

**Distribusi Spasial Tekstur, Porositas dan Kapasitas Lapang Tanah di Subak Jaka, Tabanan untuk Menunjang Sistem Pertanian Presisi**

*Spatial Distribution of Texture, Porosity and Field Capacity at Subak Jaka, Tabanan to Support Precision Agriculture System*

Sumiyati\*, Anak Agung Gede Anom Ananda Putra, I Wayan Widia, Ni Nyoman Sulastri dan I Wayan Tika.  
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

\*Email: sumiyati@unud.ac.id

**Abstrak**

Kualitas tanah adalah kapasitas tanah yang berfungsi mempertahankan produktivitas tanaman, mempertahankan dan menjaga ketersediaan air. Sebagian besar petani mengelola lahannya tidak memperhatikan keragaman spasial yang ada, sehingga dapat menyebabkan ketidaktepatan pemberian pupuk, penurunan keuntungan, dan dampak negatif terhadap lingkungan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan pendekatan sistem pertanian presisi, dimana dalam penerapannya dapat menggunakan sistem informasi geografis untuk memudahkan mengelola lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dan distribusi spasial sifat fisik tanah yaitu tekstur, porositas dan kapasitas lapang di Subak Jaka, Tabanan. Metode yang digunakan yaitu uji laboratorium untuk menganalisa sifat fisik tanah. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *gridding* dan SyS sebanyak 29 sampel kemudian dipetakan menggunakan interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW). Kualitas sifat fisik tanah Subak Jaka memiliki tanah bertekstur liat dengan kandungan rata-rata pasir 21.06 %, debu 31.74% dan liat 45.43%, porositas 59.95 %, kapasitas lapang 39.46%. Distribusi spasial kualitas sifat fisik tanah di Subak Jaka didominasi oleh fraksi liat dengan nilai kelas 40,0-55,0 %, fraksi debu 17,5 – 35,0 % fraksi pasir 15,0 – 30,0 %, porositas 60,0 – 65,0 % dan kadar air kapasitas lapang 40,0 – 45,0 %.

**Kata Kunci** : distribusi spasial, IDW, kualitas sifat fisik tanah, pertanian presisi

**Abstract**

The soil quality is the capacity of the soil that serves to maintain plant productivity, and to maintain water availability. Most farmers manage their land without considering to the existing spatial diversity, resulting in waste of fertilizer, decreased profits, and negative impacts on the environment. This problem can be overcome by approaching precision agriculture, where it applied can use geographic information systems that can facilitate land management. This study aims to determine the quality and spatial distribution of soil physical properties, namely texture, porosity and field capacity in Subak Jaka, Tabanan. The methods used are surveys and laboratory tests to analyze the physical properties of the soil. Sampling was carried out using the *gridding* method and SyS as many as 29 samples were then mapped using *Inverse Distance Weighted* (IDW). The quality of the physical properties of Subak Jaka soil has clay textured soil with an average content of sand 21.06%, silt 31.74% and clay 45.43%, porosity 59.95%, field capacity 39.46%. The spatial distribution of soil physical properties quality in Subak Jaka is dominated by clay fraction with class values of 40.0-55.0%, silt fraction 17.5 – 35.0% sand fraction, porosity 60.0 – 65.0% and field capacity 40.0 – 45.0%.

**Keywords** : IDW, precision farming, spatial distribution, quality of soil physical properties,

**PENDAHULUAN**

Kualitas tanah adalah kapasitas tanah yang berfungsi mempertahankan dan menjaga ketersediaan air, serta mendukung produktivitas tanaman. Kualitas tanah yang baik akan mendukung kerja fungsi tanah sebagai media pertumbuhan tanaman, mengatur dan membagi aliran air serta dapat menjaga lingkungan yang baik pula (Cahyadewi et al., 2016). Untuk menjaga kualitas tanah dapat dilakukan dengan memberi input pupuk dan pengelolaan air irigasi

yang baik. Sebagian besar petani dalam mengelola lahannya tidak memperhatikan keragaman spasial yang ada. Hal tersebut dapat menyebabkan ketidaktepatan pemberian pupuk, penurunan keuntungan, dan dampak negatif terhadap lingkungan (Sigit et al., 2009). Masalah tersebut dapat diatasi dengan pendekatan melalui penerapan sistem pertanian presisi (*precision farming*). Pertanian presisi atau merupakan istilah yang digunakan untuk menjabarkan tujuan peningkatan efisiensi dalam pengelolaan

pertanian (Blackmore,1994). Sistem pertanian presisi dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi untuk mendukung aktifitasnya, salah satunya adalah dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Kemampuan SIG dalam melakukan berbagai analisis data keruangan serta kemampuan dalam menyimpan data dalam jumlah yang besar telah mempunyai peran penting dalam pertanian presisi. Output utama penyajiannya SIG dapat berupa peta (data keruangan/*spatial data*) yang dapat membantu dalam pembuatan peta kondisi (*condition maps*) dalam menunjang pertanian presisi. Pada lahan Subak Jaka, Marga, Tabanan merupakan subak yang memiliki lahan produktif dengan luas 48 hektar. Anonim. (2019). Lahan tersebut tersebut tersebar di 5 *tempek*/wilayah yaitu Dayang, Seme Jawe, Tirta Nadi, Pangkung dan Gede. Pengolahan data keruangan dilakukan dalam mengetahui pola penyebaran spasial yaitu dengan melakukan metode interpolasi. Salah satu metode interpolasi yaitu *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (Anonim, 1997). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh dimana titik tersebut. Dalam penelitian Pramono (2008) menyatakan penerapan menggunakan metode IDW untuk penginterpolasian yaitu karena bahwa penggunaan interpolasi IDW lebih akurat dibandingkan dengan metode interpolasi *Kringing*. Hal ini dikarenakan penggunaan metode IDW dalam interpolasi nilai maksimum dan minimum mendekati data titik data sampel

Mengingat belum adanya peta distribusi spasial kualitas sifat fisik tanah di Subak Jaka maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas dan distribusi spasial sifat fisik tanah yang terdiri dari tekstur, porositas, dan kapasitas lapang di Subak Jaka, Tabanan, yang nantinya akan menghasilkan output peta kualitas lahan yang memiliki akurasi yang tinggi dan mendekati keadaan sebenarnya. Dengan menggunakan peta distribusi spasial kualitas sifat fisik tanah para petani dapat mengelola lahannya agar lebih optimal dan menggunakan peta dapat mempermudah dalam memberikan gambaran nilai kualitas sifat fisik tana di Subak Jaka.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan di Subak Jaka, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali. Analisis dilakukan di Laboratorium Sumber Daya Alam dan

Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, dan Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana pada bulan November-Desember 2022.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini cangkul, meteran, *ring soil sampler*, GPS, timbangan, oven, gelas berker (*beaker glass*), labu ukur, bak perendam, termometer, pipet 50 ml dan 10 ml, cawan porselin, *stopwatch*, labu kimia (*erlenmeyer*) desikator. QGIS 3.22. *Field Area Measure*

Bahan yang digunakan yaitu 29 Sampel tanah (12 sampel tanah sistem organik, 13 sampel tanah semi organik dan 4 sampel tanah konvensional), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOH, larutan HCl (2 N), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, aquades, Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

### Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan studi pustaka yaitu mencari literasi-literasi menyangkut penelitian, kemudian dilakukan survey lokasi dan wawancara dengan *pekaseh*/ ketua subak, menentukan lokasi sampel dengan menggunakan metode *gridding* yaitu membuat grid yang digunakan untuk membagi wilayah pengambilan sampel dengan menggunakan bantuan aplikasi *Field Area Measure* dan metode *Sismatic Sampling* (SyS) yaitu titik pengambilan setiap sampel yang di ambil secara acak pada bagian yang telah ditentukan berjarak 100 m x 100 m (Iswahyudi, 2019). Kemudian sampel tanah diuji kualitas sifat fisiknya yaitu tekstur, berat volume, berat jenis, partikel, porositas dan kapasitas lapang. Hasil uji tersebut dibuatkan peta distribusi spasial kualitas sifat fisik tanah dengan interpolasi metode *Inverse Distenance Weight*.

**Tabel 1.** Parameter dan Metode pengukuran analisis sifat fisik tanah

Parameter	Metode	Satuan
Tekstur	Pipet	g/cm <sup>3</sup>
Porositas	Gravimetri	%
Kapasitas	Gravimetri	%
Lapang		

Sumber: Balai Pertanian (2012) pada Tamara (2020)

### Analisis Data

Hasil uji sampel data dan data titik sampel disimpan dalam format .csv, kemudian dikonversi ke data vektor, selanjutnya menentukan sistem koordinat refresi dengan WGS 84 EPSG4326, batas area penelitian dibuat dengan menghubungkan titik batas area sehingga berbentuk *polygon* dan dikonversi menjadi data vektor. Pengolahan data *Interpolasi Inverse Distance Weight* (IDW) menggunakan "*raster extraction*" pada batas area penelitian, kemudian melakukan klasifikasi kualitas sifat fisik tanah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Umum Subak Jaka

Subak Jaka berlokasi di Desa Kuku, Kec. Marga, Kab. Tabanan. Subak Jaka merupakan lahan pertanian dengan luas 48 hektar yang menerapkan sistem konvensional dengan luas 22 hektar dan lahan dengan sistem pertanian semi-organik dengan luas 16 hektar serta sistem pertanian organik dengan luas 10 hektar. Lahan tersebut tersebar di 5

**Tabel 2.** Sistem Pertanian Subak Jaka

Sampel	Kordinat (X)	Kordinat (Y)	Jenis Pertanian	Sampel	Kordinat (X)	Kordinat (Y)	Jenis Pertanian
1	115.160138	-8.507647	SO	16	115.161466	-8.511314	O
2	115.161153	-8.507744	SO	17	115.162054	-8.511683	O
3	115.162256	-8.507888	SO	18	115.159400	-8.511830	SO
4	115.163247	-8.50804	O	19	115.160261	-8.512046	O
5	115.160006	-8.508371	SO	20	115.161295	-8.512221	O
6	115.161026	-8.508530	SO	21	115.162472	-8.512456	K
7	115.162033	-8.508708	SO	22	115.159302	-8.512720	O
8	115.159853	-8.509264	SO	23	115.160108	-8.512903	O
9	115.160864	-8.509437	SO	24	115.161095	-8.513063	O
10	115.162116	-8.509650	O	25	115.162830	-8.513610	K
11	115.159672	-8.510083	SO	26	115.162169	-8.513361	O
12	115.160674	-8.510272	SO	27	115.159962	-8.513717	O
13	115.161669	-8.510438	O	28	115.161280	-8.514160	K
14	115.159471	-8.510950	SO	29	115.162620	-8.514490	K
15	115.160488	-8.511185	SO				

Keterangan : SO (Semi Organik), O (Organik), K (Konvensional)

### Tekstur tanah

Berdasarkan dari data tabel 3 untuk tekstur tanah yang ada di Subak Jaka, Tabanan yang bertekstur liat yaitu pada sampel tanah, 4, 13, 16, 20, 22, 24, 25, 26, 27 merupakan data sampel jenis pertanian organik dan semi organik 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17 sedangkan 28, 29 merupakan jenis pertanian konvensional yang berada di Subak Jaka Hasil dari analisis sampel tersebut tekstur lahan pertanian cenderung memiliki tekstur liat yang tinggi kemudian debu serta pasir dengan rata-rata kandungan setiap fraksi pasir 21,06%, debu 31,74% dan liat 45,43%. Pada lahan pertanian di Subak Jaka, Tabanan menerapkan pola tanam padi-padi-padi yang mengakibatkan tanah dominan bertekstur liat. Sudaryanto (2009) dalam (Suprihatin, 2019) menyatakan lahan pertanian yang disawahkan (budidaya padi) secara terus menerus dan dalam waktu yang lama maka kandungan fraksi liat cenderung meningkat sebesar 0,304% per tahun. Sedangkan pada tanah bukan sawah kandungan liat

tempek/wilayah yaitu Dayang, Seme Jawe, Tirta Nadi, Pangkung dan Gede. Subak Jaka menerapkan pola tanam padi-padi-padi. Pemberian pupuk terhadap untuk lahan semi organik dan organik menggunakan pupuk organik dengan banyak 25 kg / are sedangkan pemberian pupuk untuk lahan konvensional menggunakan pupuk urea 2.25 kg/are dan *phonska* 2 kg/are diaplikasikan sebanyak 3 kali pada saat penanaman. Kondisi lahan Subak jaka berupa lahan datar sebanyak 93%.

juga cenderung meningkat, tetapi peningkatannya lebih kecil (0,16% per tahun)

Tekstur berjenis liat dipengaruhi oleh pemberian pupuk organik, hal ini dapat terjadi karena pupuk kompos menurunkan fraksi pasir dan meningkatkan fraksi liat (Sembiring, 2013). Buckman dan Brady (1982) dalam (Sembiring, 2013) menyatakan bahwa salah satu upaya untuk memperbaiki tekstur tanah berpasir adalah menambahkan bahan organik. Penambahan bahan organik yang ada pada kompos selain akan meningkatkan kadar liat, juga butir-butir tanah menjadi halus.

Berdasarkan tabel 3 sampel 10 memiliki tektur lempung berliat merupakan pertanian organik dan terletak di dekat aliran sungai serta ketinggiannya lebih rendah di dibandingkan dengan sekitarnya sehingga nutrisi nutrisi terhanyut oleh aliran air dan mengendap pada lahan tersebut. Lempung bedebu ditunjukkan pada sampel 18 dan 23 yang dimana pertanian tersebut merupakan pertanian semi-organik dan organik yang terletak di dekat aliran irigasi

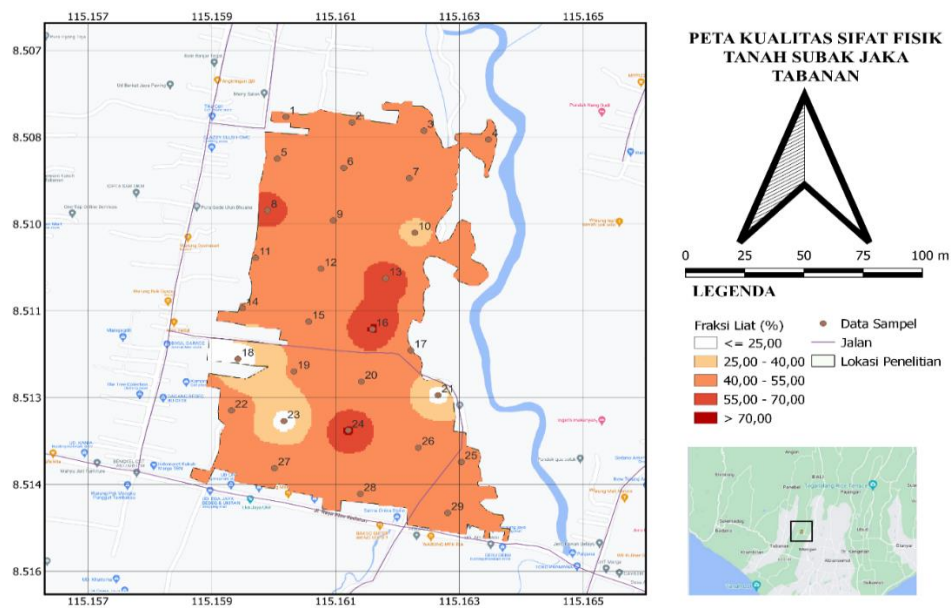
sehingga nutrisi dan debu terhanyut serta mengendap di bagian tersebut. Sedangkan untuk sampel 21

memiliki tekstur tanah lempung liat berpasir merupakan lahan pertanian konvensional.

**Tabel 3.** Tabel hasil uji tekstur tanah Subak Jaka, Kab. Tabanan

Nama Sampel	Tekstur			Jenis
	Pasir	Debu	Liat	
1	19.90	37.61	42.49	Liat
2	28.96	26.64	44.40	Liat
3	15.39	40.40	44.21	Liat Berdebu
4	29.13	17.91	52.96	Liat
5	15.97	36.81	47.22	Liat
6	29.46	29.82	40.72	Liat
7	18.49	31.64	49.87	Liat
8	16.07	20.45	63.48	Liat
9	21.33	32.16	46.51	Liat
10	31.18	33.46	35.37	Lempung Berliat
11	15.71	38.92	45.37	Liat
12	19.08	26.56	54.36	Liat
13	20.50	16.55	62.95	Liat
14	19.62	34.02	46.36	Liat
15	20.67	33.45	45.88	Liat
16	25.32	3.11	71.57	Liat
17	17.79	37.89	44.33	Liat
18	19.96	73.38	6.66	Lempung Berdebu
19	17.56	42.18	40.26	Liat Berdebu
20	12.77	36.52	50.72	Liat
21	64.97	14.16	20.87	Lempung Liat Berpasir
22	11.31	15.75	50.60	Liat
23	12.14	70.54	17.32	Lempung Berdebu
24	21.77	6.81	71.42	Liat
25	14.79	30.22	54.99	Liat
26	21.67	29.85	48.48	Liat
27	11.02	34.01	54.97	Liat
28	19.62	38.15	42.23	Liat
29	18.63	31.59	49.78	Liat
<b>Rata-rata</b>	<b>21.06</b>	<b>31.74</b>	<b>46.43</b>	<b>Liat</b>

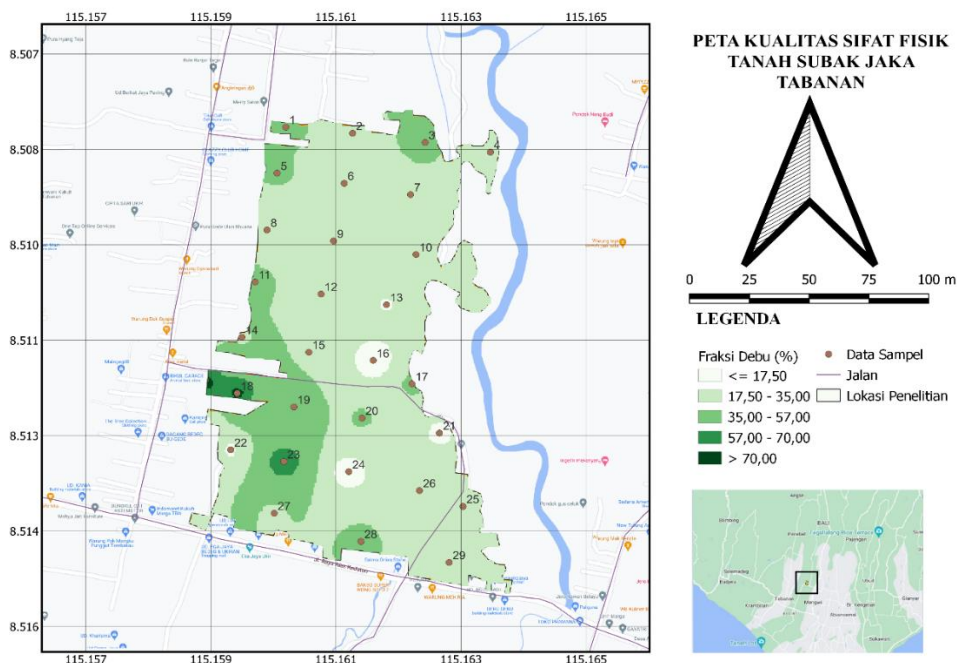
Dilihat dari gambar 1 penyebaran fraksi liat lebih banyak dengan nilai 40,00 – 55,00 % terdiri dari data sampel 4, 17, 20, 22, 26, 27 yang merupakan sistem pertanian organik, adapun sampel 1,2, 3 5, 6,7, 9, 11, 12, 14, 15, adalah sampel dengan sistem semi organik. Serta dengan sistem konvensional.



**Gambar 1.** Peta distribusi spasial fraksi liat di Subak Jaka, Kab. Tabanan

Berdasarkan dari gambar 2 penyebaran fraksi debu lebih banyak dengan nilai 17,50-35,00% terdiri dari data sampel 4, 26, dan 27 yang merupakan sistem pertanian organik, adapun sampel 2, 6, 7, 8, 9, dan

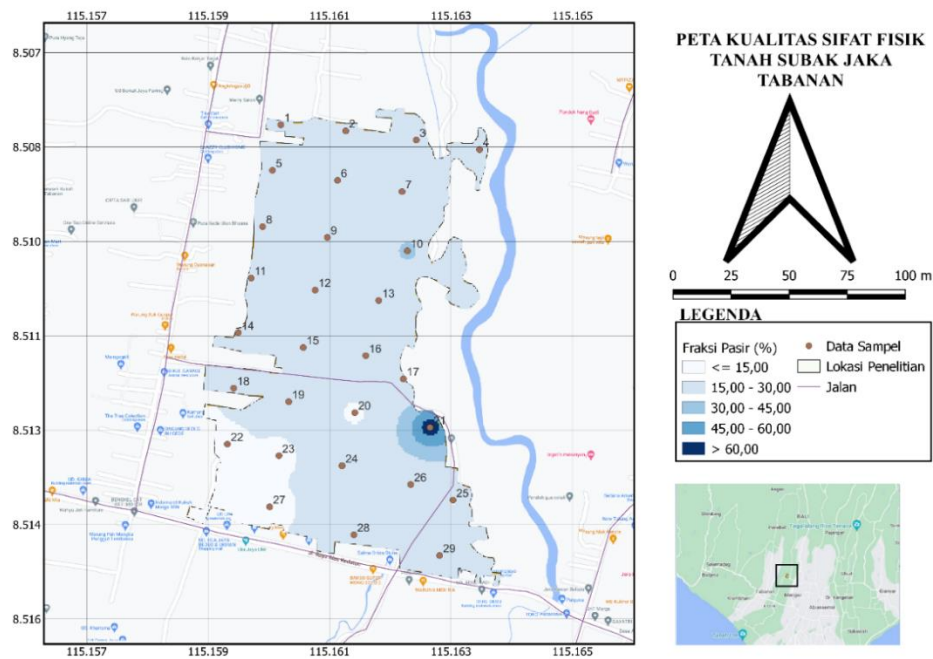
10, 12, 14, dan 15 adalah sampel dengan sistem semi organik. Serta dengan sistem konvensional yaitu data sampel 25, 28, dan 29.



**Gambar 2.** Peta distribusi spasial fraksi debu di Subak Jaka, Kab. Tabanan

Berdasarkan penyebaran fraksi pasir pada gambar 3 didominasi dengan nilai sampel tanah 15,00–30,00% yaitu sampel tanah 4, 10, 13, 16, 17, 19, 24, dan 26, yang merupakan sistem pertanian organik dan titik

sampel 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, dan 15 adalah sampel dengan sistem pertanian semi organik, serta sampel 28 dan 29 yang merupakan sistem pertanian konvensional.



**Gambar 3.** Peta distribusi spasial fraksi pasir di Subak Jaka, Kab. Tabanan

### Porositas

Berdasarkan hasil uji pada masing-masing sampel pada Subak Jaka, Tabanan yang dapat dilihat pada tabel nilai porositas pada masing-masing sampel tergolong baik dengan rata-rata porositas 59,95 %. Anonim (2000) menyatakan bahwa porositas tanah yang baik memiliki tidak kurang dari 30 % dan tidak lebih dari 70%. Hal ini sangat sesuai dengan kriteria tanaman padi yang merupakan tanaman yang perlu dengan air yang lebih pada budidayanya. tanaman yang perlu dengan air yang lebih pada budidayanya. Tanah dengan porositas baik berarti mempunyai ruang pori untuk laju air dan udara yang masuk dan keluar. Sistem dengan porositas tanah yang baik di sebabkan oleh pengelolaan tanah yang baik, sebaliknya jika pengelolaan tanah yang buruk maka porositas tanah akan terjadi masalah seperti pemadatan yang membuat aerasi yang ada di tanah terganggu.

Pada gambar 4 penyebaran porositas di dominasi oleh nilai 60,00-65,00% terdiri dari sampel 1, 5, 8, 9, 13, 18 yang merupakan pertanian semi-organik dan sampel tanah 16, 22, 23, 25, merupakan jenis

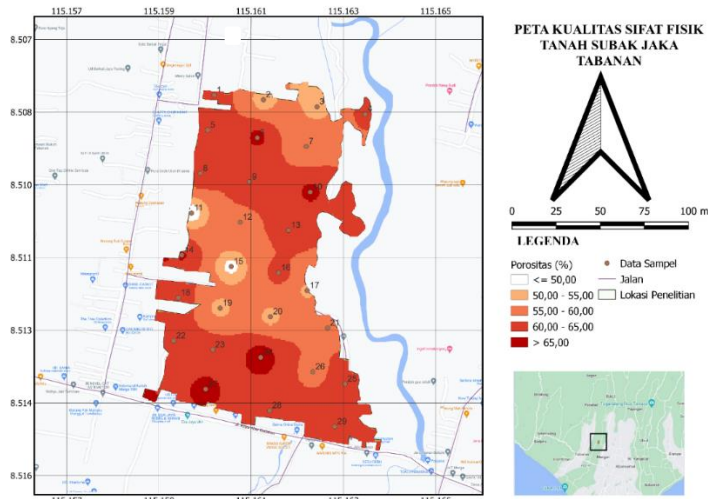
pertanian organik serta sampel tanah 28, 29 jenis pertanian konvensional.

### Kapasitas Lapang

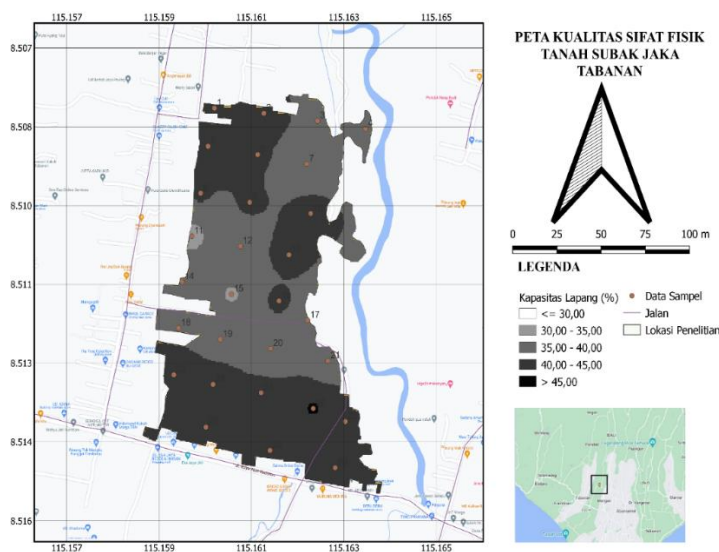
Berdasarkan hasil uji kapasitas lapang pada Subak Jaka, Tabanan dapat dilihat pada tabel kapasitas lapang yang menunjukkan hasil bahwa masing-masing sampel memiliki kapasitas yang tinggi dengan nilai rata-rata 39.45% Hal ini disebabkan karena tanah pada Subak Jaka mengandung bahan organik yang tinggi. Baskoro dan Tarigan (2007) menyebutkan bahwa bahan organik yang semakin tinggi akan berdampak terhadap ketersediaan air yang tinggi pula. Hal ini dikarenakan tanah bertekstur liat umumnya lebih banyak memiliki pori mikro sehingga jumlah air yang dapat ditahan lebih banyak yang artinya pula kapasitas air tersedia menjadi lebih tinggi. Untuk menanam padi membutuhkan tanah dengan kapasitas air cukup.

Pada gambar 5 distribusi spasial kapasitas lapang di dominasi oleh nilai sampel 40,00 – 45,00 % yaitu 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 13 yang merupakan sistem pertanian semi-organik dan 4, 16, 22, 23, 24, 27 merupakan pertanian organik serta sampel tanah 25, 28, 29 adalah jenis pertanian konvensional.





**Gambar 4.** Peta distribusi spasial porositas di Subak Jaka, Kab. Tabanan



**Gambar 5.** Peta distribusi spasial kapasitas lapang di Subak Jaka, Kab. Tabanan

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan kualitas sifat fisik tanah di Subak Jaka, Tabanan memiliki tekstur tanah liat dengan kandungan rata-rata kandungan setiap fraksi pasir 21,06 %, debu 31,74% dan liat 45,43%, porositas yang baik dengan rata-rata 59,95%, kapasitas lapang tergolong baik dengan rata-rata 39,46%

Peta penyebaran kualitas sifat fisik tanah di Subak Jaka untuk fraksi liat didominasi oleh kelas dengan nilai 40,0-55,0 %, kemudian untuk fraksi debu 17,5 – 35,0 % serta untuk fraksi pasir yaitu 15,0 – 30,0 %. kemudian porositas didominasi oleh 60,0 – 65,0 % serta untuk kapasitas lapang penyebarannya di dominasi oleh kelas dengan nilai 40,0-45,0 %.

## Saran

Saran yang dapat diberikan agar meneliti perbandingan kualitas tanah sebelum dilakukannya penanaman padi dan sesudah panen padi agar dapat

menentukan kualitas terjadinya perubahan yang terjadi di Subak Jaka, Tabanan

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2019). Kembangkan Pertanian Padi Organik, Desa Kukuh Diinspeksi LeSOS. <https://www.corteva.id/berita/Kembangkan-Pertanian-Padi-Organik-Desa-Kukuh-Diinspeksi-LeSOS.html>. (Diakses: 15 Mei 2022).
- Anonim (1997) Interpolation: Inverse Distance Weighting. <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/inverse.html>
- Anonim (1990). Planting The Future: A Source Guide to Sustainable Agriculture in The Third World. Minneapolis
- Anonim (2000). Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 150 Tahun 2000 tentang Pengendalian Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa. Jakarta. [www.bpk.go.id](http://www.bpk.go.id) (diakses 4 April 2023)
- Blackmore S. (1994). Precision Farming: an overview. *Agricultural Engineer* 49(3):86-88.

- 
- Cahyadewi., P. Diara W., dan Arthagama D.,W. (2016) Uji Kualitas Tanah Dan Arahan Pengelolaannya Pada Budidaya Padi Sawah Di Subak Jatiluwih, Penebel, Tabanan. *Jurnal Agroteknologi Tropica*. ISSN: 2301-6515. Vol. 5, No. 3 Universitas Udayana. Bali.
- Baskoro, D., Tarigan.S. (2007) Soil moisture characteristics on several soil types. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*.Vol. 9 No.2. SN.1410-7333. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Maelindaun. (2016). Peran Sifat Fisik Tanah terhadap Produktivitas Tanaman. <http://Peran-Sifat-Fisik-Tanah-terhadap-Produktivitas-Tanaman.maliendaun.blogspot.com> (Diakses: 15 Mei 2022)
- Pramono,G.H. (2008) Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi.
- Sembiring, R. A., Setiyo, Y., dan Sumiyati. (2013). Pengaruh Pemberian Kompos Pada Budidaya Tanaman Kacang Tunggak Terhadap Erodibilitas Tanah. *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*. Vol.1. No.1.Universitas Udayana. Bali.
- Sigit, Pramudya,P., Astika, P., Praeko,R., Setiawan, A., dan Rustiadie, E., (2009). Sistem Informasi Geografis Dalam Pertanian Presisi Aplikasi Dalam Kegiatan Pemupukan di Perkebunan Tebu. ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7 Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Tamara., W. R., Sumiyati, dan Anom M.S.W. (2020). Analisis Kualitas Sifat Fisik Tanah pada Lahan Subak di Bali. *Jurnal Biosistem dan Teknologi Pertanian (BETA)* Vol.8. No. 2. Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Udayana. Bali.