

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Geofisik Wilayah Penelitian

Desa Bandorasakulon merupakan salah satu Desa yang berada di wilayah administratif Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan. Desa Bandorasakulon memiliki luas wilayah 3,52 km² atau 10,59 % dari luas Kecamatan Cilimus. Bentang lahan di Desa Bandorasakulon cukup bervariasi dari dataran sampai dengan pegunungan khususnya wilayah barat yang berbatasan langsung dengan kawasan Gunung Ciremai, sedangkan untuk area persawahan yang menjadi lokasi penelitian memiliki *land form* atau bentang lahan datar sampai dengan agak bergelombang dengan ketinggian tempat yang terus menurun mulai dari area persawahan di wilayah barat sampai dengan ke wilayah timur.

Berdasarkan pada hasil pengamatan lapangan, area persawahan Desa Bandorasakulon memiliki ketinggian yang bervariasi mulai dari 442 sampai dengan 521 m. dpl. Ketinggian suatu tempat akan memiliki pengaruh terhadap keadaan iklim suatu wilayah, oleh sebab itu ketinggian suatu tempat merupakan salah satu faktor yang akan menentukan pola penggunaan lahan pertanian dikarenakan setiap jenis tanaman mengkehendaki temperatur udara tertentu sesuai dengan karakteristik tanaman yang bersangkutan. Ketinggian tempat yang ideal untuk pertumbuhan tanaman ubi jalar yaitu berada di antara 500-1.000 m. dpl.

Area persawahan di Desa Bandorasakulon yang menjadi lokasi penelitian termasuk ke dalam jenis sawah tadah hujan dengan pola tanam yang sering digunakan oleh para petani setempat yaitu ubi jalar 2 kali dan 1 kali padi atau bawang ataupun juga diselingi dengan tanaman sayuran daun berumur pendek

seperti sawi hijau sebelum ditanami kembali dengan ubi jalar. Jenis tanah di area persawahan Desa Bandorasakulon lebih didominasi oleh tanah latosol. Pola penggunaan lahan di Desa Bandorasakulon terdiri dari lahan pertanian berupa sawah irigasi setengah teknis dan tadah hujan seluas 162 hektar, ladang / tegalan 85,2 hektar dan selebihnya adalah pemukiman (BPS Kab. Kuningan, 2014).

B. Analisis Kualitas dan Karakteristik Lahan Lokasi Penelitian

Kualitas dan karakteristik lahan yang diamati antara lain adalah ketersediaan air, media perakaran, retensi hara, ketersediaan hara, toksisitas, tingkat bahaya erosi, bahaya banjir dan penyiapan lahan.

1. 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 berkorelasi 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). Analisis parameter pengamatan ketersediaan air terdiri dari curah hujan dan jumlah bulan kering.

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 ubi jalar dapat tumbuh dengan optimal pada intensitas curah hujan antara 750-1.500 mm/tahun. Intensitas curah hujan yang tinggi berdampak buruk terhadap pertumbuhan tanaman ubi jalar 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 Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan tersaji dalam Tabel 18.

Tabel 18. Curah hujan di Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan (mm)

Thn	Jan (mm)	Feb (mm)	Mar (mm)	Apr (mm)	Mei (mm)	Jun (mm)	Jul (mm)	Agst (mm)	Sept (mm)	Okt (mm)	Nop (mm)	Des (mm)	Total-Per Thn (mm)
2006	584	540	276	413	432	334	5	0	0	0	42	309	2935
2007	270	300	427	0	98	0	0	0	0	0	0	0	1095
2008	0	0	0	141	72	0	0	0	0	130	163	334	840
2009	423	203	326	384	254	23	8	0	0	14	54	25	1714
2010	410	350	316	252	447	222	162	0	0	204	199	290	2852
2011	183	246	235	185	170	74	6	0	0	15	156	237	1507
2012	184	226	102	216	24	31	0	0	0	22	61	236	1102
2013	162	158	856	132	241	190	210	0	0	10	168	197	2324
2014	136	139	173	214	52	123	133	123	0	0	117	511	1721
2015	0	362	0	407	54	0	0	0	0	0	0	0	823
Rerata	235.2	252.4	271.1	234.4	184.4	99.7	52.4	12.3	0	40	96	213.9	1691.3
							√	√	√	√			

Keterangan :

0 : Tidak ada hujan

- : Tidak ada data

√ : Bulan kering (<75 mm)

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kab. Kuningan Bidang Sumber Daya Air Stasiun Lame/Japara, 2016

Berdasarkan data curah hujan dalam Tabel 18, rata-rata jumlah curah hujan di Kecamatan Cilimus selama 10 tahun terakhir yaitu 1.691,3 mm/tahun, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S2 atau kelas pada tingkat cukup sesuai (*moderately suitable*) artinya lahan memiliki pembatas yang agak besar untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus diterapkan. Curah hujan yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman ubi jalar dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman ubi jalar adalah sebesar 800-1.500 mm/tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwasanya rata-rata dalam kurun waktu 10 tahun terakhir jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah di Kecamatan Cilimus mengindikasikan ketersediaan air yang lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan air untuk tanaman ubi jalar. Curah hujan yang melebihi kebutuhan air yang dikehendaki untuk tanaman ubi jalar dapat mengakibatkan kelebihan air pada tanaman ubi jalar dan memungkinkan terjadinya penggenangan lahan apabila tidak adanya pengolahan drainase yang baik. Lahan tanaman ubi jalar yang tergenang dapat berdampak pada terhambatnya pertumbuhan tanaman dan menurunkan hasil ubi jalar.

Penentuan masa tanam ubi jalar merupakan hal penting untuk dapat mengatur kebutuhan air yang diperlukan untuk menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar. Tanaman ubi jalar pada fase vegetatif cenderung membutuhkan pasokan air yang relatif lebih banyak guna mendukung pembelahan dan pemanjangan sel pada perkembangan akar, batang dan daun sedangkan pada fase generatif cenderung membutuhkan jumlah air yang lebih sedikit untuk mendukung pembentukan umbi. Berdasarkan data rerata curah hujan dalam Tabel 18,

penanaman ubi jalar dapat dilakukan pada akhir musim penghujan yaitu Mei-Juni dan awal musim kemarau (bulan kering) yaitu Juli. Hal tersebut dikarenakan pada masa akhir penghujan dapat membantu menyediakan suplai air yang dibutuhkan pada fase vegetatif tanaman untuk pertumbuhan akar, batang dan daun, sedangkan pada masa awal bulan kering dapat membantu menghentikan fase vegetatif dan mendorong fase generatif tanaman untuk membentuk umbi.

b. Bulan kering

Bulan kering dapat diketahui dengan menjumlahkan bulan yang memiliki jumlah curah hujan kurang dari 75 mm dalam satu tahun. Banyaknya bulan kering mengindikasikan jumlah air yang tersedia di lahan, semakin banyak jumlah bulan kering dalam satu tahun akan berdampak pada terbatasnya jumlah air yang tersedia untuk keperluan proses budidaya sehingga membutuhkan usaha pengairan berupa irigasi yang dapat meningkatkan biaya produksi. Sebaliknya apabila jumlah bulan kering dalam satu tahun jauh lebih sedikit maka akan berdampak pada terjadinya surplus atau kelebihan air pada lahan. Berdasarkan data bulan kering dalam Tabel 19 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah bulan kering di Kecamatan Cilimus dalam kurun waktu 10 tahun terakhir terdapat 4 bulan kering setiap tahunnya, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1, artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar untuk pengelolaan yang diterapkan. Data bulan kering di Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan tersaji dalam Tabel 19.

Tabel 19. Bulan kering di Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan

Bulan	Curah hujan (mm)	Bulan kering
Januari	235.2	
Februari	252.4	
Maret	271.1	
April	234.4	
Mei	184.4	
Juni	99.7	
Juli	52.4	√
Agustus	12.3	√
September	0	√
Oktober	39.5	√
November	96	
Desember	213.9	
Jumlah rata-rata dlm 10 thn	1691.3	4

Keterangan : √ : curah hujan < 75 mm

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kab. Kuningan Bidang Sumber Daya Air Stasiun Lame/Japara, 2016.

2. 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. Data media perakaran pada masing-masing zona tersaji dalam Tabel 20.

Tabel 20. Media perakaran pada lokasi penelitian

Karakteristik Lahan	Simbol	Nilai Data		
		Zona A	Zona B	Zona C
Media perakaran	(r)			
1. Drainase		> 35 cm / jam (cepat)	> 35 cm / jam (cepat)	> 35 cm / jam (cepat)
2. Kedalaman efektif		50-75 cm	50-75 cm	50-75 cm
3. Tekstur*		Lempung berdebu (SiL)	Lempung berdebu (SiL)	Liat berdebu (SiC)

Sumber : * Hasil Analisis Laboratorium Balingtan, Jakenan Pati dan Survei Lapangan 15 Mei 2017

a. Drainase tanah

Drainase tanah adalah kemampuan permukaan tanah dalam merembeskan air secara alami. Drainase tanah menggambarkan kondisi pori-pori tanah yang berhubungan dengan sirkulasi air dan udara di dalam tanah. Drainase tanah yang terhambat mengindikasikan tanah yang didominasi oleh pori-pori mikro sehingga tanah memiliki kemampuan menahan air yang tinggi, sebaliknya apabila tanah memiliki drainase yang cepat mengindikasikan tanah yang didominasi oleh pori-pori makro maka tanah lebih mudah meloloskan air karena laju infiltrasinya tinggi. Berdasarkan data media perakaran dalam Tabel 20 menunjukkan bahwa pada ke 3 zona memiliki nilai drainase tanah > 35 cm / jam yang berarti termasuk ke dalam kriteria cepat, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai. Kondisi drainase yang relatif cepat tersebut dapat disebabkan karena kegiatan pengolahan lahan yang cukup intensif sehingga memacu terjadinya perubahan ukuran partikel-partikel tanah yang relatif menjadi lebih besar dan struktur tanah yang lebih remah.

b. Kedalaman Efektif

Kedalaman efektif adalah kedalaman yang mampu dijangkau oleh perakaran tanaman. Kedalaman efektif diukur dengan mengukur kedalaman profil tanah dari permukaan tanah sampai pada lapisan *impermeable*, kerikil, padas atau plinthit. Kedalaman efektif menentukan pertumbuhan dan perkembangan akar, drainase dan ciri fisik tanah (Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011). Semakin dalam tanah yang mampu dijangkau oleh perakaran tanaman maka semakin besar kemungkinan akar untuk menyerap unsur hara secara optimal. Sistem perakaran pada tanaman ubi jalar terdiri dari dua tipe yaitu akar penyerap hara dalam tanah yang disebut sebagai akar sejati (akar serabut) dan akar lumbung (akar tunggang) yang berperan dalam menyimpan energi hasil fotosintesis yang dapat membesar membentuk umbi.

Berdasarkan data kedalaman efektif dalam Tabel 20 menunjukkan bahwa ke 3 zona memiliki kedalaman efektif berkisar antara 50-75 cm yang termasuk ke dalam kriteria sedang, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai artinya lahan memiliki faktor pembatas yang agak besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan.

c. Tekstur tanah

Tekstur adalah keadaan tingkat kehalusan tanah yang terjadi karena adanya perbedaan komposisi fraksi pasir, debu dan liat yang terkandung pada tanah. Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah (separat) yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi (%) relatif antara fraksi pasir (*sand*)

(berdiameter 2,00-0,20 mm), debu (*silt*) (berdiameter 0,20-0,002 mm) dan liat (*clay*) (berdiameter < 0,002 mm). Semakin kecil diameter partikel penyusun tanah berarti semakin banyak jumlah partikel dan semakin luas permukaannya per satuan bobot tanah, yang menunjukkan semakin banyak ukuran pori mikro (pori berisi air) yang terbentuk dan begitupun sebaliknya. Setelah diperolehnya data komposisi partikel penyusun tanah pada masing-masing sampel, maka kemudian dicocokkan dengan diagram segitiga kelas tekstur tanah USDA untuk dapat diketahui kelas tekstur tanah pada masing-masing zona (lampiran 3.). Data kelas tekstur tanah pada masing-masing zona tersaji dalam Tabel 21.

Tabel 21. Kelas tekstur tanah pada lokasi penelitian

Zona	Komposisi Fraksi (%)*			Kelas Tekstur**
	Pasir	Debu	Liat	
A	11	68	21	Lempung berdebu (SiL)
B	12	66	22	Lempung berdebu (SiL)
C	8	44	48	Liat berdebu (SiC)

Sumber : *Hasil Uji Laboratorium Balingtan Jakenan Pati ; ** Segitiga USDA.

Berdasarkan data kelas tekstur tanah dalam Tabel 21 menunjukkan bahwa pada zona A dan B yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 dan 450-500 m. dpl. termasuk ke dalam kelas tekstur tanah lempung berdebu (*Silty Loam / SiL*), sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan. Sementara itu, pada zona C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat < 450 m. dpl. menunjukkan kelas tekstur tanah liat berdebu (*Silty Clay / SiC*), sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S3 atau sesuai marginal artinya

lahan memiliki faktor pembatas yang cukup besar terhadap tingkat pengelolaan yang akan diterapkan.

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 jalar dapat tumbuh secara optimal pada tanah bertekstur lempung liat berpasir dikarenakan terkait dengan kebutuhan tanaman ubi jalar terhadap ruang untuk perpanjangan dan pembesaran umbi.

3. Retensi hara

Sifat kimia merupakan salah satu sifat tanah yang juga berperan penting dalam menentukan kesuburan tanah seperti retensi hara. Retensi hara mempresentasikan sifat kimiawi tanah yang menentukan pergerakan, penyediaan dan penyerapan unsur hara dari tanah ke tanaman sehingga mempengaruhi kesuburan tanah. Data retensi hara pada masing-masing zona yang diperoleh berdasarkan hasil analisis laboratorium tersaji dalam Tabel 22.

Tabel 22. Retensi hara pada lokasi penelitian

Zona	Kation dd				KB (Kalkulasi) (%)	KTK (me/100g)	C-Organik (%)	pH H ₂ O
	Ca	K	Mg	Na				
A	9,92	0,72	1,73	0,30	51,35	24,69	4,06	5,8
B	10,22	0,88	1,75	0,43	63,45	20,93	3,26	5,8
C	11,18	1,22	1,76	0,54	66,12	22,25	2,64	5,7

Keterangan : KB (Kejenuhan Basa) = $(\sum \text{Nilai kation dapat ditukar} / \text{nilai KTK}) \times 100 \%$

Sumber : Hasil Uji Lab. Balingtan Pati dan Analisis C-Organik di Lab. Tanah FP UMY 26-27 Mei 2017

a. KTK (Kapasitas Tukar Kation)

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.

Berdasarkan data retensi hara dalam Tabel 22 menunjukkan bahwa ke 3 zona memiliki nilai KTK yang termasuk kriteria sedang : 17-24 me/100 gram tanah, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar maka termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan.

b. Kejenuhan Basa

Kejenuhan basa adalah presentase dari total KTK yang ditempati oleh kation-kation basa seperti K, Ca, Mg dan Na dalam kompleks koloid tanah. Kejenuhan basa dapat diukur dengan menggunakan rumus : jumlah kation-kation basa / KTK efektif x 100%. Kejenuhan basa dapat menentukan tingkat kesuburan tanah, tanah yang memiliki kejenuhan basa > 80 % berarti tanah sangat subur, kejenuhan basa 50-80 % berarti tanah memiliki kesuburan yang sedang dan kejenuhan basa < 50 % berarti tanah memiliki kesuburan yang rendah (Windawati Alwi, 2011).

Berdasarkan data retensi hara dalam Tabel 22 menunjukkan bahwa zona A yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 m. dpl. memiliki nilai kejenuhan basa yang termasuk ke dalam kriteria sedang : 36-60 % dan pada lokasi B dan C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat 450-500 dan < 450 m. dpl. memiliki nilai kejenuhan basa yang tinggi : 61-75 %. Nilai kejenuhan basa yang ideal untuk tanaman ubi jalar adalah > 35 %, sehingga apabila nilai kejenuhan basa pada ke 3 zona dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar maka termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai

artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan.

c. Kadar C-Organik

C-Organik adalah senyawa karbon yang merupakan bagian fungsional dari bahan organik tanah yang memiliki fungsi dan peranan penting dalam menentukan kesuburan dan produktivitas tanah melalui pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Wander *et al.*, 1994). Menurut Lal (1994) yang menyatakan bahwa tanah memiliki produktivitas yang baik apabila kadar bahan organik berkisar antara 8 sampai 16 % atau memiliki kadar karbon organik berkisar 4,56 % sampai 9,12 %. Kadar C-Organik pada setiap jenis tanah cukup bervariasi, tanah mineral biasanya mengandung C-Organik berkisar 1 sampai 9 %, tanah gambut mengandung C-Organik 40 sampai 50 % dan di tanah gurun pasir mengandung C-Organik < 1 % (Fadhilah, 2010 dalam Muhammad Fadhli, 2014).

Berdasarkan data retensi hara dalam Tabel 22, menunjukkan pada zona A dan B yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 dan 450-500 m. dpl. memiliki nilai kadar C-Organik yang tinggi yaitu 3,01-5,00 % dan pada zona C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat < 450 m. dpl. menunjukkan nilai kadar C-Organik yang sedang yaitu 2,01-3,00 %. Meskipun hasil uji kadar C-Organik pada ke 3 zona menunjukkan hasil yang berbeda namun apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar maka termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai, artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar untuk pengelolaan yang diterapkan.

d. pH tanah

Nilai pH tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan kimiawi tanah karena dapat mencerminkan ketersediaan hara dalam tanah tersebut. pH optimum untuk ketersediaan hara tanah adalah sekitar 7,0 karena pada pH tersebut semua unsur hara makro tersedia secara maksimum. Pada pH di bawah 6,5 dapat terjadi defisiensi P, Ca dan Mg serta terjadinya toksisitas B, Mn, Cu dan Fe, sedangkan pada pH di atas 7,5 dapat menyebabkan defisiensi P, B, Fe, Mn, Cu, dan Zn serta keracunan B dan Mo.

Berdasarkan data retensi hara dalam Tabel 22 menunjukkan bahwa ke 3 zona memiliki nilai pH tanah 5,7-5,8 yang termasuk kriteria agak masam, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai. Namun, meskipun nilai pH tanah yang diperoleh dari lapangan menunjukkan kriteria kelas S1 akan tetapi pada pH tanah yang agak masam masih menimbulkan permasalahan khususnya dalam hal ketersediaan unsur P yang terbatas bagi tanaman. Reaksi tanah mempengaruhi kelarutan kation-kation dan proses ionisasi permukaan koloid tanah. Ketersediaan P optimum pada kisaran pH 6,0-7,0, terbatasnya ketersediaan P bagi tanaman dapat disebabkan karena pada pH di bawah 5,6 kelarutan Fe (hara mikro toksik) dan Al (unsur toksik) meningkat sehingga memfiksasi dan mengendapkan P larutan menjadi bentuk Al-P dan Fe-P (Kemas Ali Hanafiah, 2014). pH optimum untuk ketersediaan hara tanah adalah sekitar 7,0 karena pada pH tersebut semua unsur hara makro dapat tersedia secara maksimum sedangkan unsur hara mikro tidak

tersedia secara maksimum, sehingga kemungkinan terjadinya toksisitas unsur mikro (Al dan Fe) dapat dihindari.

4. Ketersediaan Hara

Unsur hara merupakan komponen penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman dapat tumbuh secara optimal apabila unsur hara yang tersedia di dalam tanah dapat mencukupi keperluannya baik pada fase vegetatif maupun generatif. Unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman terdiri dari unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro (*macronutrients*) adalah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif lebih banyak seperti N, P, K, Ca, Mg dan S, sedangkan unsur hara mikro (*micronutrients*) adalah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif lebih sedikit seperti Fe, Ce, Zn, Mn, Mo, B, Na, dan Cl. Setiap jenis unsur hara yang terdapat pada larutan tanah diserap oleh tanaman dalam bentuk kation dan anion. Pada umumnya kemampuan tanah yang dapat menyediakan kebutuhan unsur hara bagi tanaman dapat mencerminkan tingkat kesuburan tanah yang baik dan berkolerasi positif terhadap hasil tanaman yang diusahakan, sehingga apabila tanah memiliki tingkat kesuburan yang tinggi maka penggunaan pupuk sintetis akan semakin berkurang dan sebaliknya apabila tanah tidak dapat memenuhi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman maka perlu adanya penambahan nutrisi berupa pupuk sintetis. Data ketersediaan hara pada masing-masing zona yang diperoleh berdasarkan hasil analisis laboratorium disajikan dalam Tabel 23.

Tabel 23. Ketersediaan hara pada lokasi penelitian

Zona	N-total (%)	P ₂ O ₅ tersedia		K ₂ O tersedia	
		ppm	mg/100 g	ppm	mg/100 g
A	0,23 %	44,18	4,42	186,79	18,68
B	0,15 %	38,46	3,85	165,03	16,50
C	0,22 %	44,70	4,47	212,14	21,21

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Balingtan Jakenan Pati dan analisis N-total di Laboratorium Tanah FP UMY 26-27 Mei 2017

a. N-total (%)

Nitrogen adalah unsur yang paling melimpah di lapisan atmosfer, namun terkadang unsur Nitrogen merupakan unsur yang sering mengalami defisiensi pada tanah-tanah pertanian, hal ini dikarenakan unsur Nitrogen merupakan hara yang diabsorpsi oleh tanaman dari tanah dalam jumlah terbanyak sehingga mengakibatkan hara tersebut yang paling terbatas persediaannya. Peranan nitrogen bagi tanaman yaitu untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan khususnya batang dan daun (Hariyono, 2016) Nitrogen yang tersedia dalam jumlah yang cukup dapat mendorong pertumbuhan yang cepat terhadap perkembangan daun dan batang yang lebih besar.

Pada umumnya tanaman menyerap unsur nitrogen dalam bentuk *Ammonium* (NH₄⁺) dan *Nitrate* (NO₃⁻). Selama ini, penambahan unsur nitrogen dalam tanah dapat dilakukan secara alami melalui proses penambatan atau fiksasi N₂ oleh bakteri penambat nitrogen seperti Aktinomisetes, ganggang (alga) biru-hijau, *Rhizobium*, *Azotobacter* dan *Clostridium* maupun campur tangan manusia melalui pemberian pupuk sintetis. Bakteri-bakteri penambat N tersebut memiliki kapasitas dalam mereduksi N₂ di atmosfer menjadi amonia (NH₃).

Berdasarkan data ketersediaan hara dalam Tabel 23 menunjukkan bahwa pada zona A dan C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 dan < 450 m. dpl. memiliki kadar N-total yang termasuk kriteria sedang yaitu 0,21-0,50 %, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar maka termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai. Sementara itu, pada zona B yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat 450-500 m. dpl. memiliki kadar N-total yang termasuk kriteria rendah yaitu 0,1-0,20 %, sehingga apabila dicocokkan ke dalam kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar maka termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai. Ketersediaan unsur nitrogen yang berlimpah dapat membantu menstimulir pertumbuhan tanaman secara optimal khususnya pada fase vegetatif. Pertumbuhan fase vegetatif yang baik akan membantu tanaman dalam memiliki jumlah dan permukaan daun yang relatif lebih banyak dan luas sehingga dapat menggiatkan aktifitas penangkapan energi cahaya matahari yang pada akhirnya akan berdampak positif terhadap hasil tanaman.

b. P₂O₅ tersedia

Fosfor merupakan komponen penting penyusun senyawa untuk transfer energi (ATP dan nukleoprotein lain), untuk sistem informasi genetik (DNA dan RNA), untuk membran sel (fosfolipid), dan fosfoprotein (Gardner *et al.*, 1991; Lambers *et al.*, 2008). Menurut Syarief (1986) yang menyatakan bahwa unsur P merupakan bagian dari inti sel yang sangat penting dalam pembelahan sel dan juga pertumbuhan akar pada tanaman muda, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji serta sebagai penyusun lemak protein. Tanaman menyerap P dalam

bentuk ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan sebagian kecil dalam bentuk ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}) (Barker dan Pilbeam, 2007). Bentuk P dalam tanah dapat dibagi dalam dua kategori, yaitu organik dan anorganik. Proporsi kedua bentuk P tersebut sangat bervariasi. Nilai P-organik dilaporkan antara 5-80% (Richardson et al, 2005; Hao et al, 2008).

Berdasarkan data ketersediaan hara dalam Tabel 23 menunjukkan bahwa ke 3 zona memiliki nilai kadar P_2O_5 tersedia yang termasuk ke dalam kriteria sangat rendah : $< 15 \text{ mg}/100 \text{ gram}$, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S3 atau sesuai marginal (*marginally suitable*) yang artinya lahan memiliki faktor pembatas yang cukup besar terhadap tingkat pengelolaan yang harus diterapkan. Rendahnya kadar P_2O_5 tersedia dapat dimungkinkan karena beberapa hal seperti adanya pengikatan oleh ion-ion logam seperti Al dan Fe pada kondisi tanah yang masam dan pengikatan oleh ion Ca pada kondisi tanah basa serta P_2O_5 tersedia yang jumlahnya terbatas dalam tanah.

Kondisi tanah yang cenderung masam dapat meningkatkan mobilitas ion-ion logam seperti Al dan Fe yang dapat mengikat P_2O_5 pada berbagai tahap ionisasi (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-}) sehingga menyebabkan terbatasnya hara P yang dapat digunakan oleh tanaman. Di dalam tanah yang cenderung masam, ion Al^{3+} dapat dilepas dari kompleks padatan tanah menuju larutan tanah. Ion Al^{3+} tersebut dapat bereaksi dengan air menjadi fraksi ion Al yang memiliki mobilitas yang tinggi dengan reaksi kimia sebagai berikut : $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})^{2+} + \text{H}^+$. Fraksi dari Aluminium tersebut dapat bereaksi dengan ion fosfat pada berbagai macam tahap

ionisasi asam fosfat untuk kemudian membentuk senyawa yang tidak larut dan menjadi tidak dapat diserap tanaman (Gunawan Budiyanto, 2014). Persediaan fosfor yang terbaik adalah pada pH kisaran 6 dan 7 (Hendry D. Foth, 1994).

Rendahnya kadar P_2O_5 tersedia pada lokasi penelitian lebih dimungkinkan karena P_2O_5 yang tersedia jumlahnya terbatas di dalam tanah, sedangkan kecil kemungkinan disebabkan adanya pengikatan oleh ion-ion logam Al dan Fe dikarenakan kondisi pH tanah masih termasuk ke dalam kriteria agak masam. Pada kondisi pH tanah tersebut mobilitas ion-ion logam seperti Al ataupun Fe masih cenderung rendah, sehingga belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengikatan fosfat. Unsur fosfor berperan sebagai komponen beberapa enzim dan protein, ATP (*Adenosin trifosfat*), RNA (*asam ribonukleat*), DNA (*asam deoksi ribonukleat*) dan fitin. ATP merupakan senyawa yang terlibat dalam berbagai reaksi transfer energi pada hampir semua proses metabolisme tanaman. Respon tanaman terhadap unsur P terutama terlihat pada sistem perakaran, pertumbuhan secara umum, mutu dan total produksi (Jones *et al.*, 1991). Unsur P menentukan awal fase pematangan, sehingga jika suplai P terbatas maka tidak saja akan menyebabkan pertumbuhan yang terhambat tetapi juga kualitas, kuantitas dan waktu panen (Kemas Ali Hanafiah, 2014).

c. K_2O tersedia

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif lebih banyak selain nitrogen dan fosfor. Tanaman menyerap kalium dalam bentuk K^+ dan di dalam jaringan tanaman kalium tetap berbentuk ion K^+ . Secara umum kalium berperan dalam proses metabolisme

tanaman, seperti fotosintesis dan respirasi. Peran kalium pada tanaman berkaitan erat dengan proses biofisika dan biokimia (Beringer, 1980). Pada proses biofisika, kalium berperan penting dalam mengatur tekanan osmosis dan turgor yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan sel serta membuka dan menutupnya stomata. Gangguan pada pembukaan dan penutupan stomata akibat tanaman mengalami kahat atau defisiensi unsur kalium akan menurunkan aktifitas fotosintesis dikarenakan terhambatnya pemasukan CO₂ ke stomata. Tanaman yang memiliki kandungan K yang cukup dapat mempertahankan kandungan air di dalam jaringannya dikarenakan mampu menyerap lengas dari tanah dan mengikat air sehingga tanaman tahan terhadap cekaman kekeringan (Subandi, 2013). Pada proses biokimia, kalium berperan dalam reaksi enzimatik untuk metabolisme karbohidrat dan protein. Kalium memiliki peran dalam mengangkut hasil fotosintat dari daun ke organ-organ tanaman lainnya, sehingga apabila tanaman mengalami defisiensi kalium maka pengangkutan (*translocation*) karbohidrat dari daun ke organ lainnya menjadi terhambat yang pada akhirnya hasil fotosintat tersebut terakumulasi pada daun dan menurunkan kecepatan fotosintesis itu sendiri (Mengel *and* Kirkby, 1978).

Berdasarkan data ketersediaan hara dalam Tabel 23 menunjukkan bahwa pada zona A dan B yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 dan 450-500 m. dpl. memiliki kadar K₂O tersedia yang termasuk ke dalam kriteria rendah yaitu 10-20 mg/100 gram, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar maka termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai artinya lahan memiliki faktor pembatas yang agak besar

terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan. Sementara, pada zona C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat < 450 m. dpl. memiliki kadar K₂O tersedia yang termasuk sedang yaitu 21-40 mg/100 gram, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar maka termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan. Ketersediaan K dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tipe koloid tanah, temperatur, kondisi basah-kering, pH tanah dan tingkat pelapukan mineral-mineral pembawa unsur kalium. Unsur K rata-rata menyusun 1,0 % bagian tanaman. Unsur kalium memiliki peran yang berbeda dibandingkan dengan N, S dan P karena hanya berperan sedikit sebagai komponen penyusun tanaman (protoplasma, lemak, selulosa dll.), tetapi berperan utama dalam pengaturan mekanisme sebagai katalisator seperti fotosintesis, translokasi karbohidrat dan sintesis protein (Kemas Ali Hanafiah, 2014).

5. Toksisitas

Unsur toksik merupakan unsur-unsur yang bila tersedia dalam jumlah yang berlebihan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Data toksisitas pada masing-masing zona disajikan dalam Tabel 24.

Tabel 24. Toksisitas pada lokasi penelitian

Zona	Salinitas		Alkalinitas
	µs/cm	mmho/cm	(%)
A	27.8	2,62	1,21
B	21.9	2,06	2,05
C	27.4	2,58	2,42

Sumber : Hasil Analisis Salinitas di Lab. Balingtan Jakenan Pati, 2017 dan Alkalinitas berdasarkan perhitungan ESP

a. Salinitas

Salinitas mempresentasikan kadar garam terlarut dalam jumlah yang berlebihan pada suatu lahan dan memberikan dampak buruk bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin tinggi kandungan garam terlarut maka akan meningkatkan tekanan osmotik sehingga ketersediaan dan kapasitas penyerapan air akan berkurang. Beberapa jenis garam terlarut yang terdapat dalam tanah diantaranya adalah klorida (NaCl , CaCl_2 , KCl), nitrat (NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) dan sulfat ($\text{Na}_2(\text{SO}_4)$, $\text{Ca}(\text{SO}_4)$, K_2SO_4).

Berdasarkan data toksisitas dalam Tabel 24 menunjukkan bahwa ke 3 zona memiliki nilai salinitas yang cenderung sama diantaranya yaitu zona A yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 m. dpl. memiliki nilai salinitas sebesar 2,62 mmho/cm, zona B yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat 450-500 m. dpl. memiliki nilai salinitas sebesar 2,06 mmho/cm dan zona C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat < 450 m. dpl. memiliki nilai salinitas sebesar 2,58 mmho/cm. Nilai salinitas pada ke 3 zona tersebut apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai artinya lahan memiliki faktor pembatas yang agak besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap tingkat salinitas suatu lahan diantaranya penguapan, curah hujan dan jumlah sungai yang bermuara pada air laut. Apabila penguapan air laut tinggi maka akan berdampak pada peningkatan salinitas dan sebaliknya apabila pada suatu daerah yang rendah tingkat penguapan air lautnya maka salinitas juga rendah. Kemudian curah hujan, semakin besar curah

hujan maka salinitas air laut menjadi rendah dan sebaliknya semakin sedikit curah hujan maka salinitas menjadi lebih sedikit (Sandri Agustri Sari, 2016). Bentang alam di wilayah Kabupaten Kuningan didominasi oleh daerah pegunungan dan relatif jauh dari daerah perairan laut sehingga memiliki pengaruh yang rendah terhadap penguapan air laut, oleh karena itu tingkat salinitas pada lokasi penelitian cenderung rendah.

b. Alkalinitas

Alkalinitas (*Exchangeable Sodium Percentage*) adalah presentase pertukaran Natrium (Na^+) dalam tanah. Nilai alkalinitas dapat diperoleh dengan menggunakan rumus $\text{ESP} = \text{Kadar Na}^+ / \text{KTK tanah} \times 100 \%$. Natrium merupakan salah satu unsur hara mikro, namun apabila tersedia dalam jumlah yang berlebihan maka akan bersifat toksik pada tanaman terutama pengaruhnya terhadap tekanan osmotik yang berdampak pada kapasitas penyerapan air oleh tanaman. Berdasarkan data alkalinitas dalam Tabel 24 menunjukkan bahwa ke 3 zona memiliki nilai alkalinitas yang relatif rendah $< 15 \%$, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan.

6. Penyiapan lahan

Persiapan lahan untuk kegiatan budidaya ubi jalar bertujuan agar kondisi fisik dan kimia tanah sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penyiapan lahan pada budidaya ubi jalar biasanya dimulai dengan pengolahan lahan dengan membersihkan sisa-sisa tanaman bekas masa tanam sebelumnya, kemudian

dilanjutkan dengan membuat guludan sebagai media pertumbuhan bagi tanaman ubi jalar. Selain mempersiapkan media tanam, keadaan tanah pada lahan seperti batuan permukaan dan singkapan batuan pada tanah juga perlu diperhatikan guna mengetahui metode penyiapan lahan yang sesuai. Data penyiapan lahan berupa presentase batuan permukaan dan singkapan batuan yang terdapat pada masing-masing zona tersaji dalam Tabel 25.

Tabel 25. Batuan permukaan dan singkapan batuan pada lokasi penelitian

Zona	Batuan permukaan (%)	Singkapan batuan (%)
A	0,1-3 %	< 2 %
B	0,1-3 %	< 2 %
C	0,1-3 %	< 2 %

Sumber : Pengamatan lapangan, 15 Mei 2017.

a. Batuan permukaan

Batuan permukaan batuan lepas yang tersebar di atas permukaan tanah dan berdiameter lebih dari 25 cm (berbentuk bulat) atau bersumbu memanjang lebih dari 40 cm (berbentuk gepeng). Berdasarkan pada Tabel 25 menunjukkan bahwa batuan permukaan pada ke 3 zona memiliki jumlah yang relatif sama yaitu berkisar antara 0,1-3 %, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan. Presentase batuan permukaan yang ditunjukkan dalam Tabel 25 tersebut menjelaskan bahwa jarak antara batuan kecil adalah 0,5 m dan jarak antara batuan besar adalah 1 m, sehingga jumlah batuan permukaan pada ke 3 zona relatif sangat sedikit dan tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan.

b. Singkapan batuan

Singkapan batuan merupakan bagian dari batuan besar yang terbenam di dalam tanah. Semakin banyak jumlah singkapan batuan dalam tanah maka akan semakin mempersulit dalam pengolahan lahan, sehingga dapat mempengaruhi produktivitas tanaman. Berdasarkan data singkapan batuan dalam Tabel 25 menunjukkan bahwa ke 3 zona memiliki jumlah singkapan batuan yang relatif sama yaitu $< 2\%$, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai artinya lahan tidak memiliki faktor pembatas yang besar terhadap tingkat pengelolaan yang diterapkan.

7. Tingkat bahaya erosi

Kehilangan tanah maksimum dibandingkan dengan tebal solum tanah atau kedalaman efektif disebut dengan tingkat bahaya erosi. Data bahaya erosi dan kelerengan pada masing-masing zona disajikan dalam Tabel 26.

Tabel 26. Tingkat bahaya erosi pada lokasi penelitian

Zona	Bahaya erosi ⁽¹⁾	Lereng ⁽²⁾
A	Sangat ringan ($< 0,15$ cm/tahun)	2-15 %
B	Sangat ringan ($< 0,15$ cm/tahun)	2-15 %
C	Sangat ringan ($< 0,15$ cm/tahun)	2-15 %

Sumber : (1) BPBD dan (2) Bappeda Kab. Kuningan, 2015.

a. Bahaya erosi

Erosi adalah peristiwa pengikisan padatan seperti sedimen, tanah, batuan dan partikel-partikel lainnya akibat dari transportasi angin, air atau es, karakteristik hujan dan timbul perlahan pada tanah serta material lain di bawah pengaruh gravitasi. Berdasarkan wawancara dengan pihak petugas BPBD Kab. Kuningan menjelaskan bahwa pada lokasi penelitian memiliki bahaya erosi yang relatif sangat

ringan yaitu $< 0,15$ cm/tahun, hal itu juga dapat dilihat pada kelas kelerengan Kecamatan Cilimus yang berkisar antara 3-15 % yang termasuk ke dalam kelas landai yang masih sesuai dengan arahan penggunaannya sebagai kawasan budidaya pertanian. Menurut Dirjen Penataan Ruang (2007) Kawasan lahan pertanian tanaman kering dan kawasan pertanian tanaman tahunan mencakup kemiringan 0-6 %, kemiringan 8-15 % dan kemiringan 15-40 %, sehingga bahaya erosi pada lokasi penelitian apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai.

b. Lereng

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal. Lereng dapat terbentuk secara alami melalui proses geologi atau karena buatan manusia. Berdasarkan data kelerengan dalam Tabel 26 menunjukkan bahwa ke 3 zona berada pada kelerengan 3-15 % atau termasuk ke dalam kelas landai, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai. Kelas kelerengan pada lokasi penelitian termasuk landai (3-15 %) sehingga lokasi penelitian masih termasuk sebagai kawasan yang diperuntukan untuk kegiatan budidaya pertanian tanaman kering ataupun tanaman tahunan sesuai dengan peraturan undang-undang No. 26 tahun 2007 tentang penataan ruang.

8. Bahaya Banjir

Berdasarkan hasil wawancara dengan petugas BPBD Kabupaten Kuningan yang menjelaskan bahwa pada lokasi penelitian tidak pernah terjadi genangan akibat banjir, sehingga apabila dicocokkan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan

untuk tanaman ubi jalar termasuk ke dalam kelas S1 atau sangat sesuai. Hal tersebut juga sesuai dengan informasi yang diperoleh dari BPBD Kabupaten Kuningan (2017) yang menjelaskan bahwa kawasan rawan bencana banjir di Kabupaten Kuningan lebih berada di wilayah timur Kabupaten Kuningan yang diantaranya adalah Kecamatan Cimahi, Salajambe, Subang, Cibingbin dan Kecamatan Kuningan.

C. Evaluasi Kelas Kesesuaian Lahan Tanaman Ubi Jalar Di Desa

Bandorasakulon

Kesesuaian lahan adalah kecocokan suatu lahan untuk penggunaan tertentu misalnya lahan sesuai untuk irigasi, tambak, pertanian tanaman tahunan maupun tanaman semusim. Kesesuaian lahan terhadap suatu komoditas tanaman didapatkan melalui evaluasi lahan (Ade Setiawan, 2010). Evaluasi kesesuaian lahan yaitu kegiatan pencocokan (*matching*) kondisi eksisting suatu lahan dengan persyaratan kesesuaian lahan untuk komoditas tanaman tertentu. Kesesuaian lahan mencakup dua hal penting yaitu kesesuaian lahan aktual dan kesesuaian lahan potensial. Kesesuaian lahan aktual merupakan kondisi yang menggambarkan kualitas dan karakteristik lahan pada saat ini (*current suitability*) yang belum mempertimbangkan usaha perbaikan dan tingkat pengelolaan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala atau faktor-faktor pembatas yang ada pada setiap lahan. Sementara, kesesuaian lahan potensial merupakan kesesuaian lahan yang akan dicapai setelah dilakukannya usaha perbaikan sesuai dengan tingkat pengelolaan yang dapat dilakukan. Faktor pembatas yang ditemukan di lapangan dapat berupa

faktor pembatas yang bersifat permanen dan faktor pembatas yang masih dapat diperbaiki dengan masukan teknologi yang tepat.

Penilaian kesesuaian lahan dilakukan dengan menggunakan hukum minimum yaitu mencocokkan (*matching*) antara kualitas dan karakteristik lahan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan tanaman ubi jalar menurut Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka (2011) dengan menggunakan metode FAO (1976) agar dapat diketahui kelas kesesuaian lahan aktualnya. Sistem klasifikasi metode FAO (1976) menggunakan kerangka kategori kesesuaian lahan pada tingkat ordo sampai dengan tingkat unit. Kerangka kategori kesesuaian lahan pada sistem klasifikasi metode FAO diantaranya (1) ordo : menunjukkan suatu lahan sesuai atau tidak sesuai untuk penggunaan tertentu (2) kelas : menunjukkan tingkat kesesuaian suatu lahan (3) sub-kelas : menunjukkan jenis pembatas atau macam perbaikan yang harus dilakukan pada masing-masing kelas (4) unit : menunjukkan perbedaan-perbedaan besarnya faktor penghambat yang berpengaruh dalam pengelolaan suatu sub-kelas.

Penyajian data kelas kesesuaian lahan aktual tersebut dapat mendukung penentuan kelas kesesuaian lahan potensial setelah adanya upaya perbaikan yang dapat dilakukan sesuai dengan tingkat pengelolaan yang diterapkan. Data kelas kesesuaian lahan aktual tanaman ubi jalar di Desa Bandorasakulon Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan Jawa Barat tersaji dalam Tabel 27.

Tabel 27. Kelas Kesesuaian Lahan Aktual Tanaman Ubi Jalar Di Desa Bandorasakulon Kec. Cilimus Kab. Kuningan Jawa Barat

No.	Kualitas / Karakteristik Lahan	Simbol	Lokasi Penelitian		
			Zona A > 500 m. dpl.	Zona B 450-500 m. dpl.	Zona C < 450 m. dpl.
1.	Ketersediaan air	w	S2	S2	S2
	1. Curah hujan (mm/tahun)		S2 1.691,3 mm/thn	S2 1.691,3 mm/thn	S2 1.691,3 mm/thn
	2. Bulan kering (bulan / tahun)		S1 4 bulan	S1 4 bulan	S1 4 bulan
2.	Media Perakaran	r	S2	S2	S3
	1. Drainase tanah (cm/jam)		S2 > 35 cm/jam	S2 > 35 cm/jam	S2 > 35 cm/jam
	2. Kedalaman efektif (cm)		S2 50-75 cm	S2 50-75 cm	S2 50-75 cm
	3. Tekstur		S1 SiL	S1 SiL	S3 SiC
3.	Retensi hara	f	S1	S1	S1
	1. KTK (me/100 g)		S1 24,69 me/100 g	S1 20,93 me/100 g	S1 22,25 me/100 g
	2. Kejenuhan basa (%)		S1 51,35 me/100 g	S1 63,45 me/100 g	S1 66,12 me/100 g
	3. C-Organik (%)		S1 4,06 %	S1 3,26 %	S1 2,64 %
	4. pH tanah		S1 5,8	S1 5,8	S1 5,7
4.	Ketersediaan hara	n	S3	S3	S3
	1. N-total (%)		S1 0,23 %	S2 0,15 %	S1 0,22 %
	2. P ₂ O ₅ tersedia (mg/100 g)		S3 4,42 mg/100 g	S3 3,85 mg/100 g	S3 4,47 mg/100 g
	3. K ₂ O tersedia (mg/100 g)		S2 18,68 mg/100 g	S2 16,50 mg/100 g	S1 21,21 mg/100 g
5.	Toksisitas	x	S1	S1	S1
	1. Salinitas (mmho/cm)		S1 2,62 mmho/cm	S1 2,06 mmho/cm	S1 2,58 mmho/cm

No.	Kualitas / Karakteristik Lahan	Simbol	Lokasi Sampel dan Pengamatan		
			Zona A > 500 m. dpl.	Zona B 450-500 m. dpl.	Zona C < 450 m. dpl.
	2. Alkalinitas (%)		S1 1,21 %	S1 2,05 %	S1 2,42 %
6.	Penyiapan lahan	l	S1	S1	S1
	1. Batuan permukaan (%)		S1 0,1-3 %	S1 0,1-3 %	S1 0,1-3 %
	2. Singkapan batuan (%)		S1 < 2 %	S1 < 2 %	S1 < 2 %
7.	Tingkat bahaya erosi	e	S2	S2	S2
	1. Bahaya erosi		S1 SR	S1 SR	S1 SR
	2. Lereng (%)		S2 2-15 %	S2 2-15 %	S2 2-15 %
8.	1. Bahaya banjir	b	S1	S1	S1
			F0	F0	F0
Kelas Kesesuaian Lahan Aktual Tingkat Subkelas			S2-n	S2-n	S2-r,n
Kelas Kesesuaian Lahan Aktual Tingkat Unit			S2n-2	S2n-2	S2r-3, n-2

Keterangan : SiL (*Silty Loam*) ; SiC (*Silty Clay*) ; SR : Sangat ringan ; F0 : tanpa genangan

Penentuan beberapa jenis usaha dan asumsi tingkat perbaikan kualitas lahan yang dapat dilakukan perlu memperhatikan karakteristik yang tergabung dalam masing-masing kualitas lahan yang tersaji dalam Tabel 28 dan 29. Karakteristik lahan dapat dibedakan menjadi karakteristik lahan yang dapat diperbaiki dengan usaha perbaikan sesuai dengan tingkat pengelolaan yang akan diterapkan serta karakteristik lahan yang tidak dapat diperbaiki (Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011). Jenis usaha perbaikan yang dapat dilakukan terhadap kualitas dan karakteristik lahan aktual tanaman ubi jalar Di Desa Bandorasakulon Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan Jawa Barat tersaji dalam Tabel 28.

Tabel 28. Jenis Usaha Perbaikan Kualitas/Karakteristik Lahan Aktual Untuk Menjadi Potensial Menurut Tingkat Pengelolaannya

No.	Kualitas / Karakteristik Lahan	Usaha Perbaikan	Tingkat Pengelolaan
1.	Media perakaran (r)		
	3. Tekstur	Umumnya tidak dapat dilakukan perbaikan tetapi pengaruhnya dapat diupayakan perbaikan	Sedang, tinggi
2.	Ketersediaan hara (n)		
	2. P ₂ O ₅ tersedia (mg/100 g)	Pemupukan P ₂ O ₅ , penambahan bahan organik dan aplikasi mikro-organisme pelarut fosfat	Sedang, tinggi

Keterangan :

- Tingkat pengelolaan rendah : pengelolaan dapat dilakukan oleh petani dengan biaya yang relatif rendah/murah
- Tingkat pengelolaan sedang : pengelolaan dapat dilakukan oleh tingkat petani menengah dengan biaya atau modal menengah dan teknik pertanian sedang
- Tingkat pengelolaan tinggi : pengelolaan hanya dapat dilakukan dengan menggunakan biaya atau modal yang relatif besar, sehingga umumnya hanya dapat dilakukan oleh pemerintah dan perusahaan besar atau menengah

Sumber : Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011.

Usaha perbaikan dapat dilakukan berdasarkan pada tingkat pengelolaan yang akan diterapkan yaitu tingkat pengelolaan sedang dan tinggi. Pemilihan tingkat pengelolaan yang akan diterapkan harus sesuai dengan biaya atau modal yang dapat dijangkau pada tingkat petani, sedangkan pada tingkat pengelolaan yang tinggi sebaiknya harus ada peran atau keterlibatan dari pihak pemerintah setempat atau instansi swasta tertentu yang bekerjasama dalam pengembangan komoditas ubi jalar di Desa Bandorasakulon Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan. Asumsi tingkat perbaikan kualitas lahan aktual untuk menjadi lahan potensial tersaji dalam Tabel 29.

Tabel 29. Asumsi tingkat perbaikan kualitas lahan aktual untuk menjadi lahan potensial berdasarkan pada tingkat pengelolaannya

No.	Kualitas / Karakteristik Lahan	Tingkat pengelolaan		Jenis Usaha Perbaikan
		Sedang	Tinggi	
1.	Media perakaran (r) 3. Tekstur	+	-	Perbaikan struktur tanah
2.	Ketersediaan hara (n) 2. P ₂ O ₅ tersedia (mg/100 g)	+	++	Pemupukan, penambahan bahan organik dan aplikasi mikro-organisme pelarut fosfat

Keterangan :

- (-) : Tidak dapat dilakukan usaha perbaikan
- (+) : Perbaikan dapat dilakukan dan akan dihasilkan kenaikan satu kelas lebih tinggi (misal S3 menjadi S2)
- (++) : Kenaikan kelas dua tingkat lebih tinggi (misal S3 menjadi S1)

Sumber : Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011.

Tabel 30 menjelaskan kelas kesesuaian lahan aktual dan potensial bagi tanaman ubi jalar berdasarkan metode FAO (1976).

Tabel 30. Kelas Kesesuaian Lahan Aktual dan Potensial Tanaman Ubi Jalar Metode FAO (1976)

No.	Kesesuaian Lahan Aktual		Usaha Perbaikan (Sedang, Tinggi)	Kesesuaian Lahan Potensial Tingkat Unit	Zona
	Sub-kelas	Unit			
1.	S2-n	S2n-2	1. Pemupukan sesuai dengan dosis dan jadwal yang tepat 2. Penambahan bahan organik 3. Aplikasi mikro-organisme pelarut fosfat	S2	A dan B
2.	S2-r,n	S2r-3,n-2	1. Pengolahan tanah secara intensif baik konvensional maupun mekanis 2. Pemupukan sesuai dengan dosis dan jadwal yang tepat 3. Penambahan bahan organik 4. Aplikasi mikro-organisme pelarut fosfat	S2	C

1. Kesesuaian lahan aktual untuk tanaman ubi jalar

Berdasarkan data kelas kesesuaian lahan aktual dan potensial dalam Tabel 30, kelas kesesuaian lahan aktual untuk tanaman ubi jalar di Desa Bandorasakulon Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan pada zona A dan B yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 dan $450-500$ m. dpl. termasuk ke dalam kelas S2n-2 yang artinya lahan cukup sesuai dengan faktor pembatas berupa P_2O_5 tersedia yang berpengaruh terhadap kualitas ketersediaan hara serta pada zona C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat < 450 m. dpl. termasuk ke dalam kelas S2r-3,n-2 yang artinya lahan cukup sesuai dengan faktor pembatas berupa tekstur yang berpengaruh terhadap kualitas media perakaran dan P_2O_5 tersedia yang berpengaruh terhadap kualitas ketersediaan hara.

Faktor pembatas berupa tekstur berada pada zona C, sedangkan pembatas berupa P_2O_5 tersedia berada pada zona A, B dan C. Kelas tekstur yang terdapat pada zona C berupa liat berdebu (*Silty Clay*) yang termasuk ke dalam kriteria halus, sedangkan kelas tekstur yang dikehendaki oleh tanaman ubi jalar adalah lempung liat berpasir (*Sand Clay Loam*) dengan kriteria agak halus. Pembatas berupa tekstur tersebut dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman ubi jalar sehingga pada akhirnya akan menghambat pembentukan umbi yang optimal. Usaha perbaikan terhadap faktor pembatas tekstur dapat dilakukan dengan pengolahan tanah yang intensif baik secara konvensional seperti dengan menggunakan tenaga manusia dan kerbau ataupun secara mekanis dengan menggunakan alat bantu berupa traktor.

Faktor pembatas berupa P_2O_5 tersedia berada pada zona A, B dan C dengan masing-masing nilai P_2O_5 tersedia diantaranya adalah zona A yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat > 500 m. dpl. memiliki nilai P_2O_5 tersedia sebesar 4,42 mg/100 gram tanah, zona B yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat 450-500 m. dpl. memiliki nilai P_2O_5 tersedia sebesar 3,85 mg/100 gram tanah dan zona C yang mewakili area persawahan dengan ketinggian tempat < 450 m. dpl. memiliki nilai P_2O_5 tersedia sebesar 4,47 mg/100 gram tanah. Ke 3 zona tersebut memiliki nilai P_2O_5 tersedia yang termasuk ke dalam kriteria sangat rendah yaitu < 15 mg/100 gram tanah, sementara nilai P_2O_5 tersedia yang dikehendaki untuk tanaman ubi jalar adalah 41-60 mg/100 gram tanah. Terbatasnya ketersediaan unsur fosfor dapat dipengaruhi oleh kondisi pH tanah ataupun dikarenakan jumlah P_2O_5 tersedia dalam larutan tanah yang rendah.

Kondisi pH tanah akan mempengaruhi ketersediaan fosfor yang dapat diserap oleh tanaman. Pada kondisi pH tanah yang masam, fosfor dalam tanah dapat terfiksasi / terikat secara kuat oleh ion logam Al dan Fe membentuk suatu senyawa yang tidak tersedia bagi tanaman, sedangkan pada kondisi pH basa kemungkinan besar fosfor tidak dapat tersedia bagi tanaman karena adanya aktifitas pengikatan oleh ion kalsium (Ca^{2+}). Namun, rendahnya nilai P_2O_5 tersedia pada ke 3 zona lebih dimungkinkan karena P_2O_5 tersedia di dalam tanah yang jumlahnya relatif rendah dan bukan dikarenakan adanya pengikatan oleh ion-ion logam seperti Al dan Fe. Mobilitas ion-ion logam seperti Al dan Fe baru meningkat pada saat kondisi pH tanah mulai masam < 5 . Sementara, kondisi pH tanah pada lokasi penelitian masih termasuk ke dalam kriteria agak masam 5,6-5,8 dan pada kondisi pH tanah

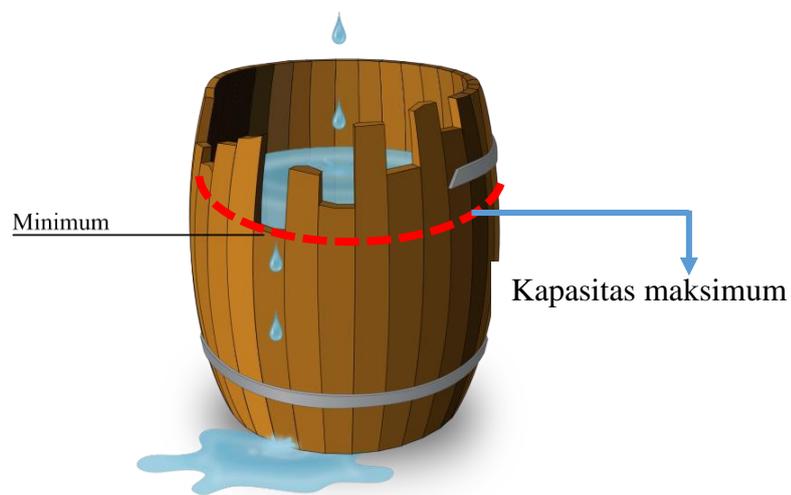
demikianlah yang dikehendaki bagi pertumbuhan tanaman ubi jalar, sehingga kemungkinan besar rendahnya P_2O_5 tersedia tersebut lebih cenderung dikarenakan jumlahnya yang terbatas di dalam tanah.

Unsur fosfor memiliki fungsi penting dalam penyediaan sumber energi berupa ADP (*Adenosin difosfat*) dan ATP (*Adenosin trifosfat*) yang digunakan dalam proses metabolisme tanaman ubi jalar seperti respirasi dan fotosintesis, sehingga berperan dalam pembentukan karbohidrat yang pada akhirnya akan disimpan dalam bentuk cadangan makanan berupa umbi. Unsur P memiliki peran dalam menentukan awal fase pematangan sehingga apabila suplai P terbatas tidak saja akan berdampak pada pertumbuhan yang terhambat tetapi juga akan berdampak pada kualitas, kuantitas dan waktu panen ubi jalar. Implikasi dari terbatasnya unsur fosfor adalah kurang optimalnya pertumbuhan pada fase generatif tanaman, sehingga berdampak pada pembentukan umbi yang kurang maksimal.

Keterbatasan kandungan fosfor yang tersedia di dalam tanah dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil panen ubi jalar yang akan dicapai. Hal tersebut sesuai dengan “hukum minimum” yang dinyatakan oleh ilmuwan Justus von Liebig (1862) yang menganalogikan kesuburan tanah sebagai sebuah tong air yang tersusun dari papan-papan penyusun tong dengan panjang yang berbeda-beda (Gambar 5). Papan-papan penyusun tong air tersebut diasumsikan sebagai unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, sedangkan air yang tertampung di dalam tong tersebut diasumsikan sebagai hasil panen yang akan dicapai. Papan-papan penyusun tong air yang memiliki ukuran paling pendek / rendah menentukan

kapasitas maksimum tong dalam menyimpan air, sehingga apabila salah satu papan-papan penyusun tong tersebut tidak tersedia maka akan menjadi faktor pembatas dalam menyimpan air meskipun papan-papan penyusun lainnya tersedia.

Unsur hara makro P merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh tanaman ubi jalar dalam jumlah yang relatif lebih rendah/sedikit dibandingkan dengan unsur hara makro lainnya seperti N dan K, apabila unsur P tersebut terbatas atau tidak tersedia maka akan mempengaruhi hasil panen ubi jalar yang akan dicapai meskipun unsur-unsur hara lainnya seperti N dan K sudah cukup tersedia. Hal tersebut terkait dengan hukum minimum Leibig (1862) yang menjelaskan bahwa unsur hara yang dibutuhkan paling rendah oleh tanaman akan berpengaruh dalam menentukan hasil panen yang dicapai, sehingga apabila unsur hara tersebut terbatas atau tidak tersedia maka akan menjadi faktor pembatas terhadap hasil panen yang dicapai. Artinya keberadaan unsur P di dalam tanah tidak dapat digantikan oleh unsur-unsur hara lainnya, sehingga perlu adanya penanganan yang tepat dalam mengatasi permasalahan keterbatasan fosfor tersedia di dalam tanah.



Gambar 5. Hukum minimum teori Justus von Leibig, 1862

2. Kesesuaian lahan potensial tanaman ubi jalar

Kesesuaian lahan potensial adalah kesesuaian lahan yang akan dicapai setelah dilakukannya usaha perbaikan terhadap faktor-faktor pembatas yang terdapat di lapangan sesuai dengan tingkat pengelolaan yang akan diterapkan, sehingga harapannya tingkat produktivitas suatu komoditas pada suatu lahan dapat meningkat lebih baik dari hasil pencapaian sebelumnya. Pemilihan tingkat pengelolaan sedang adalah dikarenakan mempertimbangkan jumlah biaya atau modal yang relatif dapat dijangkau oleh tingkat petani, sehingga harapannya dapat meningkatkan kualitas lahan dengan biaya pengeluaran yang tidak terlalu besar. Usaha perbaikan lahan aktual tanaman ubi jalar akan menjadikan lahan tersebut ke dalam lahan potensial.

Kelas kesesuaian lahan aktual ubi jalar di Desa Bandorasakulon Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan dapat ditingkatkan menjadi kelas kesesuaian lahan potensial melalui beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi faktor pembatas tekstur tanah dan P_2O_5 tersedia. Tekstur merupakan salah satu faktor pembatas yang bersifat permanen artinya sulit untuk diperbaiki akan tetapi pengaruh yang ditimbulkan akibat adanya faktor pembatas tekstur tersebut dapat diatasi dengan melakukan perbaikan struktur tanah melalui intensifikasi lahan seperti pengolahan tanah intensif baik secara konvensional maupun mekanis. Sementara, keterbatasan P_2O_5 tersedia di dalam tanah dapat diatasi melalui usaha perbaikan berupa pemupukan fosfat sesuai dengan dosis dan jadwal yang tepat, penambahan bahan organik melalui penggunaan pupuk kandang dan bila memungkinkan dilakukannya aplikasi mikro-organisme pelarut fosfat. Tabel 31

menyajikan usaha perbaikan yang dapat dilakukan pada lahan tanaman ubi jalar di Desa Bandorasakulon Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan untuk dapat naik ke kelas kesesuaian lahan yang lebih baik.

Tabel 31. Kesesuaian lahan potensial tanaman ubi jalar

Tingkat Kesesuaian Lahan Aktual Tingkat Unit	Usaha Perbaikan	Tingkat Kesesuaian Lahan Potensial	Zona
S2n-2	1. Pemupukan dengan menggunakan pupuk sintetis seperti TSP dan SP-36 sesuai dengan jadwal dan dosis yang tepat 2. Penambahan bahan organik secara intensif 3. Aplikasi mikro-organisme pelarut fosfat	S2	A dan B
S2r-3,n-2	1. Pengolahan tanah secara intensif baik konvensional maupun mekanis 2. Pemupukan dengan menggunakan pupuk sintetis seperti TSP dan SP-36 sesuai dengan jadwal dan dosis yang tepat 3. Penambahan bahan organik secara intensif 4. Aplikasi mikro-organisme pelarut fosfat	S2	C

Intensifikasi lahan berupa pengolahan tanah yang intensif dapat menjadi salah satu usaha perbaikan dalam memodifikasi pengaruh negatif yang ditimbulkan dari kondisi tekstur yang kurang dikehendaki bagi pertumbuhan tanaman ubi jalar. Pengolahan tanah intensif baik secara konvensional seperti dengan menggunakan tenaga manusia dan kerbau atau mekanis dengan menggunakan alat bantu berupa traktor dapat memperbaiki kondisi struktur tanah yang lebih remah. Menurut Kemas Ali Hanafiah (2011) struktur tanah berperan untuk memodifikasi pengaruh tekstur tanah terhadap kondisi drainase atau aerasi tanah karena susunan *ped* (gumpalan) dan agregat (bongkahan) tanah akan menghasilkan ruangan yang lebih besar dibandingkan susunan antar partikel primer (pasir, debu dan liat). Perbaikan

tersebut pada akhirnya akan lebih memberikan ruang yang relatif lebih luas dari kondisi sebelumnya sehingga dapat membantu pertumbuhan dan perkembangan akar dan umbi secara optimal.

P_2O_5 tersedia mencerminkan ketersediaan unsur P dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman. Unsur fosfor diserap oleh tanaman dalam bentuk orthofosfat primer ($H_2PO_4^-$) dan orthofosfat sekunder (HPO_4^{2-}). Secara fisiologis, fosfat di dalam sel-sel tanaman ditransportasikan ke kelompok-kelompok aseptor melalui proses fosforilasi dan menghasilkan senyawa-senyawa reaktif. Adanya fosforilasi tersebut dapat menurunkan aktivitas *barrier* (penghalang penggunaan) terhadap energi ATP, sehingga memungkinkan terjadinya berbagai reaksi kimiawi dalam sistem metabolisme tanaman seperti respirasi dan fotosintesis. Peran fosfor yang cukup penting dalam penyediaan energi dalam proses fotosintesis akan berpengaruh dalam pembentukan karbohidrat yang pada akhirnya akan disimpan dalam bentuk cadangan makanan berupa umbi.

Fosfor dalam tanah dapat tersedia dalam bentuk P-anorganik yang bersumber dari proses pelapukan bebatuan mineral yang mengandung fosfor dan P-organik hasil dari dekomposisi bahan-bahan organik. Umumnya kadar P dalam bahan organik adalah 1 %, yang berarti dari 1 ton bahan organik tanah bernisbah C/N = 10 (matang) dapat dibebaskan 10 kg P (setara dengan 22 kg TSP). Penambahan kandungan P_2O_5 tersedia di dalam tanah juga dapat melalui aplikasi pupuk sintetis seperti pupuk TSP atau SP-36 yang banyak tersedia di pasaran.

Pemupukan P dengan menggunakan dosis dan jadwal yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman ubi jalar akan dapat menambah kandungan P_2O_5

tersedia dalam tanah, sehingga dapat memenuhi kebutuhan unsur fosfor bagi tanaman ubi jalar. Pupuk sintetis yang dapat digunakan oleh petani dalam mengatasi permasalahan terbatasnya kandungan fosfor dalam tanah adalah TSP dan SP-36 yang banyak ditemukan di pasaran. Penggunaan pupuk sintetis tersebut harus berdasarkan pada dosis yang telah dianjurkan oleh pemerintah setempat maupun instansi terkait misalnya UPTD setempat, Dinas Pertanian Kuningan, Balittanah (Balai Penelitian Tanah) dan Balitkabi (Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian). Dosis penggunaan pupuk sintetis untuk komoditas ubi jalar sesuai dengan rekomendasi dari Balitkabi tersaji pada Tabel 32.

Tabel 32. Rekomendasi dosis pupuk tunggal untuk tanaman ubi jalar

Jenis Pupuk	Dosis	Waktu dan Takaran
Urea	200 kg/hektar	1. Awal (7 Hst) sejumlah 1/3 bagian 2. Susulan (45 Hst) sejumlah 2/3 bagian
SP-36	100 kg/hektar	
KCl	150 kg/hektar	

Keterangan : HST (Hari Setelah Tanam)

Sumber : Yudi Widodo dan Rahayuningsih, 2009.

Usaha perbaikan lainnya yang dapat dilakukan adalah dengan menambah kandungan bahan organik tanah melalui pemberian pupuk kandang pada saat bersamaan dengan pengolahan tanah. Bahan organik tanah merupakan senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi berupa humus melalui proses humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik yang dihasilkan melalui proses mineralisasi. Bahan organik dapat bersumber dari pupuk organik berupa pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos serta pupuk hayati (inokulan). Bahan organik tanah berperan penting secara fisik, kimiawi dan biologis tanah, sehingga menentukan status kesuburan suatu tanah. Selain itu, di satu sisi bahan organik diharapkan dapat menciptakan kompleks koloid organik dan

meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air serta meningkatkan kelarutan pupuk an-organik yang diberikan (Budiyanto, G., 2016). FAO (2005) menambahkan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan jumlah pori mikro dan bahkan beberapa jenis bahan organik tertentu dapat mengikat air dua puluh kali lipat beratnya. Atas dasar hal tersebut, maka pemberian bahan organik ke dalam tanah penting dilakukan agar dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, sehingga memberikan hasil tanaman yang diharapkan.

Humus merupakan koloid organik yang bermuatan listrik, sehingga secara fisik berpengaruh terhadap struktur tanah dan secara kimiawi menentukan kapasitas pertukaran kation/anion sehingga berpengaruh penting terhadap ketersediaan unsur hara dan secara biologis merupakan sumber energi dan karbon bagi mikroba heterotrofik. Penggunaan pupuk kandang sebagai salah satu usaha penambahan kandungan bahan organik tanah juga secara langsung dapat memperbaiki pembatas berupa P_2O_5 dikarenakan terkait dengan hara tersedia yang dihasilkan melalui proses mineralisasi bahan organik. Selain senyawa organik kompleks berupa humus yang terbentuk pada dekomposisi bahan organik, juga dihasilkan senyawa-senyawa sederhana berupa kation-anion yang tersedia bagi tanaman seperti CO_2 , CO_3^- , HCO_3^- , CH_4 dan C; NH_4^+ , NO_2^- dan NO_3^- ; S, H_2S , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , dan CS_2 ; $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} ; K^+ , Ca^{2+} ; Mg^{2+} dll. (Kemas Ali Hanafiah, 2014). Selain memiliki kemampuan dalam menyediakan unsur hara secara langsung melalui proses mineralisasi bahan organik, bahan organik juga memiliki pengaruh dalam pelepasan unsur hara yang terjerap/terfiksasi dari pengikatnya seperti hara fosfor.

Hal tersebut terkait dengan kemampuan bahan organik dalam mencengkam (*chelate*) koloid anorganik bermuatan positif dan kation-kation terutama Al dan Fe yang reaktif, sehingga menyebabkan fiksasi P dapat ternetralisir, serta adanya asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik yang mampu melarutkan P dan unsur lainnya dari pengikatnya, sehingga menghasilkan peningkatan ketersediaan dan efisiensi pemupukan P dan hara lainnya (Stevenson, 1982).

Hasil penelitian Kemas Ali Hanafiah (1989) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang (pukan) ayam setelah 8 minggu dapat memperbaiki kondisi sifat kimia tanah latosol Subang. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam terhadap ketersediaan dan agihan bentuk-bentuk P tanah latosol Subang tersaji dalam Tabel 33.

Tabel 33. Pengaruh pupuk kandang ayam pada 8 minggu terhadap ketersediaan dan agihan bentuk-bentuk P pada tanah latosol Subang

Takaran pukan (ton/h)	Kadar P (ppm)					
	P-Bray 1	P-larut air	P-Ca	P-Al	P-Fe	P-lainnya
0	25,85	11,08	375,06	245,91	184,16	212,93
5	77,59	28,51	399,98	227,25	156,06	218,51
10	96,51	37,76	447,46	177,79	137,76	231,04
20	99,08	32,70	452,94	171,18	126,18	251,54

Sumber : Kemas Ali Hanafiah (1989)

Berdasarkan Tabel 33, setelah 8 minggu inkubasi dari 1.000 ppm P yang diberikan pada tanah latosol Subang menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa pupuk kandang ayam hanya tersisa 25,85 ppm P-tersedia (Bray-I) dengan 11,08 ppm P-larut air dibandingkan pada perlakuan pukan ayam yang relatif lebih tinggi. Rendahnya ketersediaan P tersebut terkait dengan meningkatnya bentuk P-Al dan P-Fe sebagai konsekuensi tingginya daya fraksi tanah latosol. Sementara berdasarkan Tabel 35 menunjukkan bahwa pada perlakuan pupuk kandang ayam

dalam dosis 5, 10 dan 20 ton/hektar mampu meningkatkan ketersediaan P dibandingkan pada perlakuan tanpa pupuk kandang ayam. Hal tersebut berarti menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam mampu menekan daya fiksasi P yang tercerminkan pada peningkatan kadar P-tersedia, P-larut air, P-Ca dan P-lainnya (terutama P-Organik) serta menurunnya bentuk P-Al dan P-Fe.

Selain pupuk kandang ayam, petani juga dapat menggunakan pupuk kandang sapi dalam budidaya ubi jalar dengan dosis yang telah ditentukan oleh Balitkabi. Dosis penggunaan pupuk kandang tersaji dalam Tabel 34.

Tabel 34. Rekomendasi dosis pupuk kandang

Pupuk Kandang	Dosis (ton/h)	Waktu Aplikasi
Kotoran Ayam ⁽¹⁾	10-20	Bersamaan dengan pengolahan tanah
Kotoran Sapi ⁽²⁾	10	

Sumber : (1) Kemas Ali Hanafiah (1989) dan (2) Yudi Widodo dan Rahayuningsih (2009).

Usaha perbaikan lainnya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan P_2O_5 tersedia adalah dengan memanfaatkan agensia hayati seperti mikro-organisme pelarut fosfat yaitu mikro-organisme yang dapat melarutkan fosfat tidak tersedia menjadi tersedia sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pemanfaatan mikro-organisme pelarut fosfat dapat diharapkan mampu mengatasi masalah P pada tanah masam (Sundara Rao dan Sinha, 1963; Asea *et al.*, 1988; Saleh *et al.*, 1989). Mikro-organisme pelarut fosfat terdiri dari bakteri dan fungi. Kelompok bakteri pelarut fosfat yang banyak ditemukan di lahan pertanian Indonesia berasal dari genus *Enterobacter* dan *Mycobacterium* (Gunarto dan Nurhayati, 1994), sedangkan fungi pelarut fosfar yang paling dominan ditemukan di tanah masam Indonesia adalah *Aspergillus niger* dan *Penicillium* (Goenandi *et al.*, 1993). Pelarutan senyawa fosfat oleh mikro-organisme pelarut fosfat

berlangsung secara kimia dan biologis baik untuk bentuk fosfat organik maupun anorganik.

Mekanisme pelarutan fosfat secara kimia merupakan mekanisme pelarutan fosfat utama yang dilakukan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, tartrat, sitrat, laktat, α -ketoglutarat, asetat, formiat, propionat, glikolat, glutamat, glioksilat, malat, fumarat (Illmer dan Schinner, 1992; Banik dan Dey, 1982; Alexander, 1977; Beauchamp dan Hume, 1997). Selanjutnya asam-asam organik tersebut akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} atau Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan pada akhirnya dapat diserap oleh tanaman. Asam-asam organik dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah melalui mekanisme persaingan antara anion organik dan orthofosfat pada kompleks permukaan koloid tanah bermuatan positif, sehingga memperbesar peluang pelepasan orthofosfat ($H_2PO_4^-$) dari ikatan logam-P dan pada akhirnya dapat diserap oleh tanaman. Terdapatnya asam-asam organik seperti sitrat, oksalat, malat, tartarat dan malonat di dalam tanah sangat penting artinya dalam mengurangi pengikatan P oleh unsur penjerapnya dan mengurangi daya racun aluminium pada tanah masam.

Pelarutan fosfat secara biologis terjadi karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim antara lain enzim fosfatase (Lynch, 1983) dan enzim fitase (Alexander, 1977). Fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfat rendah. Fosfatase diekskresikan oleh akar tanaman dan mikroorganisme, namun di dalam tanah yang lebih dominan adalah fosfatase yang

dihasilkan oleh mikroorganisme (Joner *et al.*, 2000). Pada proses mineralisasi bahan organik, senyawa fosfat organik diuraikan menjadi bentuk fosfat anorganik yang tersedia bagi tanaman dengan bantuan enzim fosfatase (Gaur *et al.*, 1980; Paul dan Clark, 1989). Enzim fosfatase dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia.

Mikro-organisme pelarut fosfat dapat diisolasi dari tanah yang kandungan fosfatnya rendah terutama di sekitar perakaran tanaman, karena mikroba tersebut menggunakan fosfat dalam jumlah yang sedikit dan mampu memanfaatkan P tidak tersedia untuk keperluan metabolismenya (Alexander, 1977). Di laboratorium, deteksi dan estimasi kemampuan mikro-organisme pelarut fosfat dilakukan dengan menggunakan metode cawan petri. Media selektif yang paling umum digunakan untuk mengisolasi dan memperbanyak mikro-organisme pelarut fosfat adalah media agar pikovskaya yang berwarna putih keruh dan mengandung P tidak larut seperti kalsium fosfat (Sundara Rao dan Sinha, 1963). Setelah inkubasi (48-72 jam), potensi mikro-organisme untuk melarutkan fosfat tidak tersedia secara kualitatif dicirikan dengan zona bening di sekitar koloni mikro-organisme yang tumbuh di media agar. Produksi inokulan mikro-organisme pelarut fosfat (MPF) memerlukan bahan pembawa yang dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan MPF. Hasil penelitian Premono dan Widiastuti (1994) media berupa kompos dan zeolit (9:1 v/v) yang disimpan pada suhu 28⁰C merupakan bahan pembawa terbaik. Pemberian inokulan MPF pada tanaman biasanya harus dengan kepadatan yang tinggi, yaitu lebih dari 10⁸ sel gram⁻¹ media pembawanya. MPF yang diberikan

dalam kepadatan yang tinggi diharapkan mampu bersaing dengan mikro-organisme lainnya dalam tanah, sehingga mampu mendominasi perakaran tanaman.

Penggunaan mikro-organisme pelarut fosfat sebagai usaha dalam memperbaiki faktor pembatas berupa P_2O_5 tersedia pada tingkat petani dapat terlaksana dengan baik apabila memperoleh dukungan penuh dari instansi pemerintah terkait seperti Dinas Pertanian Kabupaten Kuningan dan UPTD Pertanian Kecamatan Cilimus. Hal tersebut tidak terlepas dari produksinya yang hanya terbatas dapat dilakukan pada skala laboratorium, sehingga pemerintah memegang peran penting dalam merealisasikan produksi inokulan mikro-organisme pelarut fosfat bagi para petani ubi jalar. Selain berperan dalam produksi inokulan MPF, pemerintah setempat juga perlu memberikan pendampingan seperti penyuluhan kepada para petani ubi jalar melalui Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) setempat.

Setelah dilakukannya usaha perbaikan terhadap faktor-faktor pembatas yang ada di lahan maka kelas kesesuaian lahan potensial untuk tanaman ubi jalar di Desa Bandorasakulon Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan menjadi cukup sesuai (S2) tanpa adanya faktor pembatas.