
PEMETAAN KUALITAS TANAH PADA LAHAN SAWAH DI KECAMATAN TUREN KABUPATEN MALANG

Mapping of Soil Quality on Rice Field in Turen District, Malang Regency

Christanti Agustina*, Mochtar Lutfi Rayes, Evi Rosidha

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No.1, Malang 65145

*Penulis korespondensi: christanti.ag@ub.ac.id

Abstract

Rice field management affects the physical, chemical and biological characteristics of the soil, as well as crop productivity. Efforts are needed to maintain soil conditions by measuring the soil quality index. The purpose of this study was to determine the characteristics of the soil as a reference pattern of soil quality distribution. This research was conducted in July - November 2019 in Turen District, Malang, using a free survey method based on the Land Map Unit. Soil samples were taken at a depth of 0-20 cm at each observation (24 points) and analyzed in the laboratory. The soil quality index was calculated according to limiting factors and scores relative to 10 soil quality indicators. Soil quality classes are grouped into 5 classes, i.e. (i) very good (<20), (ii) good (20-25), (iii) moderate (25-30), (iv) bad (30-40) and (v) very bad (> 40). The results showed that the soil in irrigated and rainfed rice fields had different limiting factor values in the levels of available-P, total-N, soil organic-C and microbial biomass-C which caused differences in soil quality. Crop productivity on the land showed differences based on land suitability classes resulting in S1 and S2 classes.

Keywords : *land management, matching, paddy productivity, rice field, soil quality index*

Pendahuluan

Menurut Plaster (2003), kualitas tanah didefinisikan sebagai kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta hewan, menjaga kualitas lingkungan, sehingga manajemen yang diterapkan harus sesuai dengan kondisi lahan yang ada untuk meminimalisir adanya kerusakan tanah. Secara sederhana, kualitas tanah diartikan sebagai kemampuan tanah untuk dapat berfungsi (Larson and Pierce, 1991). Menurut Padmawati et al. (2017), kualitas tanah dinilai berdasarkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah atau indikator yang menggambarkan proses penting dalam tanah. Selain itu, uji kualitas tanah dapat diukur dari perubahan fungsi tanah sebagai tanggapan atas pengelolaan dalam konteks penggunaan tanah. Tingkat kualitas tanah pada suatu lahan dapat diukur berdasarkan indek kualitas tanah (IKT). Pengolahan lahan yang kurang sesuai dapat

berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah, serta berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Sebagian besar lahan pertanian tanaman pangan di Kabupaten Malang dibudidayakan sebagai lahan sawah dengan komoditi padi, seluas 70.312 ha. Kecamatan Turen termasuk dalam urutan pertama lahan baku sawah tertinggi tiap kecamatan di wilayah Kabupaten Malang, yaitu sebesar 18.22% dari total lahan sawah (BPS, 2020). Berdasarkan data BPS dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (BPS, 2019), luas panen padi di Kecamatan Turen mengalami penurunan dari 3.184 ha menjadi 3.076 ha dengan peningkatan produktivitas padi dari 67,63 t ha⁻¹ menjadi 72,82 t ha⁻¹. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa meskipun terdapat penyempitan luas panen padi, produktivitas padi tetap mengalami peningkatan. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan produktivitas padi dipengaruhi

oleh faktor selain luas tanam dan mengarah pada pengelolaan lahan yang intensif. Pengelolaan lahan sawah untuk tanaman padi umumnya membutuhkan teknik yang tinggi dalam pengelolaan tanah dan air. Pengolahan tanah dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai usaha untuk merubah sifat-sifat yang dimiliki oleh tanah agar sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan seperti menggemburkan dan melunakkan tanah. Namun, pengolahan tanah secara intensif dan penggunaan mesin-mesin pengolah tanah akan berpengaruh terhadap kepadatan serta kualitas tanah. Sehingga, lambat laun kualitas tanah akan menurun seiring dengan waktu (Jambak et al., 2017; Yuniwati 2017). Mayoritas para petani kurang memperhatikan pengolahan tanah yang dilakukan. Adanya perbedaan pengelolaan lahan pada sawah irigasi dan sawah tadah hujan akan mempengaruhi kualitas tanah yang ada pada lahan tersebut serta produktivitas tanaman.

Mengingat pentingnya pengaruh kualitas tanah terhadap kondisi lahan dan pertumbuhan tanaman, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pemetaan kualitas tanah pada lahan sawah di Kecamatan Turen. Sehingga diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan dan pengelolaan lahan pertanian. Pemanfaatan sistem informasi geografi dapat dilakukan dengan pembuatan peta kualitas tanah guna memudahkan masyarakat dalam pembacaan data terkait informasi yang ingin disampaikan.

Bahan dan Metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Turen, Kabupaten Malang, Propinsi Jawa Timur yang terletak pada 689219-695000mE, 9089000-9102500mN pada bulan Maret-November 2019. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah laptop, *Software Arc GIS 10.3*, *survey set*, cangkul, GPS (*Global Positioning System*), alat tulis, *styrofoam box*, karet gelang, peralatan analisis laboratorium, dan kamera. Bahan yang digunakan adalah sampel tanah terganggu dan sampel tanah tidak

terganggu, peta rupa bumi Indonesia lembar 1607 – 432 Turen skala 1:25.000, *digital elevation model* (DEM) alosparsal 12,5 m, peta geologi lembar Turen 1607-4 skala 1:100.000, form pengamatan morfologi dan fisiografi, bahan analisis laboratorium, plastik dan kertas label.

Metode

Metode yang digunakan adalah metode survei dan metode skoring untuk penentuan kelas kualitas tanah. Metode survei digunakan dalam proses pengambilan data karakteristik kualitas tanah tingkat survei semi- detail pada skala peta 1:50.000. Penentuan titik lokasi sampel menggunakan metode grid bebas berdasarkan SPL (Satuan Peta Lahan) Kecamatan Turen yang merupakan hasil *overlay* dari peta *landform*, bahan induk, relief, lereng dan penggunaan lahan sawah irigasi dan tadah hujan. Kegiatan pra survei berupa pengumpulan data sekunder dan tahapan kedua yaitu pembuatan satuan peta lahan (SPL), dilanjutkan dengan penentuan titik pengamatan berdasarkan pendekatan fisiografi, yaitu menentukan titik berdasarkan sebaran SPL, luas SPL dan aksesibilitas. Terdapat 8 SPL dengan 3 titik pengamatan pada setiap SPL (total 24 titik) (Gambar 1).

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-20 cm pada setiap titik. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan 2 cara, yaitu sampel tanah utuh menggunakan ring sampel dan sampel tanah terganggu menggunakan bor. Sampel tanah yang telah didapatkan dilakukan analisis laboratorium berupa analisis tekstur (metode pipet), berat isi (metode silinder), porositas (ring sample), pH (*Glass electrode*), KTK (ekstraksi NH_4Oac 1N pH7), KB (ekstraksi NH_4Oac 1N pH7), P-tersedia (metode P-Bray 1; Bray and Kurtz, 1945), N-total (destilasi makro Kjeldahl; Bremner, 1960), C-organik (Walkley and Black, 1934) dan C-biomasa mikroorganisme (metode fumigasi; Vance et al., 1987). Hasil analisis tanah di laboratorium kemudian digunakan untuk penilaian kualitas tanah. Hal pertama yang dilakukan yaitu pengkriteriaan faktor pembatas dan penilaian skor relatif pada masing-masing indikator kualitas tanah berdasarkan metode Lal (1994). Penentuan kriteria kualitas tanah menggunakan 10 *Minimum Data Set* (MDS). Faktor pembatas dan skor relatif indikator kualitas tanah menurut metode Lal (1994)

disajikan pada Tabel 1. Kualitas tanah ditentukan nilai Indek Kualitas Tanah (IKT) yang merupakan penjumlahan skor nilai tiap indikator kualitas tanah dengan persamaan:

$$IKT = SF+SK+SB$$

Keterangan:

IKT = Indek Kualitas Tanah

SF = Sifat Fisika

SK = Sifat Kimia

SB = Sifat Biologi

Nilai IKT yang telah didapat dikelompokkan menjadi 5 kelas yaitu sangat baik (<20), baik

(20-25), sedang (25-30), buruk (30-40) dan sangat buruk (>40). Kelas kualitas tanah pada setiap SPL dihubungkan dengan nilai produktivitas berdasarkan Kelas Kesesuaian Lahan (KKL). Menurut FAO (1993) kelas kesesuaian lahan produktivitas tanaman adalah S1 (80-100%), S2 (60-80%), S3 (40-60%) dan N (<40%). Berdasarkan hasil kualifikasi kelas kualitas tanah, selanjutnya dilakukan *join* data ke dalam data spasial ke dalam *attribute* pada masing-masing titik pengamatan. Selanjutnya interpretasi data berupa penyajian dalam bentuk *layout* peta. Peta yang dihasilkan berupa peta sebaran kualitas tanah di Kecamatan Turen.

Tabel 1. Faktor pembatas dan skor relatif indikator kualitas tanah

No	Indikator	Faktor Pembatas dan Skor Relatif				
		1	2	3	4	5
1	Berat isi (g cm ⁻³)	<1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	>1,5
2	Tekstur (%)	L	SiL, Si, SiCL	CL, SL	SiC,LS	S, C
3	Porositas (%)	>20	18-20	15-18	10-15	<10
4	pH	6,0-7,0	5,8-6,0	5,4-5,8	5,0-5,4	<5
5	KTK (me100 g ⁻¹)	>40	25-40	17-24	5-16	<5
6	KB (%)	>70	51-70	36-50	20-30	<20
7	P-tersedia (mg kg ⁻¹)	>35	26-35	16-25	10-15	<10
8	N-total	>0,75	0,51-0,75	0,21-0,50	1,2-0,2	<0,10
9	C-organik	5-10	3-5	1-3	0,5-1	<0,5
10	C-biomasa mikrobial (mg CO ₂ kg ⁻¹)	25	20-25	10-20	5-10	<5

Keterangan: L= *loam* (lempung); Si= *silt* (debu); S= *sand* (pasir); C= *clay* (liat), SiL = *silty clay loam* (lempung liat berdebu), CL = *clay loam* (lempung berliat), SL = *sandy loam* (lempung berpasir). Nilai Faktor Pembatas: 1. Tanpa faktor pembatas; 2. Faktor pembatas ringan; 3. Faktor pembatas sedang; 4. Faktor pembatas berat; 5. Faktor pembatas ekstrim (Lal,1994).

Hasil dan Pembahasan

Sebaran indek kualitas tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kelas kualitas tanah antara SPL 1-7 yang merupakan sawah irigasi dan SPL 8 yang merupakan sawah tadah hujan (Tabel 2). Pada lahan sawah irigasi memiliki status kualitas tanah sedang dengan nilai IKT 26 – 28, sedangkan pada sawah tadah hujan memiliki status kualitas tanah buruk dengan nilai IKT 32. Sebaran kualitas tanah di lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1. Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa sawah irigasi (SPL 1 – 7) memiliki nilai faktor pembatas berat yaitu pada parameter P-

tersedia dan N-total yang rendah serta kadar C-organik di beberapa SPL pada sawah irigasi mempengaruhi tingginya nilai faktor pembatas serta diikuti dengan kadar C-biomasa mikroorganisme yang rendah. Pada sawah tadah hujan (SPL 8), indikator yang memiliki nilai faktor pembatas berat selain karena rendahnya kadar P-tersedia, N-total, C-organik dan C-biomasa mikroorganisme juga dipengaruhi oleh tekstur tanah liat pada SPL 8. Rendahnya kadar hara tanah pada lokasi penelitian karena pH tanah yang cenderung masam akan mempengaruhi ketersediaan N dan P dalam tanah. Pada pH tanah 4,5 - 6,0 tanah banyak mengandung Fe (besi) sehingga terjadi

pengikatan P dalam tanah yang mengakibatkan P sulit untuk diserap oleh tanaman. Walaupun pada lokasi penelitian sudah dilakukan pemupukan, namun kadar hara dalam tanah masih rendah serta tidak ada penambahan bahan organik kedalam tanah seperti

penggunaan pupuk organik berupa pupuk kandang dan pembenaman atau pengembalian kembali jerami padi kedalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutanto (2005) bahwa membenamkan jerami dalam tanah merupakan cara paling mudah meningkatkan hara N, P, K.

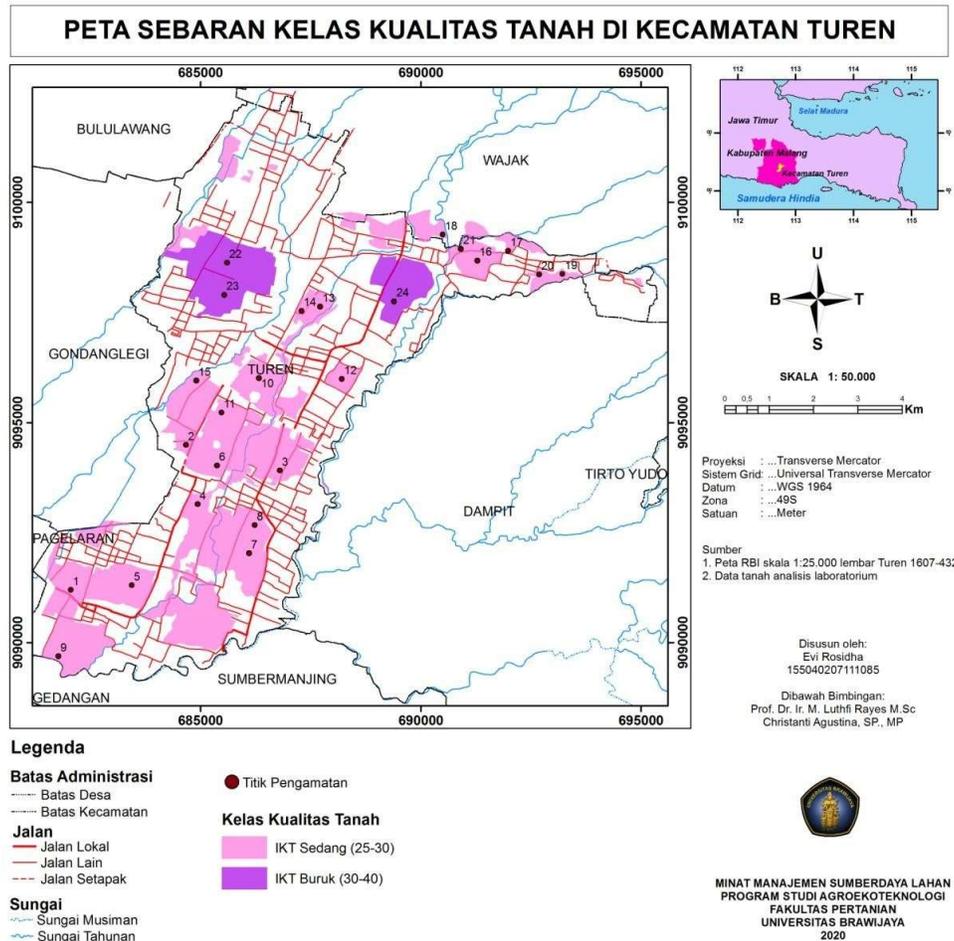
Tabel 2. Indek kualitas tanah pada lahan sawah.

No	Indikator	Satuan Peta Lahan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Berat isi	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Tekstur	1	3	2	1	2	2	2	5
3	Porositas	1	1	1	1	1	1	1	1
4	pH	2	2	1	2	1	2	1	1
5	KTK	2	2	2	1	2	2	2	2
6	KB	3	2	3	3	3	2	2	3
7	P-tersedia	4	5	5	5	5	5	5	5
8	N-total	4	4	4	4	5	4	4	5
9	C-organik	4	3	4	3	3	4	3	4
10	C-biomasa mikroba	5	5	5	5	5	5	5	5
Indek Kualitas Tanah		27 (sedang)	28 (sedang)	28 (sedang)	26 (sedang)	28 (sedang)	28 (sedang)	26 (sedang)	32 (buruk)

Keterangan: Nilai Indek Kualitas Tanah <20 (Sangat Baik); 20-25 (Baik); 25-30 (Sedang); 30-40 (Buruk); >40 (Sangat Buruk).

Penyebab rendahnya kadar hara pada lokasi penelitian yaitu karena kadar bahan organik pada lahan tersebut rendah, sehingga unsur hara yang termineralisasi juga rendah, serta didukung oleh sifat unsur hara N yang mobile sehingga akan sulit untuk tersedia bagi tanaman. Selain itu, unsur hara P yang terikat oleh unsur Al dan Fe pada kondisi tanah masam membuat P sulit tersedia. Nilai pH di lokasi penelitian berkisar antara 5,91 - 6,19 yang termasuk dalam kriteria asam. Hardjowigeno (2007) dan Sukarman dan Suhardjo (1999) menyebutkan bahwa tingginya kadar Al dalam tanah dapat mengikat P sehingga unsur hara P menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Selain kandungan Al dalam tanah, ketersediaan P juga ditentukan oleh pH, senyawa Fe, Mn, Ca, kadar bahan organik, Cu, Zn, suhu dan kelembaban (Tisdale dan Nelson, 1975). C-biomassa mikroorganisme dari seluruh SPL memiliki kadar yang rendah. Perubahan kondisi tanah sebagai akibat dari

pengelolaan tanah menjadi indikasi penyebab rendahnya kandungan C-biomassa mikroorganisme. Perubahan habitat mikroorganisme dalam tanah dapat berakibat pada tingkat adaptasi mikroorganisme pada lingkungan barunya sehingga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam tanah. C-biomassa mikroorganisme tanah menjadi salah satu indikator kualitas tanah yang lebih peka daripada sifat fisik dan kimia tanah (Primadani et al., 2010). Kepekaan mikroorganisme sebagai indikator kualitas tanah dikaitkan dengan kemampuan adaptasi mikroorganisme terhadap adanya perubahan lingkungan hidupnya. Kondisi ini berpengaruh terhadap aktivitas organisme dalam proses dekomposisi untuk memecah senyawa-senyawa organik dalam tanah. Semakin aktif mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik tanah, maka akan meningkatkan kadar C-organik dalam tanah.



Gambar 1. Peta sebaran kualitas tanah di Kecamatan Turen.

Hubungan indeks kualitas tanah dengan produktivitas

Setiap petani melakukan pengelolaan lahan sawah yang berbeda. Faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut antara lain pengetahuan, pengalaman, sosial serta ekonomi petani. Perbedaan pengelolaan tersebut menyebabkan keragaman produktivitas dalam suatu wilayah. Terdapat perbedaan produktivitas padi pada masing-masing SPL (Tabel 3). Produktivitas tertinggi pada SPL 6 (5,23 t ha⁻¹) dan produktivitas terendah yaitu pada SPL 3 dan 4 (4,31 t ha⁻¹). Hasil uji korelasi IKT dengan produktivitas tanaman memiliki hubungan keceratan sedang, dengan nilai $r = -0,481$. Nilai korelasi negatif antara nilai IKT dengan produktivitas menunjukkan hubungan yang

berbanding terbalik, yaitu semakin besar nilai IKT maka produktivitasnya semakin kecil. Kelas kualitas tanah (Tabel 2) menunjukkan bahwa pada sawah irigasi memiliki kualitas tanah yang lebih baik dibandingkan dengan sawah tadah hujan. Namun pada SPL 3 dan 4 dengan nilai IKT sedang memiliki produktivitas yang lebih rendah (4,31 t ha⁻¹) dibandingkan dengan SPL 8 (4,35 t ha⁻¹). Hal tersebut diduga karena rendahnya kandungan K pada SPL 3 dan 4. Hasil penelitian Agustina *et al.* (2020). menunjukkan bahwa kadar K_{dd} pada SPL 3 yaitu (0,38 cmol kg⁻¹) dan SPL 4 (0,25 cmol kg⁻¹) lebih rendah dari pada SPL 8 (0,71 cmol kg⁻¹). Unsur hara K adalah unsur utama pada produksi tanaman dimana kekurangan K akan berpengaruh terhadap penurunan hasil panen (Silahooy, 2008).

Tabel 3. Produktivitas tanaman padi pada masing-masing SPL.

SPL	IKT	Produktivitas (t ha ⁻¹)	Persentase Produktivitas (%)	Kelas Kesesuaian Lahan Sawah
1	Sedang	4,71	73,59	S2
2	Sedang	4,72	73,75	S2
3	Sedang	4,31	67,34	S2
4	Sedang	4,31	67,34	S2
5	Sedang	4,72	73,75	S2
6	Sedang	5,23	81,72	S1
7	Sedang	4,71	73,59	S2
8	Buruk	4,35	67,97	S2

Pupuk K diperlukan tanaman padi untuk meningkatkan jumlah gabah per malai dan persentase gabah bernas (Makruf *et al.*, 2011). Menurut hasil wawancara dengan petani (Tabel 4), input pupuk yang diberikan belum memenuhi kebutuhan hara pada padi. Menurut Litbang BPITP Sumbar (2014), pemerintah telah merekomendasikan pemupukan untuk padi sawah yaitu 90-120 kg N, 30-60 kg P₂O₅ dan 30-50 kg K₂O per hektar. Usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas suatu tanaman diantaranya dapat dilakukan dengan pemberian pupuk, baik organik maupun anorganik dengan kadar yang sesuai.

Tabel 4. Input kadar pupuk pada lokasi penelitian.

SPL	Input Kadar Pupuk (kg ha ⁻¹)		
	N	P	K
1	86,5	48	60
2	86,5	48	60
3	122	30	42
4	71,5	15	27
5	61	43,8	60
6	91	45	57
7	71,5	47,4	60
8	68	45	75

Keterangan : Satuan Peta Lahan 1. Va.15.0-3%.n.SI; 2. Va.15.3-8%.u.SI; 3. Va.15.8-15%.r.SI; 4. Va.115.3-8%.u.SI; 5. Va.115.8-15%.r.SI; 6. Vb.115.3-8%.u.SI; 7. Vb.115.8-15%.r.SI; 8. Va.115.3-8%.u.STH.

Pemberian pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang merupakan indikator penentu kualitas tanah. Menurut Hariyanti dan Sutedjo (2013), produksi padi sawah yang rendah disebabkan oleh

beberapa faktor antara lain: faktor manusia atau petani dan faktor lingkungan yang meliputi tanah, iklim dan topografi yang tidak sesuai. Selain itu manajemen pertanian merupakan kunci untuk membangun dan mempertahankan kualitas tanah pada suatu lahan. Penambahan bahan organik seperti kompos akan mempengaruhi masukan nutrisi dan kesuburan tanah. Chanchal *et al.* (2016) menyatakan bahwa penggunaan silika menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi penjerapan unsur P dan K dalam tanah (Chidrawar *et al.*, 2014) silika dapat menurunkan kejenuhan Al melalui mekanisme kompetisi anion fosfat yang dapat meningkatkan ketersediaan fosfat dalam tanah. Apabila faktor manusia seperti pengelolaan lahan dilakukan dengan baik, maka akan memberikan dampak yang baik pula terhadap lingkungan, sehingga tanaman akan mendapatkan ruang lingkup optimal dalam proses pertumbuhan yang nantinya dapat mendukung tanaman untuk berproduksi dengan baik.

Kesimpulan

Karakteristik tanah pada lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan memiliki nilai faktor pembatas berbeda pada beberapa indikator dengan nilai tanpa faktor pembatas hingga faktor pembatas ekstrim. Sebaran kualitas tanah pada SPL 1–7 yang merupakan sawah irigasi memiliki kualitas tanah sedang yaitu dengan nilai 26–28, sedangkan pada sawah tadah hujan (SPL 8) memiliki kelas kualitas tanah yang buruk yaitu dengan nilai indek kualitas tanah 32. Hubungan kualitas tanah dengan produktivitas tanaman pada sawah irigasi dan sawah tadah hujan menunjukkan perbedaan berdasarkan

kelas kesesuaian lahan dan menghasilkan kelas S1 dan S2.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Brawijaya atas terlaksananya penelitian ini melalui Hibah Peneliti Pemula melalui Dana PNPB Universitas Brawijaya sesuai dengan DIPA-042.01.2.400919/2019. Tak lupa, penulis juga menghaturkan terima kasih atas bantuan dalam bentuk perijinan lahan yang diberikan kepada penulis oleh masyarakat di Kecamatan Turen.

Daftar Pustaka

- Agustina, C., Rayes, M.L. dan Kuntari, M. 2020. Pemetaan sebaran status unsur hara N, P dan K pada lahan sawah di Kecamatan Turen, Kabupaten Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 7(2) : 355-365.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Padi Sawah Menurut Kecamatan di Kabupaten Malang, 2013-2018. BPS Kabupaten Malang.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2020. Kabupaten Malang Dalam Angka Tahun 2020. BPS Kabupaten Malang.
- Bray, R.H. and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59(1): 39 - 46.
- Bremner, J.M. 1960. Determination of Nitrogen in Soil by The Kjeldahl Method. *The Journal of Agricultural Science* 55(1): 11-33.
- Chanchal, M.C.H., Kapoor, R.T. and Ganjewala, D. 2016. Alleviation of abiotic and biotic stresses in plants by silicon supplementation. *Scientia Agriculturae*,13(2), 59-73.
- Chidrawar, J.N.S., Thorat, V., Shah, P. and Rao, V. 2014. Ortho silicic acid (OSA) based formulations facilitates improvement in plant growth and development. 6th International Silicon in Agriculture Conference, Stockholm, 26-30 August 2014.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1993. A Framework for Land Evaluation. Prepared by Soil Resources Management and Conservation Service Land and Water development Division, FAO Soil Bulletin No.32. FAO-UNO, Rome.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hariyanti, T. dan Sutedjo, A. 2013. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman padi pada penggunaan lahan sawah di Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro. *Swara Bumi*,2(3):1-8.
- Hartatik, Agus, F. dan Setyorini, D. 2007. Monitoring Kualitas Tanah dalam Sistem Budidaya Sayuran Organik. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Jambak, M.K.F.A., Baskoro, D.P.T dan Wahjunie, E.D. 2017. Karakteristik sifat fisik tanah pada sistem pengolahan tanah konservasi (studi kasus: Kebun Percobaan Cikabayan). *Buletin Tanah dan Lahan* 1(1): 44-50.
- Lal, R. 1994. *Methods and Guidelines for Assessing Sustainable Use of Soil and Water Resource in The Tropics*. Soil Management Support Service USDA Soil Conservation Service, Washington.
- Larson, W.E. and Pierce, F.J. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. In *Evaluation for sustainable land management in the developing world: proceedings of the International Workshop on Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World*, Chiang Rai, Thailand, 15-21 September 1991.
- Litbang BPTP Sumbar. 2014. Metode Pemupukan Urea, SP-36 dan KCl pada Padi Sawah. Tersedia pada: <http://sumbar.litbang.pertanian.go.id> [Diakses Pada 20 April 2020].
- Makruf, E., Oktavia, Y. dan Putra, W.E. 2011. Faktor-faktor yang mempengaruhi Produksi Padi Sawah di Kabupaten Seluma, Bengkulu. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bengkulu.
- Padmawati, N.L.A., Arthagama, I.D.M. dan Susila, K.D. 2017. Evaluasi kualitas tanah di lahan sawah Simantri dan non Simantri di Subak Riang Desa Riang Gde, Kecamatan Penebel. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 6(2):185-193.
- Plaster, E. J. 2003. *Soil Science and Management* (4th ed). Thomson Learning, Inc. New York.
- Silahooy, C.H. 2008. Efek pupuk KCl dan SP-36 terhadap kalium tersedia serapan kalium dan hasil kacang tanah (*Arachisypogea* L.) pada tanah brunizem. *Buletin Agronomi* 36(2):126-132.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah (Konsep dan Kenyataan)*. Yogyakarta: Kanisius
- Tisdale, S.L. and Nelson W.L. 1975. *Soil Fertility and Fertilizers*. Collier Mc Millan Publ. London.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjaref method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
- Vance, E.D. Brookes, P.C. and Jenkinson, D.S. 1987. An extraction for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry* 19: 703 - 707.
- Yuniwati, E.D. 2017. *Manajemen Tanah: Teknik Perbaikan Kualitas Tanah*. Malang, Indonesia: Intimedia.

halaman ini sengaja dikosongkan