetakan Ketiga. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor
- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor (ID): IPB Press.
- Afandi. 2005. *Penuntun Praktikum Fisika Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Buckman, H.O. dan N.C. Brandy, 1982. *Ilmu Tanah*. Brata Karya Aksara, Jakarta.
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Diterjemahkan: Endah, N. M. dan I. B. M. Surya. Erlangga: Jakarta
- Effendi, A. D., 2008. *Identifikasi Kejadian Longsor dan Penentuan Faktor- Faktor Utama Penyebabnya di Kecamatan babakan Madang Kabuppaten Bogor*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Foth, Henry D., 1994. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Edisi VI. Erlangga, Jakarta
- Greenland, D.J. 1985. *Physical aspect of soil management for rice-based cropping system*. p. 1-16. In Soil Physics and Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta

- Hasibuan B, E, M ,D Ritongga. 1981. *Ilmu Tanah Umum*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan.
- Kartasapoetra, A.G., Sutedjo, M.M., 2002. *Pengantar Ilmu Tanah: Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Larson, W. E. and Pierce., F. J 1991. *Conservation and Enhancement of Soil Quality*. In Dumanski, J, E. Pushparajah, M. Latham and R. Myers, (ed). *Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World*. Publ International Board for Soil Research and Management, Bangkok,Thailand. Vol. 2:175-204. <http://soils.usda.gov/use/africa3.html>, diakses bulan Mei 2018.
- Pairunan A, Nenere JL, Arifin, Samosir S.S.R, Tangkai Sari R, Lalopus JR, Ibrahim B, Asmadi H. 1985. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Badan keerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur, Makassar.
- Purba, G. S. 2008. *Pengelolaan Limbah Organik Industri Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq)*. PT Sucofindo Indonesia, Kebun Tanah Gambus, Lima Puluh, Batu Bara, Sumatera Utara. Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prahasta, Eddy. 2014. *Konsep-Konsep Dasar Perspektif Geodesi dan Geomatika*. Sistem Informasi Geografis. Informatika Bandung
- Rastuti, Leon Andretti A, Eka Puji A.2015. *Sistem Informasi Geografis Potensi Wilayah Kabupaten Banyuasin Berbasis Web*. Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma Palembang, Indonesia. Student Colloquium Sistem Informasi & Teknik Informatika (SC-SITI) Palembang, 21-22 Agustus 2015
- Reintjes, C., B. Haverkot., & A.W Bayer . 1996. *Pertanian Masa Depan*. ILEIA. Kanisius Yogyakarta.
- Saleh, Busri. 2010. *Petunjuk Praktikum Ilmu Konservasi Tanah dan Air*. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Salim, E.H. 1998. *Pengelolaan Tanah. Karya Tulis*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor (ID): IPB Press.
- Subagyono, K., A. Abdurachman, and Nata Suharta. 2001. *Effects of Puddling Various Soil Types By Harrows on Physical Properties of New Developed Irrigated Rice Areas in Indonesia*. Proceeding of the Subandiono, R. E. 2004. *Pedological Characteristics of Wetland Soils in North Palembang, Indonesia*. MSc thesis. University of The Philippines, Los Banos.
- Sundari, Deny. 2013. *Sistem Informasi Geografis (SIG)* . Politeknik Indonesia Bandung.
- Sutedjo, MM dan AG Karta Saputra. 1987. *Pengantar Ilmu Tanah*. Bina Aksara: Jakarta.
- Triadmojo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Vergara, B.S. 1990. Bercocok Tanam Padi. Proyek Prasarana Fisik BAPPENAS. Jakarta.
- Yulius, P. 1997. *Dasar-dasar ilmu tanah*. Badan kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Timur (PKS-PTN-INTIM), Ujung Pandang