

EVALUASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN CABAI RAWIT DI KECAMATAN WAGIR, KABUPATEN MALANG

Evaluation of Land Suitability for Cayenne Pepper in Wagir District, Malang Regency

Januardi Fransiskus Simanjuntak*, Christanti Agustina, Mochtar Lutfi Rayes

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

*Penulis korespondensi: januarvranx@yahoo.com

Abstract

Land characteristics are factors that affect crop productivity. Different conditions of land characteristics will cause differences in crop productivity. Evaluation of land suitability can be used as a basis in assessing land quality to determine the factors of land characteristics that cause differences in crop productivity. The purpose of this study was to determine actual land suitability for cayenne pepper, determine which land characteristic affect crop productivity, and modify land suitability based on actual productivity suitability classes. This study was conducted in Wagir District, Malang Regency with a survey method on 8 Land Map Units (LMU) with 42 observation points. Quantitative parameters observed in this study include soil texture, pH, CEC, C-Organic, base saturation, N-total, P-available, exchangeable K, Ca, Mg, Na, and productivity of cayenne pepper in the field. Data analysis was performed by correlation test and multiple regression with the stepwise method. The results showed the actual land suitability class of cayenne pepper in the study area was S3 and N. Modifications to the characteristics of the land that most influence the productivity of cayenne pepper in the field, namely the pH of the soil produce new criteria with classes S1: 6.0-7.6; S2: 5,7-6,0; S3: 4,6-5,7; and N: <4,6. The land suitability assessment using the modified criteria resulted in the S3 conformity class, which was similar to the percentage productivity class and the N conformity class that was similar to the percentage productivity class.

Keywords: *boundary line, cayenne pepper, land characteristics, land suitability, productivity*

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang bergerak di dalam sektor pertanian. Salah satu komoditas yang cukup banyak ditanam di Indonesia adalah tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura dari famili *solanaceae* yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Cahyono, 2003). Secara umum buah cabai rawit mengandung zat gizi antara lain lemak, protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, B1, B2, C dan senyawa alkaloid seperti *capsaicin*, *oleoresin*, flavonoid dan minyak esensial (Rukmana, 2002). Permintaan akan tanaman cabai rawit di Indonesia tidak hanya

dalam skala rumah tangga, tetapi juga dalam skala industri, dan diekspor ke luar negeri. Menurut Sondakh dan Rengku (2017), berbagai jenis cabai rawit telah diekspor ke luar negeri, diantaranya dalam bentuk segar/dingin, kering, dan saus cabai. Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap cabai rawit maka harus diimbangi dengan upaya pengembangan tanaman tersebut. Produksi cabai rawit di Indonesia pada tahun 2016–2017 mengalami peningkatan. Pada tahun 2016 produksi cabai rawit nasional yaitu sebesar 915.988 t, dengan luas panen seluas 136.818 ha dan produktivitas sebesar 6,69 t ha⁻¹. Pada tahun 2017 meningkat, dengan produksi nasional yaitu sebesar 1.153.155 t, luas panen 167.600 ha dan

produktivitas sebesar 6,88 t ha⁻¹ (Kementerian Pertanian, 2016).

Cabai rawit menjadi salah satu komoditi hortikultura (sayuran) unggulan di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Widhaswara dan Sardjito (2017) menyatakan bahwa tanaman cabai rawit di Kecamatan Wagir merupakan komoditas yang memiliki daya saing baik, pertumbuhannya cepat, progresif dan menjadi komoditas dasar yang selalu dibudidayakan pada wilayah tersebut. Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang (2018) mencatat adanya peningkatan produktivitas tanaman cabai rawit pada tahun 2016–2017 di Kecamatan Wagir, meningkat dari 28,05 t ha⁻¹ menjadi 349,63 t ha⁻¹, akan tetapi terdapat perbedaan produktivitas yang mencolok pada masing-masing desa.

Hasil wawancara dengan salah satu Tim Penyuluh UPT Pertanian Kecamatan Wagir, produksi tanaman cabai rawit yang tertinggi berada di Desa Dalisodo dan Desa Sumbersuko. Perbedaan produktivitas tanaman cabai rawit diduga disebabkan oleh adanya faktor pembatas dari karakteristik lahan yang menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga perlu dilakukan evaluasi kesesuaian lahan tanaman cabai rawit di Kecamatan Wagir untuk mengetahui faktor pembatas pertumbuhan tanaman, melakukan analisis hubungan antara karakteristik lahan dengan produktivitas tanaman, melakukan modifikasi kriteria kesesuaian lahan untuk meningkatkan kelas kesesuaian lahan dan memberikan upaya perbaikan lahan untuk meningkatkan produktivitas tanaman.

Bahan dan Metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, Jawa Timur yang terletak di zona 49S pada 668299–677121 mT dan 9111753–9117990 mU, pada bulan Maret 2019–Februari 2020. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan selama penelitian yaitu Laptop *Toshiba Satellite L745*, *Software Ms. Office*

2016, *Software ArcGIS 10.2.2*, *Software SAGA GIS 2.3.1*, *Software SPKL 2.1*, *Software IBM SPSS Statistics 26*, *Software PCI Geomatica 2013*, *GPS (Global Positioning System)*, cangkul, sekop, bor tanah, survei *set*, Buku *Munsell Soil Color Chart*, plastik ukuran 1 kg, timbangan, kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan selama penelitian yaitu Peta RBI Skala 1:25.000 Lembar 1608-112 Malang, Peta Geologi Skala 1:100.000 Lembar 1608-1 Malang, Peta Geologi Skala 1:100.000 Lembar 1607-4 Turen, Peta Geologi Skala 1:100.000 Lembar 1508-3 Kediri, DEM ALOS PALSAR 12,5 m, Citra *Satellite Landsat 8 OLI/TIRS (Path/Row 188/66)* tanggal perekaman 15 Mei 2019, Data Curah Hujan BMKG Kecamatan Wagir tahun 2009–2018, dan sampel tanah.

Pelaksanaan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei secara fisiografi untuk pengambilan data karakteristik (morfologi dan fisiografi) lahan. Metode fisiografi merupakan suatu metode survei dengan memperhatikan batas-batas *landform* atau satuan lahan yang disusun sebelumnya. Kegiatan pra-survei diawali dengan pembuatan peta dasar yaitu Peta Administrasi Kecamatan Wagir, Peta Geologi, Peta Lereng dan Relief, Peta Bentuk Lahan (*Landform*), Peta Penggunaan Lahan dan Peta Ketinggian Tempat. Tahap selanjutnya adalah pembuatan peta kerja, dilakukan dengan membuat Satuan Peta Lahan (SPL) yang merupakan hasil proses tumpang tindih (*overlay*) Peta Geologi, Peta Bentuk Lahan (*Landform*), Peta Lereng dan Relief, serta Peta Penggunaan Lahan di Kecamatan Wagir. Penggunaan lahan dibatasi dalam dua jenis, yaitu tegalan dan semak belukar. Proses tersebut menghasilkan 8 (SPL) dengan 42 titik pengamatan yang tersebar pada masing-masing SPL. Tahap pengamatan lapang meliputi pengamatan fisiografi lahan dan melakukan deskripsi morfologi tanah. Pengamatan fisiografi terdiri dari pengamatan lereng dan bahaya erosi. Deskripsi morfologi tanah dilakukan dengan membuat minipit berukuran 50x50x50 cm dan mengamati warna, struktur, konsistensi, dan tekstur tanah. Klasifikasi tanah dilakukan berdasarkan kunci taksonomi tanah (Soil Survey Staff, 2014) sampai dengan kategori subgroup. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0–40

cm pada setiap titik pengamatan. Selanjutnya sampel tanah yang telah didapatkan dilakukan analisis laboratorium yang terdiri dari analisis sifat fisika tanah yaitu tekstur tanah dengan metode pipet (Sudjadi *et al.*, 1971) dan analisis sifat kimia tanah yaitu pH dengan metode pelarut H₂O (Istic, 1993), N-total dengan metode destilasi makro Kjeldahl (Black, 1965), C-organik dengan metode *Walkley-Black* (Black, 1965), P-tersedia dengan metode *Bray 1* dan *2* (Bray and Kurtz, 1945), KTK dengan metode ekstraksi NH₄OAc 1N pH 7 (Hajek *et al.*, 1972), dan KB dengan metode Σ (Ca, Mg, K, Na)/KTK×100%) (Hajek *et al.*, 1972). Pengambilan data produksi dilakukan dengan cara membuat petak ubinan ukuran 1 m² pada lahan budidaya cabai rawit dan melakukan wawancara terhadap responden (petani cabai rawit) terkait bagaimana manajemen dan sejarah pengolahan lahan. Penentuan lokasi survei produksi cabai rawit dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Kriteria yang dibutuhkan adalah petani yang menanam cabai rawit varietas Mhanu F1 pada setiap taksa tanah dalam setiap Satuan Peta Tanah (SPT) dan tanaman cabai rawit varietas Mhanu F1 memiliki usia panen keempat, kelima, atau keenam. Hal ini dilakukan karena pada usia panen tersebut tanaman cabai rawit memiliki produksi paling optimum. Analisis kesesuaian lahan dilakukan dengan *matching* antara data karakteristik lahan dan syarat tumbuh tanaman menggunakan program SPKL versi 2.1 menurut kriteria Ritung *et al.* (2011), dan dilakukan modifikasi kriteria menggunakan metode *boundary line*. Sebelumnya dilakukan analisis data terlebih dahulu menggunakan uji korelasi dan regresi berganda dengan metode *stepwise* untuk mengetahui karakteristik lahan yang berpengaruh signifikan terhadap produktivitas cabai rawit di lapangan (nilai koefisien korelasi (r) $\geq 0,5$, nilai signifikansi $< 0,05$, dan nilai koefisien determinasi ($R^2 \geq 0,5$).

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik lahan

Pada daerah penelitian terdapat 4 jenis tanah yang dijumpai, yaitu Typic Dystrudepts, Typic Humudepts, Humic Dystrudepts, dan Typic Hapludands dan berdasarkan hasil analisis

keempat jenis tanah tersebut tersebar di 8 Satuan Peta Tanah (SPT) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Satuan peta tanah.

No	Satuan Peta Tanah (SPT)	Taksa Tanah
1	Konsosiasi	Typic Dystrudepts
2	Konsosiasi	Typic Humudepts
3	Asosiasi	Typic Dystrudepts- Typic Humudepts
4	Asosiasi	Typic Humudepts- Humic Dystrudepts
5	Asosiasi	Typic Dystrudepts- Typic Humudepts- Humic Dystrudepts
6	Kompleks	Typic Humudepts- Humic Dystrudepts- Typic Dystrudepts
7	Kompleks	Humic Dystrudepts- Typic Humudepts- Typic Hapludands
8	Kompleks	Humic Dystrudepts- Typic Humudepts- Typic Dystrudepts

SPT 1 dan 2 termasuk ke dalam pengelompokan satuan peta tanah sederhana yaitu konsosiasi, karena hanya terdapat satu taksa tanah. Penamaan SPT 3 adalah Asosiasi karena taksa tanah yang tersebar pada SPT ini dapat diduga posisinya dan memiliki hubungan secara geografis. Pada daerah punggung bukit taksa tanah yang tersebar adalah Typic Humudepts, sementara pada daerah lereng taksa tanah yang tersebar adalah Typic Dystrudepts. Penamaan SPT 4 adalah asosiasi, pada daerah lereng taksa tanah yang tersebar adalah Typic Humudepts, sementara pada daerah lembah taksa tanah yang tersebar adalah Humic Dystrudepts. Penamaan SPT 5 adalah asosiasi, pada daerah punggung bukit taksa tanah yang tersebar adalah Typic Dystrudepts, pada daerah lembah taksa tanah yang tersebar adalah Typic Humudepts, dan pada daerah lereng taksa tanah yang tersebar adalah Humic Dystrudepts. Penamaan SPT 6 adalah kompleks karena taksa tanah tersebar secara acak dan membaaur satu dengan yang lainnya dalam satuan peta tanpa memperlihatkan pola tertentu. Pada daerah punggung bukit taksa tanah yang tersebar didominasi oleh Typic Dystrudepts dan terdapat

juga Typic Humudepts, pada daerah lereng didominasi oleh taksa tanah Humic Dystrudepts dan terdapat juga taksa tanah Typic Humudepts. Penamaan SPT 7 adalah kompleks, pada daerah punggung bukit taksa tanah yang tersebar didominasi oleh Typic Humudepts dan terdapat juga Humic Dystrudepts, pada daerah lereng didominasi oleh taksa tanah Humic Dystrudepts dan terdapat juga taksa tanah Typic Humudepts serta taksa tanah Typic Hapludands. Penamaan SPT 8 adalah kompleks, pada daerah punggung bukit taksa tanah yang tersebar didominasi oleh Humic Dystrudepts dan terdapat juga Typic Humudepts serta Typic Dystrudepts, pada daerah lereng taksa tanah yang tersebar adalah Typic Humudepts, dan pada daerah lembah taksa tanah yang tersebar adalah Humic Dystrudepts.

Karakteristik lahan yang diamati dalam penelitian ini dibedakan menurut kualitas lahan yang saling berkaitan. Kualitas lahan temperatur (tc) meliputi suhu udara rerata tahunan dan ketinggian tempat. Kualitas lahan ketersediaan air (wa) mencakup rerata curah hujan tahunan dan lama masa/bulan kering. Ketersediaan oksigen (oa) meliputi kondisi drainase alami lahan. Media perakaran (rc) terdiri atas kondisi tekstur tanah, bahan kasar, dan ke dalaman tanah. Kualitas retensi hara (nr) terdiri atas karakteristik lahan KTK tanah, Kejenuhan Basa, pH H₂O, dan C-organik. Ketersediaan hara (na) dinilai berdasarkan karakteristik lahan seperti total nitrogen tanah, kandungan fosfor tersedia, dan kalium yang dapat ditukar. Bahaya erosi (eh) di lahan ditentukan dari kondisi kemiringan lereng dan bahaya erosi di lapangan (Tabel 2).

Suhu udara pada daerah penelitian tergolong rendah karena daerah penelitian termasuk daerah dataran tinggi dengan ketinggian tempat antara 400–2.000 mdpl. Menurut Handoko (2005), suhu di permukaan bumi makin rendah dengan bertambahnya lintang seperti halnya penurunan suhu menurut ketinggian. Curah hujan di lokasi penelitian tergolong tinggi dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2.531 mm tahun⁻¹. Curah hujan yang tinggi juga dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Raharjeng (2015) menyatakan bahwa dataran rendah biasanya memiliki curah hujan rendah (<1.500 mm/tahun), sedangkan daerah dataran tinggi memiliki curah hujan yang tinggi (>1.500 mm/tahun). Drainase pada daerah

penelitian tergolong ke dalam kelas agak lambat–sedang/agak baik karena pengujian drainase tanah dilakukan pada lahan-lahan tegalan dimana pada lahan tegalan petani cenderung sering melakukan pengolahan tanah, hal ini menyebabkan terjadinya pemadatan tanah. Pemadatan tanah selain berakibat terhadap berkurangnya ruang pori tanah juga menurunkan kecepatan pergerakan air tanah (Rachman *et al.*, 2013). Tekstur tanah termasuk ke dalam kelas tekstur halus, agak halus, dan sedang. Tekstur tanah merupakan sifat tanah yang sangat penting yang dapat memengaruhi sifat fisika, kimia dan biologi tanah yang bermanfaat bagi penetrasi akar tanaman dan kemampuan pengikatan air oleh tanah (Fuady dan Mustaqim, 2015).

Kedalaman tanah di lokasi penelitian dikategorikan ke dalam kelas dalam. Kedalaman tanah berpengaruh terhadap kedalaman efektif tanah. Kedalaman efektif tanah merupakan kedalaman tanah di mana akar dapat dijumpai dalam jumlah maksimal. Kedalaman efektif tanah sangat berperan terhadap pertumbuhan vegetasi melalui kemampuan jangkauan akar untuk menyerap unsur hara dalam tanah (Triadiawarman, 2018).

Nilai KTK yang terdapat di daerah penelitian termasuk ke dalam kelas sedang–tinggi. Kapasitas tukar kation dapat menunjukkan daya menyimpan unsur hara dalam tanah. Kapasitas tukar kation yang tinggi akan mempunyai daya simpan unsur hara yang tinggi (Hardjowigeno, 1993).

Kejenuhan basa pada daerah penelitian tergolong sangat sangat rendah–sedang menunjukkan kesuburan tanah pada daerah penelitian tergolong rendah. Rendahnya kejenuhan basa pada tanah daerah penelitian diduga akibat dari tingginya jumlah curah hujan pada daerah penelitian. Hal tersebut menyebabkan terjadinya *leaching* kation-kation basa sehingga menurunkan kejenuhan basa di dalam tanah (Winarso, 2005). Nilai pH yang tergolong rendah (masam) pada daerah penelitian dikarenakan faktor geologi (bahan induk) yang tersebar pada daerah tersebut berumur sangat tua. Hairiah *et al.* (2000) menyatakan tanah masam umumnya berkembang dari bahan induk tua dengan pH kurang dari 5,5 dan aluminium yang dapat ditukar (Al-dd) dalam tanah yang tinggi.

Tabel 2. Data karakteristik lahan pada SPT 1–5.

Karakteristik Lahan	Satuan Peta Tanah								
	1		2		3		4		5
	Konsosiasi TD	Konsosiasi TH	Asosiasi TD TH		Asosiasi TH HD		Asosiasi TD TH HD		
Temperatur (°C)	23,6	23,03	22,82	22,82	23,22	23,22	22,03	22,03	22,03
Elevasi (mdpl)	442	525	544	613	528	458	704	759	634
Curah Hujan (mm th ⁻¹)	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9
Bulan Kering (bln th ⁻¹)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Drainase	Sedang	Agak lambat	Agak lambat	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Tekstur	Sedang	Agak Halus	Agak Halus	Agak Halus	Halus	Agak Halus	Halus	Halus	Agak Halus
Kedalaman Tanah (cm)	117	119	124	115	104	118	125	121	114
KTK (cmol (+) kg ⁻¹)	29,45	32,76	29,97	32,75	30,17	28,35	20,67	29,23	34,56
KB (%)	25,17	27,53	24,17	28,47	29,01	24,02	16,53	24,15	30,31
pH H ₂ O	5,9	5,68	5,26	5,39	4,85	4,91	4,41	4,21	5,2
C-organik (%)	1,03	0,09	0,18	1,36	1,02	0,36	1,02	1,30	1,39
N-total (%)	0,08	0,07	0,08	0,08	0,10	0,07	0,10	0,14	0,10
P-tersedia (ppm)	2,40	1,55	3,14	2,32	0,79	1,54	1,60	2,38	0,79
K-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	0,76	0,57	0,70	0,22	0,94	0,84	1,24	0,54	1,93
Lereng (%)	2	9	10	10	10	10	11	11	11
Bahaya Erosi	Sangat Ringan	Sangat Ringan	Ringan	Sangat Ringan	Ringan	Sangat Ringan	Ringan	Ringan	Sangat Ringan

Keterangan: TD: Typic Dystrudepts; TH: Typic Humudepts; HD: Humic Dystrudepts; THa: Typic Hapludands.

Tabel 2 (lanjutan). Data Karakteristik Lahan pada SPT 6–8.

Karakteristik Lahan	Satuan Peta Tanah								
	6			7			8		
	Kompleks			Kompleks			Kompleks		
	TH	HD	TD	HD	TH	THa	HD	TH	TD
Temperatur (°C)	21,5	21,5	21,5	21,84	21,64	21,64	21,33	21,33	21,33
Elevasi (mdpl)	793	632	924	699	771	1.063	763	827	917
Curah Hujan (mm th ⁻¹)	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9	2.531,9
Bulan Kering (bln th ⁻¹)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Drainase	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Tekstur	Halus	Halus	Halus	Agak Halus	Halus	Sedang	Halus	Halus	Halus
Kedalaman Tanah (cm)	113	123	116	118	121	128	133	115	120
KTK (cmol (+) kg ⁻¹)	35,20	23,28	32,78	34,98	36,86	28,03	34,55	34,65	40,75
KB (%)	31,15	18,93	28,26	29,65	30,46	21,90	25,98	30,13	33,95
pH H ₂ O	4,52	4,65	4,47	5,17	5,1	4,96	5,35	5,19	5,04
C-organik (%)	2,53	1,09	1,50	0,94	1,58	1,25	0,46	1,11	0,28
N-total (%)	0,21	0,11	0,14	0,12	0,17	0,14	0,16	0,11	0,13
P-tersedia (ppm)	1,67	2,33	0,80	0,80	3,18	3,57	1,58	0,79	2,36
K-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	0,82	0,77	0,27	0,96	1,64	0,34	0,46	0,75	0,62
Lereng (%)	12	12	12	11	11	20	14	14	14
Bahaya Erosi	Sangat Ringan	Ringan	Ringan	Ringan	Ringan	Ringan	Ringan	Ringan	Ringan

Keterangan: TD: Typic Dystrudepts; TH: Typic Humudepts; HD: Humic Dystrudepts; THa: Typic Hapludands.

Kandungan C-organik pada daerah penelitian tergolong rendah disebabkan pada saat pengambilan sampel tanah dilakukan pada daerah dengan penggunaan lahan tegalan Yasin (2007) menyebutkan pada kebun campuran, kandungan C-organik lebih tinggi apabila dibandingkan dengan lahan alang-alang dan tegalan disebabkan keragaman vegetasi pada kebun campuran lebih banyak, sedangkan untuk lahan yang ditanami jagung, hampir semua bagian tanaman terbawa panen.

Persentase N-total dalam tanah di daerah penelitian tergolong rendah karena disebabkan beberapa faktor seperti terjadinya penguapan, pencucian akibat curah hujan yang tinggi dan diserap tanaman. Menurut Patti *et al.* (2013) ada tiga hal yang menyebabkan hilangnya nitrogen dari tanah yaitu nitrogen dapat hilang karena tercuci bersama air drainase, penguapan dan diserap oleh tanaman. Rendahnya kandungan fosfor dalam tanah pada daerah penelitian dipengaruhi oleh pH tanah yang rendah (masam). Munawar (2011) menyatakan bahwa pH merupakan salah satu faktor penting dalam memengaruhi ketersediaan fosfor. pH tanah

yang masam akan menyebabkan kandungan fosfor di dalam tanah rendah karena terfiksasi oleh Al dan Fe sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Kandungan K-dd memiliki kategori rendah sampai sangat tinggi. Kemiringan lereng berada pada kisaran 2% sampai dengan 20% dan bahaya erosi pada daerah penelitian terbagi menjadi 2 kelas kategori, antara lain: sangat ringan dan ringan. Besar nilai lereng berpengaruh terhadap besarnya erosi yang terjadi di lahan. Menurut Rayes (2007), kecuraman lereng, panjang lereng, dan bentuk lereng dapat memengaruhi besarnya erosi dan aliran permukaan. Bekas erosi di lahan menunjukkan tingkat bahaya erosi yang terjadi.

Kesesuaian lahan aktual menurut kriteria Ritung *et al.* (2011)

Kelas kesesuaian lahan ditentukan berdasarkan hasil *matching* data karakteristik lahan dengan kriteria syarat tumbuh tanaman cabai rawit menggunakan program SPKL 2.1 (Bachri *et al.*, 2016). Rincian kelas kesesuaian lahan beserta faktor pembatasnya per satuan peta tanah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelas Kesesuaian Lahan Aktual setiap SPT menurut Ritung *et al.* (2011)

SPT	Taksa Tanah	Sub Kelas Kesesuaian Lahan
1	Typic Dystrudepts	S3 - wa2/na1/na2
2	Typic Humudepts	S3 - wa2/nr4/na1/na2/eh1
3	Asosiasi Typic Dystrudepts- Typic Humudepts	S3 - wa2/nr3/nr4/na1/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr2/nr3/na1/na2/eh1
4	Asosiasi Typic Humudepts- Humic Dystrudepts	S3 - wa2/nr3/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr3/nr4/na1/na2/eh1
5	Asosiasi Typic Dystrudepts- Typic Humudepts- Humic Dystrudepts	S3 - wa2/nr3/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr2/nr3/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr3/na2/eh1
6	Kompleks Typic Humudepts- Humic Dystrudepts- Typic Dystrudepts	S3 - wa2/nr3/na2/eh1 S3 - wa2/nr3/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr3/na2/eh1/eh2
7	Kompleks Humic Dystrudepts- Typic Humudepts Typic Hapludands	S3 - wa2/nr3/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr3/na2/eh1/eh2 N - eh1
8	Kompleks Humic Dystrudepts- Typic Humudepts- Typic Dystrudepts	S3 - wa2/nr3/nr4/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr3/na2/eh1/eh2 S3 - wa2/nr3/nr4/na2/eh1/eh2

Keterangan: 1. Menurut FAO (1976) S1: Sangat Sesuai; S2: Cukup Sesuai; S3: Sesuai Marginal; N: Tidak Sesuai. 2. wa2: curah hujan; na1: N-total; na2: P-tersedia; nr4: C-organik; nr3: pH; nr2: kejenuhan basa; eh1: lereng; dan eh2: bahaya erosi.

Hasil penilaian kesesuaian lahan aktual tanaman cabai rawit menunjukkan bahwa kelas kesesuaian lahan didominasi oleh kelas S3. Curah hujan menjadi faktor pembatas karena curah hujan pada daerah penelitian tergolong tinggi (2.531 mm/tahun) sementara kondisi curah hujan yang tinggi tidak mendukung produksi tanaman cabai rawit yang optimal. Menurut Sunarjo (2010) tanaman cabai rawit tidak tahan terhadap curah hujan yang tinggi, terutama pada saat masa pembungaan karena bunga-bunga tersebut akan mudah gugur sehingga memengaruhi proses pembuahan pada tanaman cabai rawit. N-total menjadi faktor pembatas karena kandungan N-total pada daerah penelitian tergolong rendah yaitu 0,07–0,21%. P-tersedia menjadi faktor pembatas karena kandungan P-tersedia tanah pada daerah penelitian tergolong sangat rendah yaitu 0,79–3,57 ppm. C-organik menjadi faktor pembatas karena kandungan C-organik pada daerah penelitian tergolong sangat rendah–sedang yaitu 0,09–2,53%. pH tanah menjadi faktor pembatas karena pH tanah pada daerah penelitian tergolong masam yaitu 4,21–5,90 sementara menurut Hanafiah (2012), pH optimum untuk ketersediaan unsur hara dalam tanah yaitu sekitar 7,0 karena pada pH ini semua unsur makro tersedia secara maksimum. Kejenuhan basa menjadi faktor pembatas karena kejenuhan basa pada daerah penelitian tergolong sangat rendah–sedang yaitu 16,64–48,62% sementara kejenuhan basa menjadi salah satu indikator suatu tanah merupakan tanah yang subur atau tidak. Tan (2010), kejenuhan basa dianggap sebagai tingkat penentu kesuburan tanah sebab menentukan mudah tidaknya kation dijerap oleh tanaman tergantung pada tingkat kejenuhan basa. Lereng menjadi faktor pembatas karena lereng pada daerah penelitian tergolong curam yaitu 2–20%. Bahaya erosi menjadi faktor pembatas karena tingkat bahaya erosi pada daerah penelitian tergolong sedang.

Kelas persentase produktivitas cabai rawit

Produktivitas aktual cabai rawit pada daerah penelitian berada pada rentang 5,12 t ha⁻¹ sampai dengan 10,41 t ha⁻¹. Nilai persentase produktivitas didapat berdasarkan perhitungan nilai produktivitas aktual tanaman cabai rawit pada setiap satuan peta tanah di daerah penelitian dibagi dengan potensi produktivitas

cabai rawit lalu dikalikan dengan 100%. Potensi produktivitas tanaman cabai rawit menurut Halbanero Company (2015) adalah 16,5 t ha⁻¹. Rincian kelas persentase produktivitas cabai rawit dapat dilihat pada Tabel 6.

Modifikasi boundary line

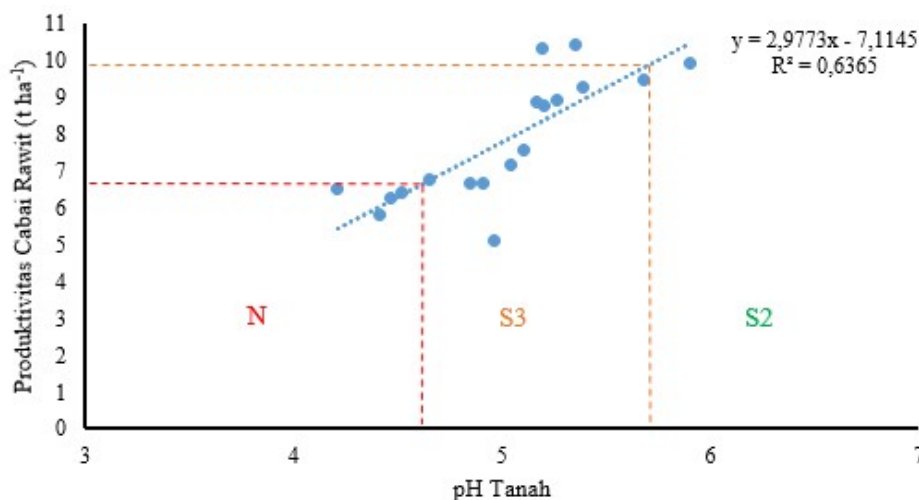
Hasil penilaian kelas kesesuaian lahan pada daerah penelitian menunjukkan adanya perbedaan kelas kesesuaian lahan aktual dengan kelas persentase produktivitas cabai rawit pada beberapa SPT. Berdasarkan perbedaan kelas kesesuaian lahan tersebut maka perlu dilakukan modifikasi kriteria persyaratan tumbuh tanaman terhadap karakteristik lahan yang paling memengaruhi produktivitas cabai rawit di daerah penelitian. Karakteristik lahan tersebut adalah pH tanah dengan nilai $R^2 = 0,637$ berdasarkan hasil uji regresi berganda. Karakteristik lahan berupa pH tanah tersebut kemudian dilakukan penarikan garis batas (*boundary line*) dengan grafik hubungan x (pH tanah) dan y (produktivitas cabai rawit). Penarikan garis batas dilakukan dengan cara memasukkan data pH tanah di lokasi penelitian ke dalam diagram acak, kemudian ditarik garis batas sesuai dengan nilai persentase produktivitas minimum pada setiap kelasnya, dimana kelas S1 = 80% dengan nilai persentase produktivitas 13,2 t ha⁻¹, kelas S2 = 60%, dengan nilai persentase produktivitas 9,9 t ha⁻¹, kelas S3 = 40%, dengan nilai persentase produktivitas 6,6 t ha⁻¹ dan kelas N <40% dengan nilai persentase produktivitas dibawah 6,6 t ha⁻¹ (Gambar 1).

Hubungan pH tanah dengan produktivitas cabai rawit

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan garis persamaan linear hubungan positif antara pH tanah dengan produktivitas tanaman cabai rawit di lapangan dengan nilai koefisien determinasi atau R^2 sebesar 0,6365 dan $r = 0,798$. Hal ini menunjukkan bahwa pH memberikan pengaruh terhadap tinggi atau rendahnya produktivitas tanaman cabai rawit di lapangan sebesar 63,65% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Tanaman cabai rawit akan berproduksi 60–80% atau kelas kesesuaian lahan S2 apabila memiliki nilai pH tanah >5,7, berproduksi 40–60% atau kelas kesesuaian lahan S3 apabila memiliki nilai pH tanah antara 4,6–5,7, dan berproduksi <40%

atau kelas kesesuaian lahan N apabila memiliki nilai pH tanah <4,6 dilihat dari nilai produktivitas yang dihasilkan. Nilai pH (kemasaman tanah) berkaitan dengan indikator kesuburan kimiawi tanah, karena

menggambarkan ketersediaan hara dalam tanah. Menurut Hanafiah (2012), pH optimum untuk ketersediaan unsur hara dalam tanah yaitu sekitar 7,0 karena pada pH ini semua unsur makro tersedia secara maksimum.



Gambar 1. Hubungan pH tanah dengan produktivitas tanaman cabai rawit.

Perubahan nilai karakteristik lahan hasil modifikasi

Perubahan pada nilai kriteria pH tanah yang merupakan karakteristik lahan paling berpengaruh terhadap produktivitas tanaman cabai rawit selanjutnya digunakan untuk menilai kelas kesesuaian lahan baru. Penilaian kelas

kesesuaian lahan baru berdasarkan kriteria modifikasi *boundary line* (garis batas) tersebut diharapkan mampu menghasilkan kelas kesesuaian lahan yang selaras dengan kelas persentase produktivitas tanaman cabai rawit di lapangan. Rincian perubahan nilai pH tanah disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan nilai pada karakteristik lahan yang paling signifikan memengaruhi produktivitas cabai rawit.

Kualitas Lahan/ Karakteristik Lahan	Kelas Kesesuaian	Perubahan Nilai Karakteristik Lahan	
		Ritung <i>et al.</i> (2011)	<i>Boundary Line</i>
Retensi Hara (nr)			
pH H ₂ O	S1	6,0–7,6	-
	S2	5,5–6,0 atau 7,6–8,0	>5,7
	S3	<5,5 atau >8,0	4,6–5,7
	N	-	<4,6

Kriteria kesesuaian lahan hasil modifikasi

Penyusunan kriteria kesesuaian lahan hasil modifikasi dengan metode *boundary line* (garis batas) dilakukan pada karakteristik lahan yang

memiliki pengaruh paling signifikan terhadap produktivitas tanaman cabai rawit di lapangan. Rincian kriteria kesesuaian lahan hasil modifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria kesesuaian lahan tanaman cabai rawit varietas Mhanu F1 di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.

Persyaratan penggunaan/ karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
Temperatur (tc)				
Temperatur rata-rata (°C)	21–27	27–28 16–21	28–30 14–16	>30 <14
Ketersediaan air (wa)				
Curah hujan (mm)	600–1.200	500–600 1.200–1.400	400–500 >1.400	<400
Ketersediaan oksigen (oa)				
Drainase	baik, agak terhambat	agak cepat, sedang	terhambat	sangat terhambat, cepat
Media Perakaran (rc)				
Tekstur	halus, agak halus, sedang	halus, agak halus, sedang	agak kasar	kasar
Kedalaman tanah (cm)	>75	50–75	30–50	<30
Retensi hara (nr)				
KTK tanah (cmol (+) kg ⁻¹)	>16	5–16	<5	-
Kejenuhan basa (%)	>35	20–35	<20	-
**pH H ₂ O	6,0–7,6	*5,7–6,0	*4,6–5,7	*<4,6
C-organik (%)	>1,2	0,8–1,2	<0,8	-
Hara tersedia (na)				
N total (%)	0,21–0,5	0,1–0,2	<0,1	-
P ₂ O ₅ (ppm)	11–15	8–10	5–7 <4	-
K ₂ O (cmol (+) kg ⁻¹)	0,4–0,5	0,1–0,3	<0,1	-
Bahaya erosi (eh)				
Lereng (%)	<3	3–8	8–15	>15
Bahaya erosi	-	sangat ringan	ringan–sedang	berat–sangat berat

Keterangan: 1. Tekstur: halus: liat berpasir, liat, dan liat berdebu; agak halus: lempung berliat, lempung liat berpasir, dan lempung liat berdebu; sedang: lempung berpasir sangat halus, lempung, lempung berdebu, dan debu; agak kasar: lempung berpasir; dan kasar: pasir dan pasir berlempung. 2. **) Karakteristik lahan yang dimodifikasi dan *) Kriteria hasil modifikasi.

Keselarasan kelas kesesuaian lahan aktual, kelas kesesuaian lahan hasil modifikasi, dan kelas persentase produktivitas

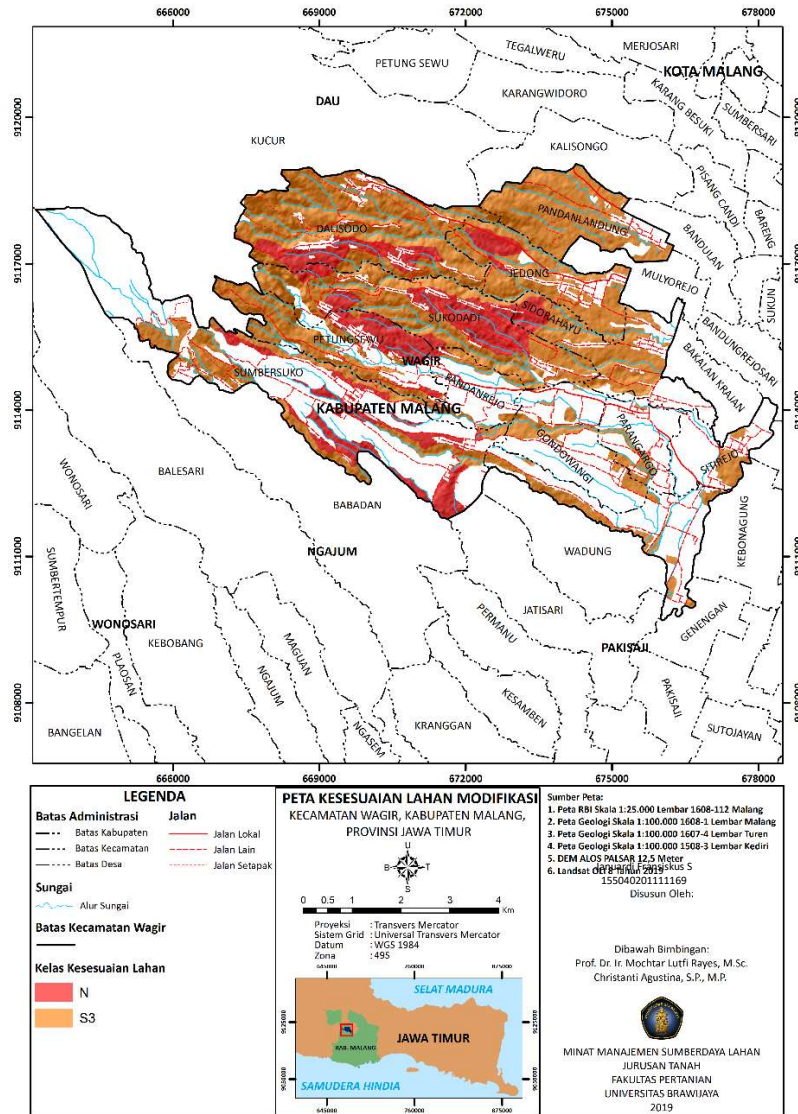
Data kriteria kesesuaian lahan hasil modifikasi menggunakan metode *boundary line* (garis batas) kemudian di *input* ke dalam menu *kriteria* tanaman cabai rawit pada program SPKL 2.1 lalu di *matching* kan kembali dengan data karakteristik lahan yang didapat. Hasil *matching* antara kriteria kesesuaian lahan hasil modifikasi *boundary line* (garis batas) menunjukkan adanya perbedaan antara kelas kesesuaian lahan aktual dengan kelas kesesuaian lahan hasil modifikasi. Perubahan kelas kesesuaian lahan sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi menunjukkan bahwa kelas kesesuaian lahan hasil modifikasi menggunakan metode *boundary line* lebih selaras

dengan kelas persentase produktivitas tanaman cabai rawit di lapangan dibandingkan dengan kelas kesesuaian lahan aktual sebelum dilakukan modifikasi (Tabel 6). Hal tersebut membuktikan bahwa melakukan modifikasi menggunakan metode *boundary line* terhadap karakteristik lahan yang paling memengaruhi produktivitas tanaman cabai rawit akan menghasilkan kelas kesesuaian lahan yang berbeda dengan kelas kesesuaian lahan aktual dan hasilnya akan lebih selaras dengan kelas persentase produktivitas tanaman cabai rawit di lapangan. Kelas kesesuaian, faktor pembatas, dan kecocokan dengan kelas produktivitas tanaman cabai rawit disajikan pada Peta kelas kesesuaian lahan tanaman cabai rawit hasil modifikasi *boundary line* (garis batas) disajikan pada Gambar 2.

Tabel 6. Perbandingan kelas kesesuaian lahan aktual, modifikasi, dan persentase produktivitas.

SPT	Taksa Tanah	Kriteria Ritung <i>et al.</i> (2011)		Kriteria Modifikasi <i>Boundary Line</i>		Persentase Produktivitas		
		KKL	Faktor Pembatas	KKL	Faktor Pembatas	(t ha ⁻¹)	%	KKL
1	Typic Dystrudepts	S3	wa2/na1/na2	S3	wa2/na1/na2	9,89	59,94	S3
2	Typic Humudepts	S3	wa2/nr4/na1/na2/eh1	S3	wa2/nr3/nr4/na1/na2/eh1	9,44	57,21	S3
3	Asosiasi Typic Dystrudepts-	S3	wa2/nr3/nr4/na1/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/nr4/na1/na2/eh1/eh2	8,93	54,12	S3
	Typic Humudepts	S3	wa2/nr2/nr3/na1/na2/eh1	S3	wa2/nr2/nr3/na1/na2/eh1	9,26	56,12	S3
4	Asosiasi Typic Humudepts-	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	6,67	40,42	S3
	Humic Dystrudepts	S3	wa2/nr3/nr4/na1/na2/eh1	S3	wa2/nr3/nr4/na1/na2/eh1	6,67	40,42	S3
5	Asosiasi Typic Dystrudepts-	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	N	nr3	5,81	35,21	N
	Typic Humudepts-	S3	wa2/nr2/nr3/na2/eh1/eh2	N	nr3	6,49	39,33	N
6	Humic Dystrudepts	S3	wa2/nr3/na2/eh1	S3	wa2/nr3/na2/eh1	8,75	53,03	S3
	Kompleks Typic Humudepts-	S3	wa2/nr3/na2/eh1	N	nr3	6,39	38,73	N
7	Humic Dystrudepts-	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	6,73	40,79	S3
	Typic Dystrudepts	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	N	nr3	6,25	37,88	N
8	Kompleks Humic Dystrudepts-	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	8,84	53,58	S3
	Typic Humudepts-	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	7,57	45,88	S3
8	Typic Hapludands	N	eh1	N	eh1	5,12	31,03	N
	Kompleks Humic Dystrudepts-	S3	wa2/nr3/nr4/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/nr4/na2/eh1/eh2	10,41	63,09	S2
8	Typic Humudepts-	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/na2/eh1/eh2	10,29	62,36	S2
	Typic Dystrudepts	S3	wa2/nr3/nr4/na2/eh1/eh2	S3	wa2/nr3/nr4/na2/eh1/eh2	7,16	43,39	S3

Keterangan: 1. wa2: curah hujan; na1: N-total; na2: P-tersedia; nr4: C-organik; nr3: pH; nr2: kejenuhan basa; eh1: lereng; dan eh2: bahaya erosi, dan 2. KKL: Kelas Kesesuaian Lahan; Huruf berwarna hijau menunjukkan kecocokan dengan kelas persentase produktivitas; Huruf berwarna merah menunjukkan ketidakcocokan dengan kelas persentase produktivitas.



Gambar 2. Peta kelas kesesuaian lahan tanaman cabai rawit hasil modifikasi.

Kesimpulan

Kelas kesesuaian lahan tanaman cabai rawit di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang yaitu kelas S3 (sesuai marginal) dan kelas N (tidak sesuai). Faktor-faktor pembatas pada kelas kesesuaian lahan tersebut, yaitu curah hujan, N-total, P-tersedia, pH, C-organik, kejenuhan basa, lereng dan bahaya erosi. Karakteristik yang paling memengaruhi produktivitas tanaman cabai rawit di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang adalah pH tanah. Kriteria persyaratan

tumbuh tanaman cabai rawit menurut Ritung *et al.* (2011) kurang sesuai dengan produktivitas aktual cabai rawit di lapangan sehingga dilakukan modifikasi menggunakan metode *boundary line* (garis batas) terhadap kriteria persyaratan tumbuh tanaman cabai rawit tersebut. Karakteristik lahan yang dimodifikasi adalah pH tanah. Penyusunan persyaratan tumbuh tanaman menghasilkan kriteria pH dengan kelas S1: 6,0–7,6; S2: 5,7–6,0; S3: 4,6–5,7; dan N: <4,6.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada masyarakat di wilayah Kecamatan Wagir yang telah mengizinkan pelaksanaan penelitian di lapangan, dan tak lupa juga penulis sampaikan terima kasih kepada Mey dan Indahyo yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Bachri, S., Sulaeman, Y., Sugrawidjaya, R., Hidayat, H. dan Mulyani, A. 2016. Petunjuk Operasional Sistem Penilaian Kesesuaian Lahan (SPKL) Versi 2.1. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Kabupaten Malang dalam Angka (*Malang Regency in Figures*) 2015.
- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9. p. 771-1572. In. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc., Publisher Wisconsin. USA.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39 - 45.
- Cahyono, B. 2003. Cabai Rawit Teknik Budidaya Dan Analisis Usaha Tani. Kanisius. Yogyakarta.
- FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soil Bulletin No. 32. FAO-Rome.
- Fuady, Z. dan Mustaqim. 2015. Pengaruh olah tanah terhadap sifat fisika tanah pada lahan kering berpasir. *Lentera* 15 (15) : 1–7.
- Hairiah, K., Widiyanto., Utami, S.R., Suprayogo, D., Sunaryo., Sitompul, S.M., Lusiana, B., Mulia, R., Noordwijk, M.V. dan Cadisch, G. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi ; Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. SMT Grafika Desa Putera, Jakarta. 187 hlm.
- Hajek, B.F., Adams, F. and Cope, J.T. 1972. Rapid determination of exchangeable bases, acidity and cation exchange capacity. *Soil Science Society of America Proceedings* 36: 436 - 438.
- Halbanero Company. 2015. Cabe Kecil Varietas Mhanu F1. Terdapat pada <http://www.halbanero.com/details.php?p=2>.
- Hanafiah. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta : Grafindo Persada.
- Handoko. 2005. Klimatologi Dasar. Jakarta: Pustaka Jaya.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta.
- ISRIC. 1993. Procedures for Soil Analysis. In: van Reeuwijk, L.P. (Ed.) Technical Paper, International Soil Reference and Information Centre. Wageningen, The Netherlands. 4th ed. p.100.
- Kementerian Pertanian. 2016. Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian. Terdapat pada <https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp/id/indikator> (Terverifikasi 24 Maret 2019).
- Munawar, A. 2011. Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman. IPB press. Bogor.
- Patti, P.S., Kaya, E. dan Silahooy, Ch. 2013. Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan n oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia* 2(1) : 51–58.
- Rachman, L.M., Wahjunie, E.D., Brata, K.R., Purwakusuma, W. dan Murti Laksono, K. 2013. Fisika Tanah Dasar. Bogor (ID): IPB Pr.
- Raharjeng, A.R.P. 2015. Pengaruh faktor abiotik terhadap hubungan kekerabatan tanaman *Sansevieria trifasciata* L. *Jurnal Biota* 1 (1) : 33–41
- Rayes, M.L. 2007. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Ritung, S., Nugroho, K., Mulyani, A. dan Suryani, E. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. 168 hal.
- Rukmana, R. H. 2002. Usaha Tani Cabai Rawit. Kanisius. Yogyakarta. 117 hal.
- Soil Survey Staff. 2014. Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Ketiga, 2015. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian.
- Sondakh, N., dan J.O. Rengku. 2017. Faktor-faktor yang memengaruhi peningkatan pendapatan usahatani cabai rawit di Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan* 13 (2) : 74–86.
- Sudjadi, M., Widjik, I.M. dan Soleh. M. 1971. Penuntun Analisa Tanah. Publikasi No.10/71, Lembaga Penelitian Tanah, Bogor. 166 hlm.
- Sunarjono, H. 2010. Bertanam 30 Jenis Sayuran. Penebar Swadaya: Depok.
- Tan, K.H. 2010. Principles of soil chemistry 4th ed. CRC press. Georgia, USA.
- Triadiawarman, D. 2018. Kondisi tanah habitat ulin (*Eusideroxylon zageri* T & B) di Preval Taman Nasional Kutai Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Pertanian Terpadu* 6 (1): 11–20.
- Widhaswara, C.Y. dan Sudjito. 2017. Penentuan kawasan agropolitan berdasarkan komoditas unggulan tanaman hortikultura di Kabupaten Malang. *Jurnal Teknik ITS* 6 (2) : 502–506.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media. Yogyakarta.
- Yasin, S., Gusnidar. dan Iskandar, D. 2007. Degradasi lahan pada kebun campuran dan tegalan di Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Solum* 1(1) : 5–9.