
**KARAKTERISTIK LAHAN UNTUK TANAMAN BAWANG PUTIH
(*Allium sativum* L.) PADA INCEPTISOL DAN ALFISOL DI
KECAMATAN PUJON, MALANG**

**Land Characteristics for Garlic (*Allium sativum* L.) Cultivation on
Inceptisol and Alfisol in Pujon subdistrict, Malang**

Djodhi Indra Septiyan, Soemarno*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran no. 1 Malang, 65145

*Penulis korespondensi: smno@ub.ac.id

Abstract

The national production of garlic that is currently under fluctuations and could not fulfill demand for garlic that led Governments to perform the import. Land extensification for garlic in East Java, Pujon district, Malang is expected to be the solution to increase production. However, restricted by the limitations of the information of land characteristics that remains unclear, it takes effort to find out the land characteristics for garlic in the subdistrict of Pujon. Research was carried out for gathering information of land characteristic and to analyze relationships between land characteristics and garlic production. This study was carried out using survey method include groundcheck, minipit observation, soil sampling, and interviews to the farmers. Then, post survey analysis activities include laboratory analysis, soil classification, and statistical data analysis to test the correlation between land characteristics with garlic production. Results of the research showed that land of garlic in Pujon District has Inceptisols and Alfisols. The land characteristics in Pujon district has difference, among others, land elevation are 861–1.213 mdpl, slope of land are 3–36%, soil texture are “loam” to “clay”, soil aggregate are “very-stable”, soil pH ranging from very acid to semi acid, soil CEC are “moderate” to “very-high”, and the base saturation are “low” to “very-high”. The relationship between land characteristics to crop production, proved by correlation between variable such as elevation ($r = -0.559$), CEC ($r = -0.515$), base saturation ($r = 0.561$), % sand fraction ($r = 0.541$), and % clay fraction ($r = -0.675$). Other factors affecting garlic production are varieties of garlics and soil tillage, these correlation are not significant.

Keywords: *alfisol, garlic production, inceptisol, land characteristic*

Pendahuluan

Pertambahan jumlah penduduk di Indonesia memacu peningkatan permintaan akan bahan pangan, salah satunya pada tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.). Produksi bawang putih saat ini mengalami fluktuasi dan belum bisa memenuhi permintaan masyarakat. Hal ini didukung oleh data dari BPS (2018), produksi bawang putih di Indonesia mengalami fluktuasi dari tahun 2013-2017 secara berurut 15.766 ton, 20.293 ton, dan 19.510 ton. Kegiatan ekstensifikasi lahan bawang putih di Jawa Timur, salah satunya di Kecamatan Pujon,

Malang diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan produksi bawang putih. Namun, disebabkan keterbatasan informasi karakteristik lahan yang masih minim, dibutuhkan upaya untuk mengetahui karakteristik lahan untuk tanaman bawang putih di Kecamatan Pujon.

Karakteristik lahan sangat penting dalam pengolahan lahan budidaya untuk mencapai produksi bawang putih yang optimal. Rendahnya produktivitas bawang putih antara lain disebabkan oleh degradasi lahan, penerapan teknik budidaya tidak sesuai dengan kemampuan lahan maupun iklim, dan pemilihan bibit yang belum sesuai (Samijan *et*

al., 2011). Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas pengelolaan lahan sangat menentukan hasil umbi bawang putih, terutama dalam hal pengolahan tanah, irigasi, pemupukan dan pemulsaan (organik dan anorganik), serta pengendalian OPT (Istina, 2016; Wisardja *et al.*, 2017; Adeyeye *et al.*, 2017). Didasarkan pada hal tersebut, penelitian ini dikhususkan untuk meneliti karakteristik lahan untuk tanaman bawang putih di Kecamatan Pujon dan menganalisis faktor-faktor pembatas lahan.

Kecamatan Pujon merupakan salah satu sentra dari tanaman bawang putih di Kabupaten Malang, namun produktivitas bawang putih masih sangat beragam. Di wilayah DAS Kali Kontoterdapat beberapa jenis tanah, seperti inceptisols, andisols, dan alfisols (Siswanto *et al.*, 1984). Jenis tanah ini menunjukkan beragam karakteristik tanah yang menentukan tingkat pengelolaan lahan untuk budidaya tanaman bawang putih. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik lahan bawang putih, menganalisis hubungan antara karakteristik lahan dengan produksi tanaman bawang putih, dan pengelolaan karakteristik lahan yang membatasi produksi bawang putih di Kecamatan Pujon, Malang.

Bahan dan Metode

Kegiatan penelitian telah dilaksanakan di Kecamatan Pujon, Malang mulai dari Bulan Oktober sampai Desember 2018. Analisis fisika dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei yang terbagi kedalam beberapa tahap antara lain pra-survei, survei, dan pasca survei. Penelitian diawali dengan pembuatan peta kerja, perizinan, dan survei pendahuluan. Kemudian dilakukan penentuan titik dengan metode *purposive sampling* berdasarkan kriteria memiliki data produksi tanaman bawang putih dan sedang/pernah ditanami bawang putih. Kegiatan survei dilakukan dengan pengamatan minipit, *groundcheck*, serta wawancara petani. Hasil kegiatan lapangan diolah kemudian dianalisis dengan analisis laboratorium untuk sifat fisik dan kimia tanah dari sampel minipit disajikan pada Tabel 1. Analisis data statistik dilakukan untuk mengetahui hubungan antara hasil karakteristik lahan dengan produksi tanaman menggunakan analisis korelasi menggunakan *Genstat Discovery Edition 4.0*.

Tabel 1. Jenis dan metode analisis tanah.

No.	Jenis Analisis	Metode Analisis
Analisis dasar sifat fisik tanah:		
1.	Tekstur tanah	Pipet
2.	Kemantapan Agregat	Ayakan basah
3.	Berat Isi	Ring volumetri
Analisis dasar sifat kimia tanah:		
1.	pH tanah (H ₂ O dan KCl)	pH elektrode meter (1:1)
2.	Analisis basa K, Na, Ca, dan Mg	Ekstraksi NH ₄ OAc 1N pH 7.0
3.	Kapasitas Tukar Kation	Ekstraksi NH ₄ OAc 1N pH 7.0
4.	Kejenuhan Basa	$\sum(\text{Ca, Na, K, Mg})/\text{KTK} \times 100\%$

Hasil dan Pembahasan

Morfologi tanah

Morfologi tanah pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 2. Warna tanah pada semua titik pengamatan didominasi dengan hue 10YR, value antara 4 sampai 2, dan chroma antara 1 sampai 6. Pada lokasi penelitian ditemukan horizon Ap, AB, Bw, dan

Bt. Lapisan horizon Bw merupakan lapisan perkembangan ditandai dengan adanya perubahan dari warna dan atau struktur tanah. Didapatkannya horizon Bt dipengaruhi oleh adanya peningkatan fraksi % liat pada lapisan illuvial dari horizon sebelumnya (eluvial) sebanyak 1,2 kali lipat. Menurut Soil Survey Staff (2014), horizon tersebut akibat proses iluviasi, penciri “t” menunjukkan adanya

akumulasi liat yang terbentuk akibat adanya perpindahan material ke dalam berupa penyelaputan liat pada permukaan ped dan terisinya pori-pori. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan pada SPL 3.1 dimana pada lapisan Bt memiliki persentase liat sebesar 45,32% yang lebih dari 1,2 kali lipat dibandingkan persen liat pada horizon sebelumnya (Tabel 3).

Sifat fisik tanah

Pada lokasi penelitian struktur yang ditemukan struktur granuler dan gumpal membulat dengan ukuran antara halus sampai sedang, sedangkan hasil analisis kemantapannya didapatkan kelas sangat stabil (Tabel 2). Secara keseluruhan struktur tanah pada lokasi penelitian seragam, hal ini dipengaruhi oleh kegiatan pengolahan lahan yang dilakukan petani, kemudian dipengaruhi juga oleh bahan organik. Konsistensi tanah pada lokasi penelitian memiliki konsistensi lembab dari sangat gembur sampai sangat teguh, dan konsistensi basah dari agak lekat-agak plastis sampai lekat-sangat plastis. Pada lapisan permukaan tanah umumnya gembur sampai sangat gembur, namun pada lapisan bawahnya ditemukan tanah-tanah yang teguh berdasarkan perbedaan kedalaman tanah. Pentingnya memahami konsistensi tanah ialah untuk menentukan cara pengolahan lahan yang efektif dan efisien bagi produksi tanaman (Dorner *et al.*, 2010; Haghi *et al.*, 2015).

Tekstur tanah pada lokasi penelitian cukup beragam mulai dari lempung, lempung berliat, lempung berdebu, lempung liat berdebu, liat berdebu, dan liat yang disajikan pada Tabel 3. Tekstur tanah memiliki pengaruh terhadap sifat fisik tanah lainnya, seperti struktur tanah, kemantapan agregat, porositas, ketersediaan air, berat isi, dan lain-lain (Dorner *et al.*, 2010). Menurut Özgöz *et al.* (2012), persentase pasir yang terlalu tinggi akan menyebabkan kemampuan tanah menyerap air semakin menurun ($r = -0,49^{**}$), kondisi ini tidak baik juga untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang putih. Pada pengamatan berat isi tanah dilakukan dengan pengambilan tanah utuh pada lapisan atas dan bawah lahan. Berat isi tertinggi terdapat pada minipit 2.2 sebesar $1,16 \text{ g cm}^{-3}$ termasuk ke dalam kelas sedang dan terendah pada minipit

1.2 sebesar $0,81 \text{ g cm}^{-3}$ termasuk ke dalam kelas ringan. Kestabilan agregat pada lahan lokasi penelitian memiliki perbedaan nilai pada masing-masing titik pengamatan, namun masih termasuk ke dalam kriteria sangat stabil dengan nilai tertinggi pada minipit 4.1 lapisan atas sebesar 4,81 mm dan terendah pada minipit 5.1 lapisan bawah sebesar 2,19 mm. Kemantapan agregat dan struktur tanah sangat penting untuk produktivitas tanah yang berpengaruh pada perkembangan dan distribusi akar tanaman dalam proses penyerapan air dan unsur hara dari tanah (Aminiyan *et al.*, 2014; Minasny dan Mcbratney, 2018).

Sifat kimia tanah

Hasil analisis sifat kimia tanah yang dikriteriakan sesuai kriteria menurut Balai Penelitian Tanah (2009), disajikan pada Tabel 4. Nilai pH(H₂O) tanah pada lokasi penelitian sangat beragam dimulai dari sangat masam (4,47) sampai dengan agak masam (5,60). Pada pH(H₂O) lapisan epipedon memiliki pH(H₂O) lebih masam dibandingkan dengan lapisan endopedon, kecuali pada minipit 2.2 yang memiliki pH(H₂O) epipedon lebih tinggi daripada endopedon. Pada pH(KCl) 1N, ditunjukkan bahwa pH(KCl) tertinggi sebesar 5,12 dan terendah 4,17. Hasil-hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata pH(H₂O) lebih tinggi daripada pH(KCl), kecuali pada minipit 3.1. Nilai pH tanah sangat penting dalam budidaya tanaman bawang. Nilai pH tanah yang terlalu rendah mengakibatkan pertumbuhan tanaman kerdil, sedangkan pH tanah yang terlalu tinggi menghambat perkembangan umbi bawang (Kane *et al.*, 2006; Arief *et al.*, 2018).

Kapasitas tukar kation tanah dari hasil analisis menunjukkan bahwa pada minipit 1.1 lapisan bawah memiliki nilai KTK tertinggi 52,19 me 100 g^{-1} yang termasuk kelas sangat tinggi dan pada minipit 2.1 lapisan atas didapatkan nilai KTK terendah sebesar 17,16 me 100 g^{-1} dengan kelas sedang. Dilanjutkan dengan hasil analisis kejenuhan basa, pada minipit 2.1 lapisan atas didapatkan nilai KB tertinggi sebesar 97,12% yang termasuk kelas sangat tinggi dan nilai KB terendah terdapat pada minipit 1.1 lapisan atas sebesar 26,01% yang termasuk kelas rendah.

Tabel 2. Morfologi tanah di lokasi penelitian.

Kode SPL	Horizon	Kedalaman (cm)	Morfologi			Kode SPL	Horizon	Kedalaman (cm)	Morfologi		
			Warna	Struktur ¹	Konsistensi ²				Warna	Struktur ¹	Konsistensi ²
1.1	Ap	0-22/26	10YR 3/2	1, m, gm	g, al, ap	4.1	Ap	0-20/24	10YR 3/2	1, m, g	sg, al, ap
	Bw1	22/26-50	10YR 3/4	1, m, gm	t, l, sp		Bw1	20/24-27/32	10YR 2/2	2, m, gm	g, al, ap
	Bt	50-90	10YR 2/1	-	st, l, sp		Bw2	27/32-50	10YR 3/2	2, m, gm	g, al, ap
1.2	Ap	0-20/22	10YR 3/1	1, m, g	sg, al, ap	4.2	Bw3	50-85	10YR 3/2	-	t, l, ap
	Bw1	20/22-50	10YR 4/3	1, f, gm	g, al, sp		2A2	85-110	10YR 2/2	-	st, l, sp
	Bw2	50-110	10YR 4/4	-	t, l, sp		Ap	0-33/41	10YR 3/3	1, m, gm	g, al, ap
2.1	Ap	0-14/22	10YR 3/3	1, m, gm	g, al, ap	5.1	AB	33/41-74	10YR 3/3	2, m, gm	g, al, sp
	AB	14/22-50	10YR 3/3	2, m, gm	t, al, ap		Bw1	74-100	10YR 3/6	-	t, l, sp
	Bw1	50-90	10YR 3/1	-	t, al, ap		Bw2	100-132	10YR 3/2	-	t, l, sp
2.2	Ap	0-13/20	10YR 3/1	1, m, gm	g, al, sp	5.2	Bw3	132-150	10YR 2/2	-	st, l, sp
	AB	13/20-50	10YR 3/1	2, m, gm	g, l, ap		Ap	0-8/10	10YR 3/2	1, f, gm	sg, al, ap
	Bw1	50-78	10YR 3/2	-	t, l, sp		AB	8/10-20	10YR 3/2	2, m, gm	g, al, sp
3.1	Bw2	78-90	10YR 2/2	-	t, l, ap	5.2	Bw1	20-76	10YR 3/3	2, m, gm	g, l, sp
	Ap	0-17/24	10YR 3/2	1, m, gm	g, al, ap		Bw2	76-90	10YR 3/1	-	g, l, sp
	Bw1	17/24-47/50	10YR 2/2	2, m, gm	t, al, ap		Bw3	90-112	10YR 4/4	-	g, al, sp
3.2	Bt1	47/50-63	10YR 2/1	2, f, gm	t, l, sp	5.2	Bw4	112-121	10YR 3/2	-	t, l, sp
	Bt2	63-90	10YR 2/1	-	t, l, sp		Bw5	121-150	10YR 3/4	-	st, l, sp
	Ap	0-18/23	10YR 3/2	1, m, g	sg, al, ap		Ap	0-12/14	10YR 3/2	1, m, gm	sg, l, ap
3.2	Bw1	18/23-25/32	10YR 3/3	1, m, gm	g, al, ap	5.2	AB	12/14-45	10YR 3/3	2, m, gm	g, l, sp
	Bw2	25/32-50	10YR 4/6	-	t, al, ap		Bw1	45-74	10YR 3/3	2, m, gm	t, l, sp
	Bt	50-110	10YR 4/6	-	t, l, sp		Bw2	74-110	10YR 3/4	-	st, l, sp

Keterangan : 1) Struktur: 1= lemah, 2= cukup; ukuran f= halus, m= sedang; bentuk g= granular; gm= gumpal membulat. 3) Konsistensi: Lembab; sg= sangat gembur, g= gembur, t= teguh, st= sangat teguh; Basah; al= agak lekat, l= lekat, ap= agak plastis, sp= sangat plastis.

Tabel 3. Karakteristik Sifat Fisik Tanah di Lokasi Penelitian.

Kode SPL	Horizon	Kedalaman (cm)	Tekstur (%)			Kode ¹	BI (g/cm ³)	KA (mm)	Kode SPL	Horizon	Kedalaman (cm)	Tekstur (%)			Kode ¹	BI (g/cm ³)	KA (mm)
			Pasir	Debu	Liat							Pasir	Debu	Liat			
1.1	Ap	0-22/26	9,35	64,33	26,32	SiL	1,05	4,30	4.1	Ap	0-20/24	24,89	36,66	38,45	CL	0,99	4,81
	Bw1	22/26-50	12,51	57,45	30,04	SiCL	1,08	3,87		Bw1	20/24-27/32	19,63	41,33	39,04	CL	0,99	4,81
	Bt	50-90	5,15	45,99	48,86	SiC	-	-		Bw2	27/32-50	9,42	42,05	48,52	SiC	1,09	4,18
1.2	Ap	0-20/22	16,72	68,92	14,36	SiL	0,86	3,24	4.2	Bw3	50-85	7,36	42,60	50,04	SiC	1,09	-
	Bw1	20/22-50	19,59	61,85	18,56	SiL	0,81	3,61		2A2	85-110	6,64	27,11	66,25	C	-	-
	Bw2	50-110	16,15	60,37	23,48	SiL	-	-		Ap	0-33/41	21,99	39,78	38,23	CL	1,00	4,18
2.1	Ap	0-14/22	14,17	58,14	27,69	SiCL	1,03	4,26	5.1	AB	33/41-74	24,50	42,28	33,22	CL	0,86	4,22
	AB	14/22-50	16,43	56,71	26,86	SiL	1,03	2,41		Bw1	74-100	18,83	55,08	26,09	SiL	-	-
	Bw1	50-90	30,75	49,05	20,2	L	1,12	-		Bw2	100-132	16,94	56,36	26,70	SiCL	-	-
2.2	Ap	0-13/20	18,95	60,13	20,92	SiL	1,16	4,13	5.2	Bw3	132-150	23,88	49,64	26,48	CL	-	-
	AB	13/20-50	14,58	64,71	20,71	SiL	1,16	3,55		Ap	0-8/10	33,51	29,92	36,57	CL	0,92	3,37
	Bw1	50-78	18,81	52,07	29,12	SiCL	0,99	-		AB	8/10-20	11,89	57,82	30,29	SiCL	0,92	3,37
3.1	Bw2	78-90	41,61	39,81	18,58	L	-	-	5.2	Bw1	20-76	11,12	53,87	35,01	SiCL	1,08	2,19
	Ap	0-17/24	9,85	63,76	26,39	SiL	0,84	4,07		Bw2	76-90	35,75	35,69	28,56	CL	-	-
	Bw1	17/24-47/50	14,35	58,89	26,76	SiL	1,04	2,74		Bw3	90-112	36,62	40,03	23,35	L	-	-
3.2	Bt1	47/50-63	18,42	36,26	45,32	C	1,04	-	5.2	Bw4	112-121	12,05	57,36	30,59	SiCL	-	-
	Bt2	63-90	16,65	35,12	48,23	C	-	-		Bw5	121-150	10,25	61,90	27,85	SiCL	-	-
	Ap	0-18/23	31,27	55,84	12,89	SiL	1,08	3,48		Ap	0-12/14	7,69	63,66	28,65	SiCL	1,03	5,19
3.2	Bw1	18/23-25/32	36,67	43,54	19,79	L	1,08	3,48	5.2	AB	12/14-45	14,80	50,76	34,44	SiCL	1,03	4,43
	Bw2	25/32-50	40,61	40,64	18,75	L	0,95	2,91		Bw1	45-74	20,03	45,20	34,77	CL	0,97	-
	Bt	50-110	23,85	45,13	31,02	CL	-	-		Bw2	74-110	8,15	44,44	47,41	SiC	-	-

Keterangan : 1) Kode Tekstur : L= Lempung, SiL= Lempung berdebu, CL= Lempung berliat, SiCL= Lempung liat berdebu, SiC= Liat berdebu, C= Liat. BI= Berat Isi. KA= Kemantapan Agregat Tanah.

Nilai KTK yang tinggi pada horizon bawah tanah berhubungan dengan proses pelapukan dan pencucian kation basa dimana terjadi pencucian lebih intensif di lapisan atas akibat hujan atau irigasi drainase lahan. Hasil penelitian Li *et al.* (2011), menyatakan bahwa peningkatan KTK mampu meningkatkan produksi tanaman disebabkan oleh peningkatan kemampuan tanah dalam menghasilkan unsur

hara tersedia dan menghasilkan peningkatan bobot umbi bawang. Aplikasi bahan organik (kompos, manure, pupuk kandang) dapat meningkatkan nilai KTK tanah dan karakteristik tanah lainnya, sehingga tanah mampu mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik dan hasil umbi yang lebih banyak (Yohannes *et al.*, 2013; Bua *et al.*, 2017).

Tabel 4. Karakteristik sifat kimia tanah di lokasi penelitian.

Kode	Kedalaman (cm)	pH 1:1		K	Na	Ca	Mg	KTK	Jumlah Basa	KB%.....	
		H ₂ O	KCl 1N								
1.1	Epipedon	0-22/26	4,70	4,40	0,63	0,34	7,65	1,91	40,50	10,53	26,01
	Endopedon	22/26-90	5,26	4,61	1,72	1,65	10,62	0,93	52,19	14,92	28,58
	Epipedon	0-20/22	4,70	4,72	1,07	2,16	8,40	6,47	34,67	18,11	52,23
1.2	Endopedon	20/22-110	5,10	4,75	0,59	2,18	12,10	4,68	41,34	19,56	47,31
2.1	Epipedon	0-50	5,29	5,02	0,63	2,08	10,58	3,38	17,16	16,67	97,12
	Endopedon	50-90	5,60	5,09	0,55	2,30	10,48	6,50	23,45	19,83	84,56
2.2	Epipedon	0-50	5,32	5,12	2,95	2,59	12,18	6,33	25,51	24,05	94,26
	Endopedon	50-90	5,26	5,06	3,28	2,75	11,60	1,29	26,42	18,92	71,62
3.1	Epipedon	0-17/24	4,73	4,40	0,73	2,76	9,22	4,79	39,05	17,50	44,81
	Endopedon	17/24-90	4,80	5,54	1,60	3,21	12,11	2,02	38,60	18,94	49,05
	Epipedon	0-18/23	4,77	4,51	2,29	2,65	7,29	1,30	33,20	13,53	40,74
3.2	Endopedon	18/23-110	5,08	4,54	3,86	3,30	9,73	0,50	32,11	17,40	54,18
	Epipedon	0-20/24	4,82	4,42	2,74	3,48	10,68	2,44	21,77	19,34	88,84
4.1	Endopedon	20/24-110	5,10	4,62	3,68	3,72	12,56	4,80	42,92	24,77	57,71
4.2	Epipedon	0-74	4,47	4,17	0,67	2,86	10,32	0,68	30,05	14,52	48,31
	Endopedon	74-150	4,79	4,49	0,98	3,04	8,93	5,32	36,37	18,27	50,24
5.1	Epipedon	0-20	5,12	4,62	0,14	2,64	11,82	2,79	32,54	17,39	53,46
	Endopedon	20-150	5,20	4,63	0,72	2,84	7,36	5,23	25,71	16,15	62,82
5.2	Epipedon	0-45	5,16	4,52	0,22	3,07	8,78	6,42	46,14	18,48	40,06
	Endopedon	45-110	5,21	4,55	3,16	3,89	10,43	4,94	50,02	22,42	44,83

Produksi tanaman bawang putih

Produksi tanaman bawang putih yang didapatkan dari hasil wawancara dan juga validasi hasil panen, disajikan pada Tabel 5. Produksi tanaman dihitung dengan penimbangan tanaman bawang putih per ubin dan dikonversi ke dalam satuan t ha⁻¹. Produksi bawang putih terbaik didapatkan pada SPL 2.1 yang merupakan lahan dengan luas areal tanam 1.000 m² yang menggunakan sistem penanaman tumpangsari dengan jarak tanam 15 x 20 cm dan produksi umbi setara dengan 5,5 ton/ha.

SPL 2.2 merupakan lahan dengan luas areal tanam 750 m² yang menggunakan sistem penanaman tumpangsari dan jarak tanam 10 x 15 cm dan produksi umbi bawang putih setara dengan 7,33 t ha⁻¹. Pada SPL 2 ini merupakan lahan dengan produksi rerata tertinggi. Produksi terendah terdapat pada SPL 3.2 memiliki produksi yang paling rendah, yaitu setara dengan 0,33 t ha⁻¹; hal ini disebabkan oleh penggunaan varietas bawang yang tidak cocok dengan lahan, yaitu *varietas great black leaf* yang berasal dari impor.

Tabel 5. Produksi tanaman bawang putih

Kode SPL	Nama Petani	Varietas	Lahan		Produksi (t ha ⁻¹)
			Luas (m ²)	Jarak Tanam (cm)	
1.1	Pak Sukariono	Lumbu Hijau, Lumbu Kayu	3.000	5 x 10	1,33
1.2	Pak Didik	Lumbu Hijau, Tawangmangu	2.500	4 x 20	2,40
2.1	Pak Sudiyono	Lumbu kuning, Lumbu Hijau	1.000	15 x 20	5,50
2.2	Pak Bambang	Lumbu kuning, Lumbu Hijau	750	10 x 15	7,33
3.1	Pak Sodikin	Lumbu kuning, Lumbu Hijau, Tawangmangu	10.000	5 x 10	5,00
3.2	Pak Pitoyo	Varietas Import (<i>Great Black Leaf</i>)	750	10 x 15	0,33
4.1	Pak Siyono	Lumbu kuning, Lumbu Hijau	5.000	5 x 10	1,20
4.2	Pak Kayanto	Lumbu kuning, Lumbu Hijau	3.500	10 x 20	6,42
5.1	Pak Hasan	Lumbu Hijau, Lumbu Kayu	1.200	7 x 15	1,67
5.2	Pak Supardi	Lumbu kuning, Lumbu Hijau	3.000	5 x 10	2,00

Klasifikasi tanah

Tanah pada lokasi penelitian diklasifikasikan berdasarkan hasil deskripsi tanah baik morfologi, sifat fisik, maupun sifat kimia tanah yang disajikan pada Tabel 6. Dari hasil pengamatan tanah didapatkan epipedon umbrik pada horizon permukaan karena memiliki ciri KB<50%, kedalaman lapisan 18 cm atau lebih, warna tanah value dan chroma ≤ 3, dan sesuai dengan kriteria lainnya. Selain itu, pada didapatkan juga epipedon molik pada horizon permukaan dengan penciri KB>50%, kriteria lainnya sama, seperti horizon umbrik. Pada horizon bawah permukaan endopedon didapatkan horizon lapisan bawah permukaan kambik dengan ciri terjadinya perkembangan pada tanah, yaitu warna tanah. Selain horizon kambik, didapatkan pula horizon lapisan bawah permukaan argilik dengan adanya proses yang menunjukkan adanya akumulasi liat yang terbentuk akibat adanya perpindahan material ke dalam horizon tersebut akibat proses iluviasi. Pada tingkat ordo ditemukan ordo inceptisols pada SPL 1, 2, 4, dan 5 didasarkan

pada tanah yang memiliki horizon penciri kambik dan molik atau umbrik. Sedangkan pada SPL 3 termasuk dalam ordo alfisols yang didasarkan pada horizon penciri argilik pada tanah. syarat tanah dinyatakan masuk ke dalam ordo alfisols apabila tanah tidak mempunyai endopedon plagen dan memiliki horizon bawah permukaan argilik. Didukung oleh Siswanto *et al.* (1984), pada hasil klasifikasi wilayah DAS Kali Konto didominasi oleh jenis tanah berordo inceptisols, andisols, dan beberapa alfisols. Didukung oleh pernyataan Munir (1996), yang menyatakan bahwa tanah alfisols adalah tanah-tanah dengan horizon argilik atau natrik yang memiliki kejenuhan basa lebih dari 35%. Berdasarkan data curah hujan yang didapatkan dari Stasiun Karangploso menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara 23,8°C dan curah hujan rata-rata tahunan sebesar 2.413 mm. Daerah penelitian memiliki rejim kelembaban udik dan rejim suhu isohipertermik. Sehingga pada tingkat sub ordo tanah termasuk dalam sub ordo Udepts dan Udalf. Pada tingkat greatgroup didapatkan dua jenis, yaitu hapludalf dan humudepts.

Tabel 6. Klasifikasi tanah di lokasi penelitian

	Kode SPL									
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
Epipedon	Umbrik	Molik	Molik	Molik	Umbrik	Umbrik	Molik	Umbrik	Molik	Umbrik
Endopedon	Kambik, Argilik	Kambik	Kambik	Kambik	Kambik, Argilik	Kambik, Argilik	Kambik	Kambik	Kambik	Kambik
Ordo	Inceptisols	Inceptisols	Inceptisol	Inceptisol	Alfisols	Alfisols	Inceptisols	Inceptisol	Inceptisols	Inceptisols
Sub-ordo	Udepts	Udepts	Udepts	Udepts	Udalf	Udalf	Udepts	Udepts	Udepts	Udepts
Great group	Humudepts	Humudepts	Humudepts	Humudepts	Hapludalf	Hapludalf	Humudepts	Humudepts	Humudepts	Humudepts
Sub-group	Typic Humudepts	Typic Humudepts	Pachic Humudepts	Pachic Humudepts	Oxyaquic Hapludalf	Typic Hapludalf	Typic Humudepts	Pachic Humudepts	Typic Humudepts	Typic Humudepts

Sumber: Penentuan Berdasarkan Soil Survey Staff, 2014.

Pada tingkat sub-group ditemukan Typic humudepts dan Pachic humudepts. Di lokasi pengamatan SPL 3.1 didapatkan Oxyaquic hapludalf ; di lokasi SPL 3.2 didapatkan sub-group Typic hapludalf (Soil Survey Staff, 2014).

Pembahasan umum

Hasil dari analisis korelasi anatara karakteristik lahan dengan produksi tanaman bawang putih di Kecamatan Pujon dengan menggunakan *Genstat Discovery Edition 4.0* menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor karakteristik lahan yang mempengaruhi produksi antara lain

elevasi, KTK, Kejenuhan basa, dan tekstur tanah, yaitu % pasir dan % liat. Hasil analisis faktor karakteristik lahan yang mempengaruhi produksi disajikan pada Tabel 7. Ketinggian tempat ($r = -0,559$) pada tanaman bawang putih akan berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena sangat berkaitan dengan iklim mikro, seperti suhu tanah, kelembaban, curah hujan, dan lama penyinaran matahari. Setiap kenaikan 100 mdpl akan berpengaruh pada keadaan suhu turun sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$, tetapi kelembaban, curah hujan, dan intensitas sinar matahari akan meningkat.

Tabel 7. Matriks korelasi antara karakteristik lahan terhadap produksi tanaman bawang putih.

	Produksi	Elevasi	KTK	KB	% Pasir	% Liat
Produksi	1					
Elevasi	-0,5595*	1				
KTK	-0,5152*	0,5095*	1			
KB	0,5605*	-0,638**	-0,878**	1		
% pasir	0,5407*	-0,2635	-0,617**	0,4490	1	
% liat	-0,675**	0,53845	0,6308	-0,566*	-0,767**	1

Keterangan : Bilangan diikuti dengan tanda (*) memiliki korelasi signifikan dan (**) memiliki korelasi sangat signifikan berdasarkan uji tabel r.

Keadaan tersebut akan menyebabkan kondisi yang tidak sesuai bagi tanaman bawang putih. Hasil-hasil penelitian Misfahak (2014), menunjukkan bahwa suhu udara dan intensitas radiasi matahari yang berada di luar kisaran optimalnya akan menghambat pembentukan umbi bawang putih, atau bahkan tanaman tidak membentuk umbi.

Pada hasil penelitian ini KTK memiliki nilai korelasi negatif ($r = -0,515$) yang menunjukkan arti peningkatan KTK akan menyebabkan penurunan produksi. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Li *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa peningkatan KTK mampu meningkatkan produksi tanaman disebabkan oleh peningkatan kemampuan tanah dalam menghasilkan unsur hara tersedia dan menghasilkan peningkatan berat umbi bawang sebesar 9,17%. Hal ini dimungkinkan bahwa hubungan tersebut dipengaruhi oleh sifat tanah lainnya, terutama kandungan fraksi liat dalam tanah. Dilihat dari hasil analisis tanah pada lokasi penelitian memiliki kandungan liat tinggi, seperti pada SPL 1.1 sebesar 48,86%,

sehingga mempengaruhi nilai KTK tanah (52,19%) yang termasuk sangat tinggi. Hasil korelasi juga menunjukkan bahwa kandungan fraksi liat berkorelasi dengan nilai KTK ($r = 0,6308$). Tingginya kandungan fraksi liat (tanah bertekstur liat) dapat menghambat perkembangan umbi bawang, sehingga hasil umbi menjadi rendah. Menurut Hanson *et al.* (2002), bahwa peningkatan kandungan fraksi liat dalam tanah hingga batas-batas tertentu dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang putih. Hal ini ada kaitannya dengan resistensi penetrasi tanah, bobot isi tanah dan air-tersedia; faktor-faktor ini selanjutnya akan mempengaruhi kekuatan penetrasi akar dan perkembangan umbi (Minasny dan Mcbratney, 2018).

Pada faktor kejenuhan basa ($r = 0,565$) menunjukkan bahwa kejenuhan basa dapat mendukung produksi tanaman bawang putih, hal ini berkaitan dengan ketersediaan hara tanaman untuk diserap akan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai kejenuhan basa, kemampuan tanah dalam melepaskan unsur

hara yang terperap dalam tanah akan semakin tinggi (Sudaryono, 2009). Didukung oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kejenuhan basapada SPL 2.1 sebesar 95% mempengaruhi ketersediaan unsur K⁺ sebesar 1,79 me 100 g⁻¹ (r= 0,513), Na²⁺ sebesar 2,33 me 100 g⁻¹, Ca²⁺ sebesar 11,38 me 100 g⁻¹ (r= 0,721), dan Mg²⁺ sebesar 4,86 me 100 g⁻¹ yang termasuk dalam kriteria tinggi. Pada hasil penelitian ditunjukkan bahwa hubungan antara kejenuhan basa dan pH tanah (r= 0,5378). Hal ini membuktikan bahwa kejenuhan basa mempengaruhi ketersediaan unsur hara. Menurut Arief *et al.* (2018), ketersediaan hara yang cukup dan seimbang dapat mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga produksi tanaman bawang optimal. Aplikasi kombinasi pupuk anorganik dan organik ditujukan untuk memperbaiki ketersediaan hara dalam tanah yang seimbang dan mencukupi kebutuhan tanaman bawang (Wisardja *et al.*, 2017).

Jumlah persentase pasir dengan produksi menunjukkan adanya korelasi positif (r= 0,540), hal ini berpengaruh pada keadaan ruang-ruang pori dalam tanah, tanaman bawang putih membutuhkan media yang memiliki aerasi yang baik dan bersifat *porous*. Sesuai dengan pendapat Dahlimi (2005), yang menyatakan bahwa media pasir memiliki aerasi yang baik dan dapat mendukung pertumbuhan tanaman utamanya pada perakaran. Kondisi aerasi dan pori tanah akan berpengaruh pada pernafasan akar dan pertumbuhan akar menjadi optimal. Namun, persentase pasir perlu seimbang karena apabila persentase pasir tinggi akan menyebabkan ketersediaan air berkurang. Didukung oleh penelitian Sutardi (2017), tanah-tanah berpasir (kandungan fraksi pasirnya tinggi) dapat menyebabkan produksi bawang merah menjadi rendah, hal ini disebabkan rendahnya kapasitas air-tersedia dan rendahnya kandungan hara tersedia (Cantwell *et al.*, 2006). Berdasarkan Özgöz *et al.* (2012), persentase pasir akan mempengaruhi kemampuan tanah menyerap air semakin menurun (r= -0,49**) dan peningkatan pada berat isi tanah (r= 0,45*), kondisi ini tidak baik juga untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang putih. Kondisi ini akan menyebabkan tanah menjadi padat akibat peningkatan berat isi dan

rendahnya ketersediaan air, sehingga produksi kurang optimal.

Hubungan antara persentase liat dengan produksi menunjukkan adanya korelasi negatif (r= -0,675), hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi persentase liat pada lahan tanaman bawang putih, produksi tanaman akan semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan liat akan mempengaruhi sifat fisik tanah lainnya, terutama pada pemadatan tanah, sehingga penetrasi akar akan terhambat yang dapat menyebabkan pembusukan pada umbi tanaman (Abood *et al.*, 2013). Menurut hasil penelitian Alam *et al.* (2017), produksi bawang putih membutuhkan kondisi yang sesuai untuk pembentukan umbi, salah satunya untuk perakaran tanaman. Bawang putih termasuk tanaman dengan perakaran dangkal, apabila tanah padat maka pergerakan akar akan terbatas dan menghambat pembentukan umbi. Berdasarkan hasil penelitian Purnawanto dan Budi (2008), tanah dengan kandungan liat >30% memberikan dampak adanya perbedaan pada hasil umbi bawang merah. Dengan menggunakan tanah dominan liat maka bobot umbi segar dan bobot umbi kering yang dihasilkan hanya mencapai masing-masing sebesar 67 % dan 65 % dari bobot optimal umbi.

Pengelolaan faktor pembatas lahan

Dalam budidaya tanaman bawang putih, didasarkan pada hasil pengamatan dan analisis hubungan karakteristik tanah dan lahan terhadap produksi didapatkan bahwa elevasi, kapasitas tukar kation, dan persentase liat merupakan faktor pembatas lahan. Pada faktor elevasi atau ketinggian tempat, hal yang perlu dilakukan adalah menyesuaikan pemilihan varietas tanaman yang akan dibudidayakan dengan kondisi biofisik lahan. Menurut SK. MENTAN/No. 894-895/Kpts/ TP.240/1/1984 pada varietas lumbu kuning cocok untuk wilayah dengan ketinggian 600-900 mdpl, lumbu hijau cocok untuk ketinggian 900-1.100 mdpl, dan Tawangmangu cocok untuk ketinggian minimal 1.000 mdpl. Dalam budidaya bawang putih harus memperhatikan kecocokan karakteristik ekologis lokasi dengan potensi kultivar tanaman dan meminimumkan

efek faktor pembatas karakteristik lahan (Cantwell *et al.*, 2006; Diriba-Shiferaw, 2016).

Pada faktor karakteristik sifat fisik tanah, seperti persentase pasir dan persentase liat diperlukan upaya pengelolaan lahan yang bersifat jangka panjang berupa pengolahan tanah, pemberian mulsa organik, penambahan input bahan mineral (ameliorasi), dan juga penambahan bahan organik, seperti pupuk kandang atau kompos. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan input tanah mineral ke lahan apabila sangat dibutuhkan. Aplikasi bahan organik, seperti kompos, pupuk hijau, atau pupuk kandang, ke tanah dapat memperbaiki agregasi tanah, sehingga berdampak pada perubahan tata udara (aerasi), dan tata-air tanah yang memperbaiki ketersediaan air bagi tanaman (Ojeniyi *et al.*, 2013; Sutardi, 2017).

Peningkatan fraksi liat dapat disebabkan oleh adanya proses iluviasi atau pengendapan, seperti pada tanah alfisols. Pada lahan penelitian, tanah alfisols memiliki peningkatan kandungan liat akibat adanya akumulasi liat pada lapisan bawah permukaan (Purnawanto dan Budi, 2008). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan agar tercipta kondisi yang sesuai. Rachman *et al.* (2015), menemukan bahwa pengolahan tanah yang intensif dapat meningkatkan bobot isi sebesar 0,22 g/cm³ dan penurunan ruang pori tanah sebesar 2,67% sehingga untuk jangka panjang dapat menyebabkan pepadatan (kompaksi) tanah. Didasarkan hal tersebut, pengelolaan faktor pembatas tekstur-tanah dapat dilakukan dengan menerapkan olah tanah konservasi, serta pemanfaatan bahan organik sebagai mulsa atau sebagai rabuk.

Kegiatan pemberian mulsa dapat dilakukan untuk menjaga kelembaban tanah, struktur tanah, kemantapan agregat, serta fungsi lainnya menekan populasi OPT, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berproduksi dengan optimal. Hasil penelitian Alam *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pengolahan tanah membentuk bedengan atau guludan dan mulsa jerami mampu menghasilkan produksi bawang putih mencapai 11,17 t ha⁻¹, dibandingkan tanpa olah tanah dan tanpa mulsa yang hanya 6,12 t ha⁻¹. Hasil-hasil penelitian lainnya, seperti yang dilakukan oleh Nita *et al.* (2015),

menunjukkan bahwa pengolahan tanah dan bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik tanah, seperti bobot isi, porositas, dan ketersediaan air, menjadi lebih baik, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Pengelolaan karakteristik kimia tanah, seperti kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa sangat dipengaruhi oleh fraksi liat dan bahan organik, sehingga hal yang dapat dilakukan adalah dengan menjaga dan manajemen bahan organik pada lahan budidaya. Pada tanah-tanah inceptisols yang merupakan tanah yang baru berkembang, retensi hara merupakan salah satu faktor pembatas lahan seperti pH, KTK, dan KB. Hasil-hasil penelitian Ramadhan dan Titin (2018), menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi sebanyak 30 t ha⁻¹ mampu meningkatkan bobot umbi segar sebanyak 51% dibandingkan tanpa pupuk kandang. Menurut Wahyudi *et al.* (2014), aplikasi pupuk kandang ayam dengan dosis 10 t ha⁻¹ dapat mempercepat proses panen umbi 10 hari dibandingkan tanpa pemupukan, sedangkan peningkatan bobot segar umbi dapat ditingkatkan dengan aplikasi pupuk kandang ayam (dosis 30 t ha⁻¹) menjadi 15,09 ton umbi per hektar. Hal ini disebabkan oleh fungsi dari bahan organik atau pupuk organik yang dapat memperbaiki karakteristik fisika, kimia, dan biologi tanah, sehingga kualitas tanah sebagai media tumbuh tanaman menjadi lebih baik (Abood *et al.*, 2013; Ojeniyi *et al.*, 2013).

Kesimpulan

1. Tanah di sentra bawang putih Kecamatan Pujon tergolong inceptisols dan alfisols, dengan karakteristik yang berbeda di antara titik pengamatan, elevasi lahan berkisar 861-1.213 mdpl, kemiringan lahan yang relatif beragam antara 3-36%, tekstur tanah berlempung hingga berliat, keseragaman kemantapan agregat yang sangat stabil, pH tanah (agak masam hingga sangat masam), KTK tanah (sedang hingga sangat tinggi), dan KB (rendah hingga sangat tinggi).
2. Kejenuhan basa dan persentase fraksi pasir berpengaruh signifikan terhadap produksi umbi bawang putih daerah sentra produksi

bawang putih di Kecamatan Pujon. Beberapa karakteristik lahan yang membatasi produksi bawang adalah elevasi, kapasitas tukar kation (KTK tanah), dan kandungan fraksi liat tanah.

3. Pengelolaan karakteristik lahan yang membatasi produksi bawang dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi olah tanah konservasi, ameliorasi tanah dengan bahan organik, mulsa jerami dan aplikasi pupuk kandang. Selain itu, pemilihan varietas bawang putih yang disesuaikan dengan karakteristik lahan, seperti varietas lumbu kuning dan lumbu hijau.

Daftar Pustaka

- Abood, M.A., Jasim, A.A., Fahmi, A.H. and Badawi, T.K. 2013. Quality effect of organic fertilizers on some soil properties, growth and yield of garlic (*Allium Sativum* L.). International Journal of Agricultural Science and Research 3(5): 25-32.
- Adeyeye, A.S., Ishaku, M.A., Gadu, H.O., Olalekan, K.K. and Lamid, W.A. 2017. Comparative effect of organic and inorganic fertilizer treatments on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). RRJBS, 6(2): 8-11.
- Alam, M.A. Rahim, M., Kabir, A., Begum, H.H., Bilkis, S., Hossain, M. and Roy, R. 2017. Productivity of garlic grown under different tillage condition and standarization of production technology under dry and wet land conditons. Journal of Agricultural Engineering and Food Technology 4 (1): 6-9.
- Aminiyan, M.M., Sinigani, A.A.S. and Sheklabadi, M. 2014. Aggregation stability and organic carbon fraction in a soil amended with some plant residues, nanozeolite, and natural zeolite. International Journal of Recycle Organic Waste and Agriculture 4 (2015):1-12.
- Arief, F., Isrun, dan Zainuddin, R. 2018. Analisis beberapa status kimia tanah di lahan pertanian bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) di Desa Maku. Jurnal Agroland 25 (1): 41-45.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Tanaman Hortikultura Jawa Timur 2013-2017 dalam Angka. https://www.bps.go.id/subject/55/hortikultur_a.html, Diakses pada 20 Oktober 2018.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanaman, Air, dan Pupuk. Bogor: Departemen Pertanian.
- Bua, B., Owiny, R. and Ocwa., A. 2017. Response of onion to different organic amendments in Central Uganda. Journal of Agricultural Science and Technology B 7: 79-85.
- Cantwell, M., Voss, R., Hanson, B., May, D. and Rice, B. 2006. Water and Fertilizer Management for Garlic: Productivity, Nutrient and Water Use Efficiency, and Post harvest Quality. Report of a FREP Contact No. 97-0207.
- Dhalimi, A. 2005. Pengaruh iklim mikro media tanam dan aerasi terhadap pertumbuhan setek cabang buah lada. Jurnal Agromet 19 (2), 35-42.
- Diriba-Shiferaw, G. 2016. Review of management strategies of constraints in garlic (*Allium sativum* L.) production. The Journal of Agricultural Sciences 11(3): 186-207.
- Dorner, J., Sandoval, P. and Dec, D. 2010. The role of soil structure on the pore functionality of an ultisol. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 10(4): 495-508.
- Haghi, D.Z., Shahabi, M. and Rezaei, H. 2015. Response of soil physical properties and onion seed germination to irrigation methods. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences 6(6): 194-202.
- Hanson, B.R., May, D., Voss, R., Cantwell, M. and Rice, R. 2002. Garlic in clay loam soil thrives on little irrigation. Journal of California Agriculture 56 (4): 128-132.
- Istina, I.N. 2016. Peningkatan produksi bawang merah melalui teknik pemupukan NPK. Jurnal Agro 3 (1): 36-42.
- Kane, C.D., R.L. Jasoni, E.P. Peffley, L.D. Thompson, C.J. Green, P. Pare and D. Tissue. 2006. Nutrient Solution and Solution pH Influences on Onion Growth and Mineral Content. Journal of Plant Nutrition, 29(2): 375-390.
- Li, J., Wee, C. and Sohn, B. 2011. Effect of functionally-strengthened fertilizers on garlic growth and soil properties. Korean Journal of Soil Science and Fertilty 44 (2): 308-315.
- Minasny, B. and Mcbratney, A.B. 2018. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. European Journal of Soil Science 69: 39-47.
- Misfahak, Z.S. 2014. Pertumbuhan tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.) dengan pemberian air kelapa (*Cocos nucifera* L.) sebagai sumber belajar biologi SMA Kelas XII. JUPEMASI-PBIO 1 (1), 16-21.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia. Malang: PT. Dunia Pustaka Jaya.
- Nita, C.E., Siswanto, B. dan Utomo, W.H. 2015. Pengaruh pengolahan tanah dan pemberian bahan organik (blotong dan abu ketel) terhadap porositas tanah dan pertumbuhan tanaman tebu pada ultisol. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 2(1): 119-127.

- Ojeniyi, S.O., Amusan, O.A. and Adekiya, A.O. 2013. Effect of poultry manure on soil physical properties, nutrient uptake and yield of cocoyam (*Xanthosoma saggitifolium*) in Southwest Nigeria. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 13(1): 121-125.
- Özgöz, E., Günal, H., Önen, H., Bayram, M. and Acir, N. 2012. Effect of management on spatial and temporal distribution of soil physical properties. *Journal of Agricultural Science* 18 (1): 77-91.
- Purnawanto, A.M. dan. Budi, G.P. 2008. Kajian pengembangan bawang merah pada lahan berkadar liat tinggi (vertisol) dengan penambahan pupuk organik. *Jurnal Agritech X*(2): 108-120.
- Rachman, L.M., Latifa, N. dan Nurida, N.L. 2015. Efek sistem pengolahan tanah terhadap bahan organik tanah, sifat fisik tanah, dan produksi jagung pada tanah podsolik merah kuning di Kabupaten Lampung Timur. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015*. Palembang.
- Ramadhan, A.F.N. dan Titin, S. 2018. Respon tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap pupuk kandang dan pupuk anorganik (NPK). *Jurnal Produksi Tanaman* 6 (5): 815-822.
- Samijan, T.R. Prastuti, dan Pramono, J. 2011. *Intensifikasi Budidaya Bawang Putih*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian: Jawa Tengah.
- Siswanto, B., Santoso, B., Handayanto, E. dan Widiyanto. 1984. *Tanah dan Keadaan Tanah di DAS Kali Konto Hulu, Jawa Timur*. Malang: Soil Science Departement Universitas Brawijaya.
- Soil Survey Staff. 2014. *Kunci Taksonomi Tanah*. Edisi Ketiga, 2015. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sudaryono. 2009. Tingkat kesuburan tanah ultisols pada lahan pertambangan batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Lingkungan* 10(3): 337-346.
- Sutardi. 2017. Kajian minus one test dan kesuburan lahan pasir untuk budidaya tanaman bawang merah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 20(1): 25-34.
- Wahyudi, A., Zulqarnida, M. dan Widodo, S. 2014. Aplikasi Pupuk Organik dan Anorganik dalam Budidaya Bawang Putih Varietas Lumbu Hijau. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian 2014*, Lampung.
- Wisardja, I.P., Lana, W. Dan Rusdianta, I.G.M. 2017. Pertumbuhan dan hasil tanaman bawang putih (*Allium Sativum* L.) varietas Lumbu Putih akibat penggunaan dosis pupuk organik dan kerapatan tanaman. *Majalah Ilmiah Untab* 14(2): 209-215.
- Yohannes, K. W., Belew, D. and Debela, A. 2013. Effect of farmyard manure and nitrogen application rates on growth, yield and yield components of onion. *Asian Journal of Plant Science* 12 (6-8): 228-34.