

## **V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Kondisi Eksisting dan Fisiografi Wilayah Studi**

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor selain faktor internal dari tanaman itu sendiri yaitu berupa hormon dan genetik tanaman juga dipengaruhi oleh faktor eksternal yang berupa nutrisi tanaman dan lingkungan. Nutrisi tanaman dapat diperoleh dari tanah sedangkan lingkungan berhubungan dengan kondisi fisiografi wilayah. Setiap tanaman memiliki kehendak kondisi fisiografi yang berbeda karena setiap tanaman memiliki karakter yang berbeda dan kebutuhan persyaratan tumbuh yang berbeda. Dengan demikian tanaman dapat tumbuh dan memproduksi hasil secara optimal hanya di wilayah yang kondisi fisiografinya dikendaki. Berikut beberapa karakteristik wilayah studi yaitu Lembaga Masyarakat Daerah Hutan (LMDH) Margo Mulyo, Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Kaliwiro, Bagian Kesatuan Pemangku Hutan (BKPH) Kedu Selatan yang terletak di Desa Candi, Kecamatan Selomerto Kabupaten Wonosobo.

Kecamatan Selomerto beriklim tropis dengan dua musim dalam setahunnya yaitu musim penghujan dan musim kemarau, dengan curah hujan rata-rata per tahun berkisar antara 1.713–4.255 mm/ tahun dan rata-rat suhu udara di Kecamatan Selomerto mencapai antara 20 – 26,5 derajat celcius dengan kelembaban udara 70,9 - 71,2% RH (Kecamatan Selomerto Dalam Angka 2017).

Kondisi lahan yang berada di hutan LMDH Margo Mulyo adalah lahan yang digunakan untuk pengembangan hutan tanaman industri yaitu pohon pinus,

kondisi tanah di kawasan hutan LMDH Margo Mulyo adalah seragam jika dilihat dari warnanya.

Tabel 1. Keadaan PH, Kemiringan Tanah dan Drainase di Kecamatan Selomerto, 2016

Desa/Kelurahan		pH Tanah	Kemiringan Tanah	Drainase
1	Kecis	4,7-6,5	15-25	BAIK
2	Kaliputih	4,7-6,5	15-25	BAIK
<b>3</b>	<b>Candi</b>	<b>4,7-6,5</b>	<b>15-35</b>	<b>BAIK</b>
4	Balekambang	4,7-6,5	15-40	BAIK
5	Karangrejo	4,7-6,5	20-35	BAIK
6	Krasak	4,7-6,5	20-30	BAIK
7	Gunungtawang	4,7-6,5	15-35	BAIK
8	Pakuncen	4,7-6,5	15-30	BAIK
9	Selomerto	4,7-6,5	15-35	BAIK
10	Sumberwulan	4,7-6,5	15-30	BAIK
11	Plobangan	4,7-6,5	15-35	BAIK
12	Simbarejo	4,7-6,5	15-40	BAIK
13	Wulungsari	4,7-6,5	15-40	BAIK
14	Bumitirto	4,7-6,5	15-30	BAIK
15	Semayu	4,7-6,5	15-30	BAIK
16	Adiwarno	4,7-6,5	15-40	BAIK
17	Kadipaten	4,7-6,5	15-35	BAIK
18	Sinduagung	4,7-6,5	15-40	BAIK
19	Wilayu	4,7-6,5	15-35	BAIK
20	Kalierang	4,7-6,5	15-30	BAIK
21	Wonorejo	4,7-6,5	15-30	BAIK
22	Sidorejo	4,7-6,5	15-30	BAIK
23	Tumenggungan	4,7-6,5	15-30	BAIK
24	Ngadimulyo	4,7-6,5	15-40	BAIK

Sumber : Kecamatan Selomerto Dalam Angka 2017.

Tabel 2. Asal Tanah, Kedalaman, dan Tinggi Tanah di Kecamatan Selomerto, 2016

Desa/Kelurahan		Asal Tanah	Kedalaman Tanah	Ketinggian (mdpl)
1	Kecis	Latosol	50-60	532
2	Kaliputih	Latosol	50-60	550
<b>3</b>	<b>Candi</b>	<b>Latosol</b>	<b>55-75</b>	<b>597</b>
4	Balekambang	Latosol	50-60	597
5	Karangrejo	Latosol	55-80	567
6	Krasak	Latosol	50-70	529
7	Gunungtawang	Latosol	50-60	493
8	Pakuncen	Latosol	50-60	574
9	Selomerto	Latosol	55-75	579
10	Sumberwulan	Latosol	50-70	576
11	Plobangan	Latosol	50-75	575
12	Simbarejo	Latosol	50-60	626
13	Wulungsari	Latosol	50-70	617
14	Bumitirto	Latosol	50-70	653
15	Semayu	Latosol	50-60	691
16	Adiwarno	Latosol	50-60	708
17	Kadipaten	Latosol	50-80	668
18	Sinduagung	Latosol	50-60	671
19	Wilayu	Latosol	50-75	594
20	Kalierang	Latosol	50-80	650
21	Wonorejo	Latosol	50-70	696
22	Sidorejo	Latosol	50-70	710
23	Tumenggungan	Latosol	50-65	743
24	Ngadimulyo	Latosol	50-70	724

Sumber : Kecamatan Selomerto Dalam Angka 2017.

## B. Analisis Kesesuaian Lahan

### 1. Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman sebab setiap tanaman menghendaki temperatur berbeda-beda sesuai dengan syarat tumbuh tanaman tertentu agar dapat tumbuh baik dan hasil produksinya maksimal. Selain dapat mempengaruhi laju tranpirasi temperatur juga berpengaruh terhadap laju dekomposisi bahan organik,

menurut Russel, 1973 (*cit.* Hanafiah. 2014) umumnya proses dekomposisi maksimum pada temperature 30-40 °C pada temperature dibawah 30 °C atau diatas 45 °C proses dekomposisi terhambat. Makin ke daerah dingin kadar bahan organik dan N makin tinggi, dengan penambahan kadar 2-3 kali untuk setiap suhu tahunan turun 10 °C.

Berdasarkan kondisi fisiografis tahun 2016, temperatur rrata-rata di Kecamatan Selomerto mencapai antara 20 – 26,5 °C. Dengan temperatur tahunan dibawah 30 °C maka dapat dikateorikan kelas termperturnya dingin, tanaman porang masih dapat tumbuh baik pada suhu rata-rata 22-30 °C sehingga dalam kelas kesesuaian untuk tanaman porang termasuk S1.

## 2. Ketersediaan Air

Air merupakan salah satu komponen penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Air berperan sebagai bahan penyusun utama dari pada protoplasma sel. Selain itu, air juga berperan penting sebagai bahan baku utama dalam melangsungkan proses fotosintesis. Pengangkutan asimilasi fotosintesis ke seluruh bagian tanaman juga hanya dimungkinkan melalui pergerakan air dalam tubuh tanaman dikarenakan sebagian besar nutrisi dalam bentuk terlarut. Peran air yang sangat penting tersebut menyebabkan jumlah pemakaian air oleh tanaman akan berkolerasi positif dengan produksi biomassa tanaman, hanya sebagian kecil dari air yang diserap oleh tanaman akan menguap melalui stomata dan proses transpirasi (Crafs *et al.*, 1949 ; Dwidjoseputro, 1984).

a. Curah hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal. Tanaman porang dapat tumbuh dengan baik pada intensitas hujan antara 1.200-2.000 mm/tahun. Intensitas curah hujan yang tinggi berdampak buruk terhadap pertumbuhan tanaman porang dikarenakan dapat menyebabkan lahan tergenang oleh air sehingga memicu terjadinya pembusukan pada bagian akar tanaman terutama bagian umbi. Selain itu, lahan yang tergenang akibat intensitas curah hujan yang tinggi juga menyebabkan ketersediaan oksigen dalam tanah menjadi terbatas yang mengganggu kondisi tata udara dalam tanah sehingga menghambat respirasi dan absorpsi unsur hara oleh akar tanaman. Berikut data curah hujan di kabupaten Wonosobo tersaji dalam Tabel 8.

Pada data curah hujan Kabupaten Wonosobo tahun 2010-2016 (tabel 9) rata-rata curah hujan Kecamatan Selomerto 3.094 mm/tahun. Dalam kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman porang maka kondisi tersebut berada pada tingkat S2 atau sesuai.

Tabel 3. Banyaknya Curah Hujan Dirinci Menurut Kecamatan di Kabupaten Wonosobo, 2010-2016

No	Kecamatan	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Wadaslintang	1.632	3.844	3.426	2.778	2.427	3.240	2.521
2	Kepil	Na						
3	Sapuran	2.829	5.399	3.282	3.308	3.811	4.009	2.803
4	Kalibawang	Na	Na	3.933	4.300	4.820	4.049	2.979
5	Kaliwiro	3.627	4.202	3.070	3.436	3.760	2.612	2.898
6	Leksono	Na						
7	Sukoharjo	3.081	1.554	3.345	3.438	3.257	2.833	2.673
8	Selomerto	3.357	3.821	2.937	2.407	3.242	3.307	2.589
9	Kalikajar	1.865	6.656	3.965	3.752	3.706	3.893	3.367
10	Kertek	766	Na	Na	2.777	Na	1.660	1.295
11	Wonosobo	1.972	4.400	2.787	3.094	3.353	3.489	3.457
12	Watumalang	622	Na	Na	3.890	3.361	2.389	2.456
13	Mojotengah	1.984	5.621	3.343	3.249	3.430	3.183	2.757
14	Garung	3.057	4.798	3.429	3.717	3.178	3.014	3.212
15	Kejajar	2.310	4.529	2.806	3.029	3.203	3.157	2.136
Rata-rata		2.258	4.482	3.301	3.321	3.462	3.241	2.703

Sumber : Wonosobo Dalam Angka 2016,2017.

#### b. Kelembaban

Kelembaban adalah ukuran jumlah uap air di udara, kandungan uap air di udara berubah-ubah bergantung pada suhu makin tinggi suhu, makin banyak kandungan uap airnya. Kelembaban dibutuhkan oleh tanaman agar tubuhnya tidak cepat kering karena penguapan. Dalam pertumbuhan tanaman kelembaban udara dapat berpengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi. Jika kelembaban rendah, maka laju transpirasi dan penyerapan air dan zat-zat mineral akan meningkat sehingga ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman juga meningkat. Dan sebaliknya, jika kelembaban tinggi, maka laju transpirasi dan penyerapan zat-zat nutrisi juga rendah. Berdasarkan kondisi fisiografis Kecamatan Selomerto (Kecamatan Selomerto Dalam Angka 2017), rata-rata kelembaban

udara 70,9 - 71,2 % RH. Jika disesuaikan dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman porang, termasuk dalam kelas S1 atau sesuai.

### 3. Ketersediaan Oksigen

Oksigen dapat diperoleh dari udara bebas dan juga udara dalam tanah. Ketersediaan oksigen dalam tanah dapat dilihat dari banyaknya pori makro dan mikro tanah. Pori makro tanah menunjukkan banyaknya ketersediaan udara, sedangkan pori mikro banyak menahan air. Oleh karena itu untuk mengetahui pori makro dan mikro dalam tanah dapat dilihat dari proses drainase.

#### a. Drainase

Drainase tanah menunjukkan kecepatan meresapnya air dari tanah atau keadaan tanah yang menunjukkan lamanya dan seringnya jenuh air. Drainase tanah ditentukan dengan menggunakan permeabilitas atau menghitung kecepatan infiltrasi air (dalam cm) pada tanah tertentu dalam keadaan jenuh air dalam satu jam.

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan kecepatan infiltrasi air 9 cm/jam termasuk kelas (tabel 10) agak cepat. Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka kondisi lahan ini jika disesuaikan dengan kelas kesesuaian lahan pada tanaman porang maka termasuk ke dalam kelas S2. Hasil ini didukung data Kecamatan Selomerto (tabel 7) yang menyebutkan bahwa kondisi drainase Kecamatan Selomerto baik.

Tabel 4. Kelas permeabilitas dan perkolasi tanah

Kelas	Permeabilitas (mm/jam)	Perkolasi (menit/inchi(= 2,54 cm))
Lambat: 1. Sangat lambat	<1,25	<1.200
2. lambat	1,25-5,0	300-1.200
Sedang: 3. agak lambat	5,0-16	75-300
4. sedang	16-50	24-75
5. agak cepat	50-160	12-24
Cepat: 6. Cepat	160-250	6-12
7. sangat cepat	>250	<6

Sumber: Kemas Ali Hanafiah 2014

#### 4. Media Perakaran

Peran utama tanah sebagai media tumbuh adalah sebagai tempat akar mencari ruang untuk berpenetrasi baik secara lateral atau horizontal maupun vertikal. Kemampuan akar dalam berpenetrasi tergantung pada ruang pori-pori yang terbentuk diantara partikel-partikel tanah (tekstur dan struktur). Kerapatan porositas tersebut menentukan kemudahan air untuk bersirkulasi dengan udara (drainase dan aerasi). Parameter media perakaran dapat mencerminkan sifat fisik tanah di lokasi penelitian yang secara langsung juga akan berperan terhadap sifat kimiawi dan biologis tanah. Pada parameter media perakaran terdapat 3 komponen pengamatan yaitu drainase tanah, kedalaman efektif dan tekstur tanah.

##### a. Tekstur

Tekstur tanah berkaitan erat dengan sifat fisik dan kimia tanah. Tanah yang lebih didominasi oleh fraksi pasir akan memudahkan akar tanaman untuk berpenetrasi akan tetapi tanah menjadi lebih porus atau lebih mudah dalam meloloskan air, sebaliknya bila tanah didominasi oleh fraksi liat maka akan mempersulit akar tanaman untuk berpenetrasi tetapi tanah semakin tidak porus. Selain itu tanah yang lebih didominasi oleh fraksi liat cenderung lebih subur

karena sebagian besar fraksi liat merupakan koloid tanah yaitu partikel bermuatan listrik yang aktif berperan sebagai tempat terjadinya pertukaran anion dan kation, sehingga menentukan kadar dan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Oleh karena itu, tanah yang baik adalah tanah yang memiliki komposisi ideal dari ke dua fraksi tersebut. Ubi porang dapat tumbuh secara optimal pada tanah bertekstur halus, agak halus dan sedang dikarenakan terkait dengan kebutuhan ubi porang terhadap ruang untuk perpanjangan dan pembesaran umbi. Pengelompokan kelas tekstur dijelaskan pada (tabel 12).

Tabel 5. Proporsi fraksi menurut kelas tekstur tanah (USDA)

Kelas tekstur tanah	Proporsi (%) fraksi tanah		
	Pasir	Debu	Liat
Pasir ( <i>sandy</i> )	>85	<15	<10
Pasir berlempung ( <i>loam sandy</i> )	70-90	<30	<15
Lempung berpasir ( <i>sandy loam</i> )	40-87,5	<50	<20
Lempung ( <i>loam</i> )	22,5-52,5	30-50	10-30
Lempung liat berpasir ( <i>sandy-clay loam</i> )	45-80	<30	20-37,5
Lempung liat berdebu ( <i>sandy-silt loam</i> )	<20	40-70	27,5-40
Lempung berliat ( <i>clay loam</i> )			
Lempung berdebu ( <i>silty loam</i> )	20-45	15-52,5	27,5-40
Debu ( <i>silt</i> )	<47,5	50-87,5	<27,5
Liat berpasir ( <i>sandy-clay</i> )	<20	>80	<12,5
Liat berdebu ( <i>silty-clay</i> )	45-62,5	<20	37,5-57,5
Liat ( <i>clay</i> )	<20	40-60	40-60
	<45	<40	>40

Sumber: Kemas Ali Hanafiah 2014.

Tabel 6. Pengelompokan kelas tekstur

<b>Tekstur</b>	<b>Keterangan</b>
Halus (h)	Liat berpasir, liat, liat berdebu
Agak Halus (ah)	Lempung berliat, lempung liat berpasir, lempung liat berdebu
Sedang (s)	Lempung berpasir sangat halus, lempung, lempung berdebu, debu
Agak Kasar (ak)	Lempung berpasir
Kasar (k)	Pasir, pasir berlempung
Sangat Halus (sh)	Liat (tipe mineral liat 2:1)

Sumber: Kemas Ali Hanafiah 2014.

Tabel 7. Hasil dan analisis tekstur tanah

No	Kode Sampel	Pasir %	Debu %	Liat %	Kelas tekstur (USDA)	Tekstur
1	Sampel 1	36,47%	17,89%	45,64%	Liat	Halus
2	Sampel 2	29,69%	22,75%	47,56%	Liat	Halus
3	Sampel 3	44,54%	22,83%	32,63%	Lempung berliat	Agak halus
4	Sampel 4	26,77%	21,81%	51,42%	Liat	Halus
5	Sampel 5	32,56%	17,92%	49,52%	Liat	Halus

Sumber : Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung.

Berdasarkan hasil analisis (tabel 13), maka tekstur tanah di LMDH Margo Mulyo jika disesuaikan dengan kelas kesesuaian lahan pada tanaman porang maka termasuk ke dalam kelas S1.

#### b. Bahan Kasar

Bahan kasar yaitu bebatuan yang ukurannya lebih dari 2 mm yang terdapat pada permukaan tanah pada saat pengambilan sampel. Dari hasil survei lapangan yang telah dilakukan menyatakan bahwa lahan di kawasan hutan RPH Kaliwiro terdapat <15% bahan kasar berdasarkan kelas bahan kasar (tabel 14), bahan kasar dilahan ini termasuk sedikit, jika disesuaikan dengan kesesuaian tanaman porang maka termasuk kedalam kelas S1.

Tabel 8. Pengelompokan kelas bahan kasar

<b>Bahan Kasar (%)</b>	<b>Uraian</b>
Sedikit	<15%
Sedang	15-35%
Banyak	35-60%
Sangat banyak	>60%

Sumber: Sofyan Ritung, dkk. 2011

### c. Kedalaman Efektif Tanah

Kedalaman efektif tanah adalah kedalaman tanah yang masih dapat di tembus oleh akar tanaman. Pengamatan kedalaman efektif tanah di lakukan dengan mengamati penyebaran akar tanaman, banyaknya akar halus maupun akar kasar. Kedalaman efektif tanah dapat di ukur dari permukaan tanah sampai lapisan kedap air yang bisa di tembus oleh akar tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan kedalaman tanah Desa Candi lebih dari 52 cm, berdasarkan kelas kedalaman tanah (tabel 15) lahan tersebut termasuk kelas sedang. Kondisi lahan ini jika disesuaikan dengan kelas kesesuaian lahan pada tanaman porang maka termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai.

Tabel 9. Kelas kedalaman tanah

Kelas kedalaman	Uraian
Sangat dangkal	<20 cm
Dangkal	20-50 cm
Sedang	>50-75 cm
Dalam	>75 cm

Sumber: Sofyan Ritung, dkk. 2011

## 5. Retensi Hara

Kesuburan tanah adalah suatu keadaan tanah dimana tata air, udara dan unsur hara dalam keadaan cukup seimbang dan tersedia sesuai kebutuhan tanaman, baik fisik, kimia dan biologi tanah. Selain sifat fisik tanah, sifat kimia

tanah juga menjadi salah satu kualitas lahan yang penting untuk diamati atau diketahui seperti retensi hara. Ada beberapa karakteristik lahan yang perlu dilakukan analisis laboratorium dalam mengetahui retensi hara antara lain KTK, pH, dan C-organik. Berikut adalah hasil analisis laboratorium KTK, pH dan C-organik yang disajikan dalam tabel 16.

Tabel 10. Hasil pengujian KTK, pH, C-organik

Nomor	Kode Sampel	pH (H <sub>2</sub> O)	C-organik	KTK/CEC
			%	Cmol <sup>(+)</sup> kg
1	Sampel 1	6,90	2,53	10,66
2	Sampel 2	6,93	2,48	10,85
3	Sampel 3	6,92	2,69	12,49
4	Sampel 4	6,90	2,44	11,68
5	Sampel 5	6,91	2,81	12,87

Sumber: Laboratorium Universitas Lampung dan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Tabel 11. Pengelompokan kelas KTK, Salinitas, C-organik dan pH.

Sifat Tanah		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
KTK (CEC) (cmol <sup>(+)</sup> /kg)		< 5	<b>5 – 16</b>	17 – 24	25 – 40	>60
Salinitas (DHL) Ece x 10 <sup>3</sup> (mmhos/cm)		<1	1-2	2-3	3-4	>4
C-organik (%)		<1	1-2	<b>2,1-3</b>	3,1-5	>5 (gambut)
pH (H <sub>2</sub> O)	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Sangat Masam
	<4,5	4,5-5,5	5,6 – 6,5	<b>6,6-7,5</b>	7,6 – 8,5	> 8,5

Sumber: Sofyan Ritung, dkk. 2011

#### a. KTK

Kapasitas tukar kation atau yang biasa disingkat dengan KTK merupakan jumlah keseluruhan kation terserap yang dapat dipertukarkan per satuan bobot

tanah dan dinyatakan dalam *miliequivalen per 100 gram* tanah kering oven. Bagian fraksi tanah yang memiliki muatan listrik negatif (anion) dan positif (kation) disebut dengan koloid, yang terdiri dari partikel liat dan partikel organik atau humus. Muatan listrik yang terjadi pada permukaan koloid anorganik (liat) dan organik terjadi akibat adanya pemutusan rantai senyawa-senyawa kimiawi (rantai Si dan Al pada koloid liat serta rantai C pada koloid organik) selama proses pelapukan mineral dan dekomposisi bahan organik (Kemas Ali Hanafiah, 2014). Jumlah kation yang dapat dipertukarkan tergantung pada pelapukan mineral-mineral tanah, tetapi derajat pertukarannya ditentukan oleh valensi kation dan radius hidrasinya. Secara umum efisiensi pertukaran kation dalam tanah adalah (dari tinggi ke rendah) :  $Al > Ca > Mg > K > Na : H$  tergantung pada sifat hidrasinya. Ca memiliki valensi 2 dan nilai hidrasinya lebih kecil, sedangkan Na memiliki valensi 1 dan nilai hidrasinya lebih besar, sehingga Ca lebih kuat diikat dalam koloid tanah dibandingkan dengan Na. Basa-basa yang dapat dipertukarkan meliputi Kalium (K), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg). Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan sifat kimia tanah yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi maka dapat menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik dibandingkan tanah dengan KTK rendah, karena unsur-unsur hara tersebut tidak mudah hilang tercuci oleh air (Hardjowigeno, 1995 dalam Sinaga 2010).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium (tabel 16), dapat diketahui nilai KTK di lahan RPH Kaliwiro 10-12  $Cmol^{(+)} kg$  jika dikelompokkan dalam klasifikasi KTK (tabel 17), lahan ini termasuk dalam kelas KTK rendah, jika

disesuaikan dengan kelas kesesuaian tanaman porang yang menghendaki nilai KTK lebih dari 16 Cmol(+) kg maka lahan ini termasuk kelas S3 (kurang dari 16).

#### b. pH

pH tanah merupakan ukuran kemasaman tanah atau kebasahan tanah. Tanah ber pH 7 adalah tanah bereaksi netral, tanah ber pH lebih dari 7 adalah tanah bereaksi basa dan tanah ber pH lebih rendah dari 7 merupakan tanah bereaksi asam atau yang dikenal sebagai tanah masam (*acid soils*) (Abdul Madjid, 2016).

pH (*potential of hidrogen*) tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan unsur hara dalam tanah. Menurut Soomro *et al.* (2012 dalam Fitrieningdyah 2016), ketersediaan unsur hara makro dan mikro dalam tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Pada tanah agak masam hingga agak alkalis, ketersediaan unsur makro dan Mo meningkat (kecuali P), sedangkan hara P, Fe, Mn, Zn Cu, and Co menjadi tidak tersedia sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pada tanah masam, hara mikro (kecuali Mo and Bo) mengalami penurunan, tanah yang memiliki pH tinggi dapat menimbulkan masalah fiksasi P sehingga mengurangi ketersediaan hara bagi tanaman.

Pengukuran pH tanah merupakan salah satu hal terpenting yang harus dilakukan untuk mengetahui kesuburan tanah agar kondisi pH tanah sesuai dengan persyaratan tumbuh tanaman sebab setiap tanaman memerlukan pH tanah yang berbeda-beda untuk proses produksi yang optimal dan pertumbuhannya (Eviati dan Sulaeman, 2009).

Tanaman porang menghendaki pH antara 6,0-7,0 pada kondisi pH tanah demikian, unsur hara yang terdapat dalam tanah dapat dengan mudah larut dalam

air, sehingga unsur hara mudah diserap tanaman. Berdasarkan hasil analisis laboratorium (tabel 16) pada masing-masing sampel menunjukkan bahwa tanah di hutan LMDH Margo Mulyo memiliki pH 6,90-6,93 jika dikelompokkan dalam klasifikasi pH termasuk tanah dengan pH netral, jika disesuaikan dengan kesesuaian tanaman porang termasuk kelas sesuai atau S1.

#### c. C-Organik

C-Organik yaitu senyawa karbon yang berasal dari bahan organik di dalam tanah. Kadar C-organik tanah cukup bervariasi, tanah mineral biasanya mengandung C-organik antara 1-9%, sedangkan tanah gambut dan lapisan organik tanah hutan dapat mengandung 40-50% C-organik dan biasanya <1% di tanah gurun pasir (Fadhilah, 2010 dalam Muhammad Fadhli, 2014).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium kandungan C-organik yang disajikan dalam (tabel 16), diketahui lahan RPH Kaliwiro memiliki kandungan C-organik sebesar 2,48-2,81%. Dalam klasifikasi kandungan C-organik (tabel 17) lahan tersebut termasuk dalam kelas sedang, jika disesuaikan dengan kesesuaian tanaman porang lahan ini termasuk kelas S1.

## 6. Toksisitas

### a. Salinitas

Garam-garam atau  $\text{Na}^+$  yang dapat dipertukarkan akan mempengaruhi sifat-sifat tanah jika terdapat dalam keadaan berlebihan dalam tanah. Peningkatan konsentrasi garam terlarut di dalam tanah akan meningkatkan tekanan osmotik sehingga menghambat penyerapan air dan unsur-unsur hara yang berlangsung

melalui proses osmosis. Jumlah air yang masuk ke dalam akar akan berkurang sehingga mengakibatkan menipisnya jumlah persediaan air dalam tanaman. (Follet et al., 1981 dalam Wanti Mandiri 2009).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium (tabel 18), nilai salinitas tanah RPH Kaliwiro yaitu 0,14-0,16 mmhos/cm, apabila dikelompokkan dalam kalsifikasi salinitas (tabel 17) lahan termasuk kelas sangat rendah, kelas lahan tersebut apabila disesuaikan dengan tanaman porang termasuk kelas s1.

Tabel 12. Salinitas tanah

Kode Sampel	Salinitas (mmhos/cm)
Sampel 1	0,14
Sampel 2	0,19
Sampel 3	0,18
Sampel 4	0,18
Sampel 5	0,14
Rata-rata	0,16

Sumber : Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

## 6. Hara Tersedia

Selain nitrogen, unsur fosfat merupakan salah satu nutrisi utama esensial bagi tanaman. Peranan fosfat yang terpenting bagi tanaman adalah memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran serta memacu pertumbuhan generatif tanaman. Kalium juga mempunyai peran yang tidak kalah penting dengan unsur N dan P, kalium berperan meningkatkan resistensi terhadap penyakit tertentu, dan meningkatkan pertumbuhan perakaran. Kalium cenderung menghalangi kerebahan tanaman dan melawan efek buruk akibat pemberian nitrogen yang berlebihan, dan berpengaruh mencegah kematangan yang dipercepat oleh hara fosfor. Secara umum kalium berfungsi menjaga

keseimbangan, baik pada nitrogen maupun pada fosfor (Rikardo *et al.*, 2015 dalam Fitriiningdyah 2016).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium (tabel 19) jika dibandingkan dengan kriteria penilaian hasil analisis tanah (tabel 20), maka hasil analisis unsur hara untuk kadar N mempunyai nilai tinggi, sedangkan P dan K mempunyai nilai sangat rendah sehingga perlu dilakukan pemupukan.

Tabel 13. Hara tersedia

Nomor	Kode sampel	N-total (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Mg/100g	
1	Sampel 1	0,38	0,079	3,51
2	Sampel 2	0,61	0,084	23,79
3	Sampel 3	0,65	0,072	13,26
4	Sampel 4	0,67	0,081	3,51
5	Sampel 5	0,54	0,079	3,9
Rata-rata		0,57	0,079	9,594

Sumber: Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung dan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Menurut Balai Penelitian Tanah (2009) kriteria penilaian hasil analisis tanah yaitu sebagai berikut dalam tabel 19.

Tabel 14. Kriteria penilaian hasil analisis tanah.

Parameter Tanah	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N-Total (%)	< 0,1	0,1- 0,2	0,21- 0,5	<b>0,75</b>	>0,75
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCL 25% (mg/100g)	< <b>15</b>	15 -20	21- 40	41-60	>60
K <sub>2</sub> O HCL 25% (mg/100g)	< <b>10</b>	10 – 20	21- 40	41-60	>60

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2009).

## 7. Bahaya Erosi

### a. Kemiringan

Berdasarkan hasil survei lapangan, dengan menggunakan alat *clinometers* untuk melihat tingkat kemiringan lahan, diketahui bahwa lahan di hutan Lembaga Masyarakat Daerah Hutan (LMDH) Margo Mulyo memiliki kemiringan 25%. Kemiringan 25% termasuk dalam kelas kesesuaian lahan S3 yang artinya lahan mempunyai pembatas kemiringan lahan yang cukup berat, sehingga sangat mempengaruhi ketersediaan nutrisi tanah yang mudah tercuci aliran air.

### b. Bahaya Erosi

Kawasan hutan LMDH Margo Mulyo berdasar hasil survei lapangan yaitu dengan cara wawancara dengan pemangku hutan setempat, kawasan tersebut memiliki tingkat bahaya erosi yang sangat rendah, sebab walaupun dengan kemiringan yang cukup tinggi lahan di LMDH Margo Mulyo merupakan kawasan hutan produksi sehingga mampu menahan bahaya erosi. Dengan demikian untuk kesesuaian lahannya termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai.

## 8. Bahaya Banjir

Bahaya banjir ditetapkan dari kombinasi kedalaman banjir (X) dan lamanya banjir (Y). Kedua data tersebut dapat diperoleh melalui wawancara dengan penduduk setempat di lapangan. Bahaya banjir dengan symbol  $f_x$ ,  $y$  dimana  $x$  adalah simbol kedalaman air genangan dan  $y$  adalah lamanya banjir, disajikan dalam (tabel 21). Berdasarkan hasil survei lapangan, tingkat bahaya banjir di

LMDH Margo Mulyo termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai untuk tanaman porang karena tidak pernah terjadi genangan atau banjir di kawasan ini.

Tabel 15. Kelas bahaya banjir

Simbol	Kelas bahaya banjir	Kedalaman banjir (X) (cm)	Lama banjir (Y) (bulan/tahun)
F0	Tidak ada	Dapat diabaikan	Dapat diabaikan
F1	Ringan	<25 25-50 50-150	<1 <1 <1
F2	Sedang	<25 25-50 50-150 >150	1-3 1-3 1-3 <1
F3	Agak berat	<25 25-50 50-150	3-6 3-6 3-6
F4	Berat	<2 25-50 50-150 >150 >150 >150	>6 >6 >6 1-3 3-6 >6

Sumber: Sofyan Ritung dkk. 2011.

## 9. Penyiapan Lahan

Hasil survei lapangan yang telah dilakukan menyatakan bahwa jumlah batuan di permukaan yaitu sebanyak 0% dan singkapan batuan 0%, sehingga jumlah batuan di permukaan dan juga singkapan batuan termasuk ke dalam kelas kesesuaian S1 atau sangat sesuai untuk tanaman porang. Permukaan tanah yang terlalu banyak bebatuan akan mengakibatkan terhambatnya pengolahan tanah.

### C. Evaluasi Kelas Kesesuaian Lahan

Evaluasi kesesuaian lahan dilakukan untuk menganalisis potensi lahan yang kemudian dibandingkan dengan persyaratan tumbuh tanaman porang,

dengan demikian dapat diperoleh kelas kesesuaian lahan di hutan LMDH Margo Mulyo untuk tanaman porang. Penentuan kelas kesesuaian lahan menurut Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka (2011) salah satu metode yang dapat digunakan yaitu dengan metode FAO (1976), dimana kerangka dari sistem klasifikasi kesesuaian lahan ini mengenal 4 (empat) kategori, yaitu:

1. Ordo: menunjukkan apakah suatu lahan sesuai atau tidak untuk penggunaan tertentu.
2. Kelas: menunjukkan tingkat kesesuaian lahan.
3. Sub-kelas: menunjukkan jenis pembatas atau macam perbaikan yang harus dijalankan dalam masing-masing kelas.
4. Unit: menunjukkan perbedaan-perbedaan besarnya penghambat yang berpengaruh dalam pengolahan suatu sub-kelas.

Kesesuaian lahan yang dianalisis ada dua macam yaitu kesesuaian lahan aktual dan kesesuaian lahan potensial. Kesesuaian lahan aktual yaitu kelas kesesuaian alami yang ada pada saat ini atau belum dilakukan usaha perbaikan atau pengelolaan terhadap pembatas-pembatas, sedangkan kesesuaian lahan potensial yaitu kondisi lahan yang akan dicapai setelah adanya usaha perbaikan. Kesesuaian lahan aktual dianalisis dengan menggunakan metode *matching* atau mencocokkan antara kondisi fisiografi wilayah dan analisis sampel tanah dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman. Tabel 22 menyajikan kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman porang di RPH Kaliwiro sedangkan untuk jenis usaha perbaikan dan tingkat perbaikan kualitas lahan aktual untuk menjadi potensial sebagaimana disajikan dalam tabel 23 dan tabel 24.

Usaha perbaikan merupakan salah satu usaha yang bertujuan untuk meningkatkan kelas kesesuaian lahan agar menjadi lebih baik atau dapat sesuai dengan kriteria kesesuaian lahan tanaman pangan. Berdasarkan tingkat pengelolaan usaha perbaikan yang dilakukan dibedakan menjadi 3 tingkat yaitu rendah, sedang dan tinggi (tabel 23).

Tabel 16. Kelas Kesesuaian Lahan Aktual hutan LMDH Margo Mulyo

Persyaratan penggunaan/ karakteristik lahan		Kelas Kesesuaian Lahan				Nilai	Kelas
		S1	S2	S3	N		
<b>Temperatur (tc)</b> Temperatur rerata		22-30	14-<22 dan >30-35	6-<14	<6	22-30 <sup>0</sup> C	S1
<b>Ketersediaan air (wa)</b> Curah hujan (mm)		1.200-2.000	400-<1.200 >2.000-2.800	<400	-	3.094 mm/tahun	S2
<b>Ketersediaan Oksigen (oa)</b> Drainase		baik, agak terhambat	agak cepat, sedang	Terhambat	Sangat terhambat, cepat	Agak cepat	S2
<b>Media Perakaran (rc)</b> Tekstur		halus, agak halus, sedang <15 >75	-	Agak kasar	Kasar	Halus, sedang	S2
Bahan kasar (%)			15-35	35-55	>55	<15%	S1
Kedalaman tanah (cm)			50 - 75	20 - 50	<20	52 cm	S2
<b>Retensi Hara (nr)</b> KTK liat (cmol)		>16	<16			10,66-12,87 6,90-6,93	S3
pH H <sub>2</sub> O		5,0-7,0	4,0-5,0 dan 7,0-7,5	<4,0 dan > 7,5		2,44-2,81	S1
C-organik (%)		>1,2	0,8 - 1,2	<0,8			S1
<b>Toksisitas (xc)</b> Salinitas (mmhos/cm)		<4	4-6	6-8	>8	0,14-0,19	S1
<b>Sodisitas (xn)</b> Alkalinitas/ESP(%)		Na	Na	Na	Na		
<b>Bahaya sulfidik (xs)</b> Kedalaman sulfid (cm)		Na	Na	Na	Na		
<b>Bahaya Erosi</b> Lereng (%)		< 8	9-15	15-30	> 30	25%	S3
Bahaya Erosi		Sangat rendah	Rendah- sedang	Berat		Sangat rendah	S1
<b>Bahaya banjir (fh)</b> Genangan		F0	F1	F2	> F2	F0	S1
<b>Penyiapan lahan</b> Batuan di permukaan (%)		< 5	5 - 15	15 - 40	> 40	<5	S1
Singkapan Batuan (%)		< 5	5 - 15	15 - 25	> 25	<5	S1
<b>Kesesuaian lahan</b>		<b>Usaha perbaikan</b>				<b>Faktor pembatas</b>	
Unit	Kelas	KTK: Penambahan bahan organik.				Wa	
S3-nr-e	S3-nr1-e1	Lereng: Pengurangan laju erosi pembuatan teras, penanaman sejajar kontur dan penanaman penutup tanah.				Oa Rc 1 Rc 3 Nr 1 E 1	

Catatan : Belum ditemukan kelas pada hara tersedia untuk tanaman porang.

Berdasarkan tabel 23, dapat dilakukan perbaikan lahan dengan tingkat pengolahan yang bervariasi, ada beberapa kelas kesesuaian yang tidak dapat diperbaharui atau dilakukan perbaikan, tetapi masih ada upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir faktor pembatas yang ada, saran dan asumsi tingkat perbaikan yang dapat dilakukan berdasarkan besar kecilnya faktor pembatas lahan dan klasifikasi tingkatan perbaikannya, berikut pengelompokan karakteristik lahan sesuai tinggi rendahnya perbaikan:

#### 1. Tingkat pengolahan tinggi

Evaluasi lahan dengan tingkat manajemen tinggi yaitu dengan menyertakan masukan teknologi tinggi dimana teknologi tinggi dapat menunjang perbaikan lahan dan mempermudah proses perbaikan. Perbaikan tingkat tinggi memerlukan teknologi yang lebih canggih atau mendukung dalam pengolahan lahan jika dibandingkan pengolahan lahan sedang dan pengolahan tingkat rendah sangat jauh berbeda dari segi harga. Umumnya pengolahan tingkat tinggi hanya dapat dilakukan oleh perusahaan besar atau perkebunan besar dengan biaya tinggi dan dukungan teknologi yang memadai ataupun dengan bantuan pemerintah jika lahan tersebut hanya milik perseorangan. Pengolahan lahan tingkat tinggi juga mementingkan aspek yang berperan dalam setiap karakteristik lahan itu sendiri karena pada setiap karakteristik lahan memerlukan penanganan dan pengolahan yang berbeda-beda.

#### 2. Tingkat pengolahan sedang

Evaluasi lahan tingkat sedang yaitu pengolahan yang dapat dilakukan dengan modal menengah dan dapat dilakukan oleh petani kecil masih dapat

dijangkau dengan mudah dan relatif tidak memakan biaya, dalam penambahan bahan input ataupun output pengolahan tingkat sedang dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan teknologi menengah yang dapat mendukung berlangsungnya pengolahan lahan tersebut.

### 3. Tingkat pengolahan rendah

Evaluasi lahan dalam tingkatan pengolahan rendah yaitu pengolahan lahan oleh instansi atau petani yang relatif sederhana dalam memberi masukan dan penambahan-penambahan contohnya bahan organik, pemupukan, pengairan dan lainnya. Pengolahan tingkat rendah dapat dilakukan tanpa pengeluaran biaya yang besar karena didukung dengan teknologi manual yang dapat dilakukan sendiri contohnya mencangkul atau membajak. Maka dari ketiga tingkat pengolahan lahan di atas yaitu tinggi, sedang dan rendah yang membedakan adalah jumlah proporsi bahan input yang akan diberikan, penggunaan teknologi manual atau mekanik dan lamanya waktu yang dibutuhkan agar lahan tersebut dapat produktif atau sesuai yang diharapkan.

Berdasarkan tabel 23, didapatkan tingkat asumsi dan tingkat pengolahan lahan pertanian porang di LMDH Margo Mulyo sebagai berikut:

#### a. Retensi hara

Retensi hara dari karakteristik tanaman porang terdiri dari KTK, pH dan C-organik. Dalam pengolahan retensi hara perlu dilakukan pengolahan lahan dengan tingkat sedang hingga tinggi. Pada pengolahan KTK, pH dan C-organik dapat diberikan pengapuran dan penambahan bahan organik serta menggunakan

teknologi mekanik agar lebih efektif dari segi waktu dan tenaga pengolahan yang akan dilakukan adalah tingkat tinggi.

b. Bahaya erosi

Bahaya erosi untuk budidaya tanaman porang hutan LMDH Margo Mulyo disebabkan kemiringan lereng berat. Pada komponen bahaya erosi dapat dilakukan pengolahan lahan tingkat sedang, artinya pengolahan yang tidak perlu memerlukan biaya tinggi, masukan masukan ekstra atau teknologi yang mahal. Perbaikan bahaya erosi dan kemiringan hanya akan dilakukan beberapa cara diantaranya adalah usaha pengurangan laju erosi, pembuatan teras, penanaman sejajar kontur dan penanaman penutup tanah.

Adapun kelas kesesuaian lahan aktual beserta dengan usaha perbaikan yang dapat dilakukan sehingga dapat menjadi kelas kesesuaian lahan potensial (tabel 24).

Tabel 17. Kesesuaian lahan aktual dan potensial di LMDH Maro Mulyo untuk tanaman porang.

Kesesuaian lahan aktual		Usaha perbaikan lahan	Kesesuaian lahan potensial
Sub-kelas	Unit		
S3-nr-e	S3-nr1-e1	KTK: Penambahan bahan organik Lereng: Pengurangan laju erosi pembuatan teras, penanaman sejajar kontur dan penanaman penutup tanah	Wa Oa Rc 1 Rc 3 Nr 1 E 1

1. Kesesuaian Lahan Aktual Tanaman porang di hutan LMDH Margo Mulyo.

Kesesuaian lahan aktual yaitu kelas kesesuaian alami yang ada pada saat ini atau belum dilakukan usaha perbaikan atau pengelolaan terhadap pembatas-pembatas. Berdasarkan data pada tabel 14, kelas kesesuaian lahan aktual untuk

tanaman porang berada pada tingkatan sub-kelas S3-nr-e dan pada tingkat unit S3-nr1-e1, artinya lahan pertanaman porang hutan LMDH Margo Mulyo dapat menjadi potensial setelah dilakukan evaluasi dan perbaikan pengolahan lahan, dengan faktor pembatas yang besar berupa curah hujan, dan kemiringan lahan.

a. KTK

Kapasitas tukar kation (KTK) menunjukkan ukuran kemampuan tanah dalam menyerap dan dan mempertukarkan sejumlah kation. Makin tinggi KTK, makin banyak kation yang dapat ditariknya. Tinggi rendahnya KTK tanah ditentukan oleh kandungan liat dan bahan organik dalam tanah itu. KTK tanah yang rendah mengakibatkan tanah sulit menyerap kation, dimana kation tersebut akan diserap tanaman sebagai unsur hara.

Tanaman porang menghendaki nilai KTK lebih dari 16 cmolc/kg. Semakin tinggi nilai KTK tanah maka akan memudahkan tanah dalam menyerap kation dan dapat memperlambat perubahan pH tanah. Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Tanah-tanah dengan kandungan bahan organik atau kadar liat tinggi mempunyai KTK lebih tinggi dari pada tanah-tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau tanah-tanah berpasir. Nilai KTK tanah sangat beragam dan tergantung dari sifat dan ciri tanah itu sendiri. Besar kecilnya KTK tanah di pengaruhi oleh tekstur tanah atau jumlah liat, bahan organik dan pengapuran atau pemupukan.

b. Kemiringan lahan.

Faktor pembatas kemiringan lahan dapat menyebabkan adanya bahaya erosi dan pencucian unsur hara, sehingga perlu adanya usaha pengurangan laju erosi pembuatan teras, penanaman sejajar kontur, penanaman penutup tanah untuk mengurangi bahaya erosi dan pencucian unsur hara.

2. Kesesuaian lahan potensial tanaman porang di hutan LMDH Margo Mulyo.

Kesesuaian lahan potensial adalah lahan masa depan atau lahan yang akan dicapai setelah dilakukan usaha-usaha perbaikan lahan agar lahan tersebut lebih menjadi potensial dan produktifitasnya tinggi. Kesesuaian lahan potensial merupakan kondisi yang diharapkan sesudah diberikan masukan sesuai dengan tingkat pengelolaan yang akan diterapkan sehingga dapat diduga tingkat produktivitas dari suatu lahan serta hasil produksi per satuan luasnya.

Usaha perbaikan dilakukan untuk meningkatkan kualitas lahan sehingga sesuai dengan syarat tumbuh tanaman porang. Usaha perbaikan ini dilakukan sesuai dengan pembatas pada kelas kesesuaian lahan aktual tanaman porang berupa kemiringan lereng dan nilai kapasitas tukar kation.

Faktor pembatas KTK tanah dapat dilakukan usaha perbaikan dengan penambahan bahan organik. Bahan organik dapat meningkatkan KTK tanah dikarenakan pelapukan bahan organik akan menghasilkan humus yang mempunyai permukaan yang dapat menahan unsur hara dan air, dengan demikian tanah akan lebih mudah dalam menyerap kation sehingga nilai KTK tanah meningkat.

Menurut Hanafiah (2014) KTK tanah adalah jumlah muatan negatif tanah baik yang bersumber dari permukaan koloid anorganik (liat) maupun koloid organik (humus) yang merupakan situs pertukaran kation-kation. Bahan organik tanah meskipun tergantung derajat humifikasinya mempunyai KTK paling besar dibanding koloid-koloid liat. Bahan organik berasal dari tanaman yang tumbuh di atasnya, sehingga kadar bahan organik tanah tinggi pada lapisan atas dan menurun seiring bertambahnya kedalaman tanah. Disamping itu, kadar liat (tekstur) juga berpengaruh terhadap nilai KTK tanah, sedangkan kadar debu dan pasir tidak begitu berpengaruh.

Faktor pembatas kemiringan lereng dapat dilakukan usaha perbaikan dengan pengurangan laju erosi pembuatan teras, penanaman sejajar kontur, penanaman penutup tanah. Dikarenakan lahan berada di hutan tanaman industri pinus maka penanaman sejajar kontur dapat dilakukan ketika penyulaman.

Dengan demikian setelah dilakukan usaha perbaikan pada kesesuaian lahan aktual nilai KTK dan kemiringan lahan di hutan LMDH Margo Mulyo maka kelas kesesuaian lahan potensial tanaman pertanian dan kehutanan menjadi S2. Artinya lahan di hutan LMDH Margo Mulyo ada faktor pembatas yang dapat diperbaiki dan secara ekonomis masih menguntungkan dengan memasukkan teknologi yang tepat berupa penambahan bahan organik dan pengurangan laju erosi, dapat memperbaiki sifat KTK tanah yang berfungsi untuk menyimpan hara lebih baik.