

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting Fisiografi Wilayah Studi

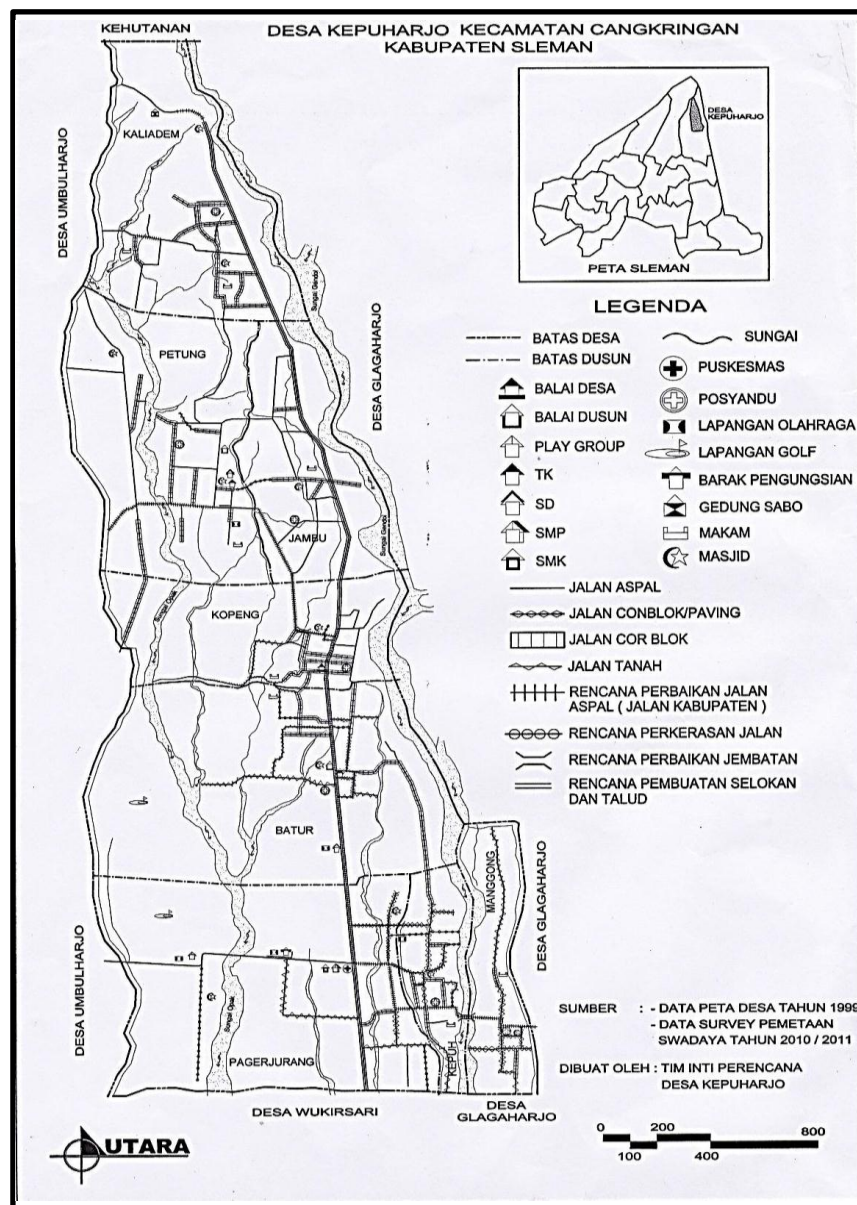
Desa Kepuharjo secara geografis berada di koordinat $07^{\circ}40'42.7''\text{LS}$ – $07^{\circ}43'00.9''\text{LS}$ dan $110^{\circ}27'59.9''\text{BT}$ – $110^{\circ}28'51.4''\text{BT}$. Dilihat dari topografi, ketinggian wilayah Kepuharjo berada pada 600 – 1200 m ketinggian dari permukaan air laut dengan curah hujan rata-rata 2500 mm/tahun, serta suhu rata-rata per tahun adalah $16-17^{\circ}\text{C}$. Secara administrasi Desa Kepuharjo terletak di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman dengan batas sebelah utara yaitu Taman Nasional Gunung Merapi sebelah selatan yaitu Desa Wukirsari, sebelah barat yaitu dengan Desa Umbulharjo, serta sebelah timur dengan Desa Glagaharjo (Data Administrasi Desa Kepuharjo 2014).

Wilayah Desa Kepuharjo terdiri dari 8 padukuhan yaitu :

- | | |
|----------------|---------------------|
| 1. Kaliadem | terdiri 4 RT & 2 RW |
| 2. Jambu | terdiri 4 RT & 2 RW |
| 3. Petung | terdiri 4 RT & 2 RW |
| 4. Kopeng | terdiri 5 RT & 2 RW |
| 5. Batur | terdiri 4 RT & 2 RW |
| 6. Pagerjurang | terdiri 4 RT & 2 RW |
| 7. Kepuh | terdiri 4 RT & 2 RW |
| 8. Manggong | terdiri 4 RT & 2 RW |

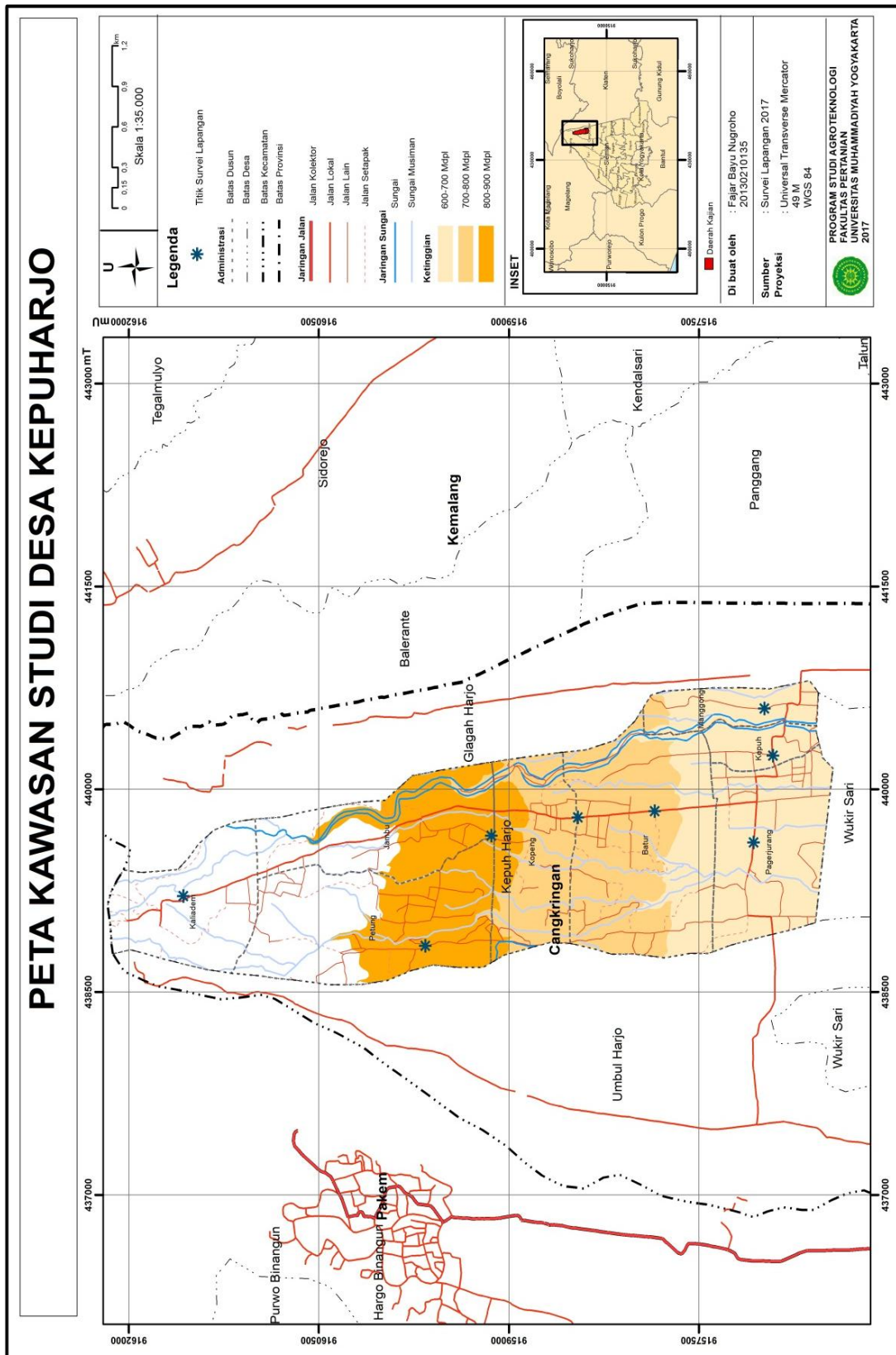
Potensi wilayah Desa Kepuharjo dengan lahan seluas 875 Ha terbagi dalam beberapa peruntukan seperti bangunan umum, jalan, ladang, permukiman, pekuburan, tempat wisata, Lapangan Golf, lapangan olah raga

dan lain-lain. Luas lahan yang diperuntukkan bangunan umum adalah seluas 1.6880 Ha, jalan sepanjang 5.2237 ha sawah (-) tegalan seluas 260.3075 Ha, permukiman seluas 1.0600 Ha, Pekarangan 188.1100 Ha pekuburan dan Sultan Ground (SG) seluas 7.4450 Ha, dan peruntukkan lain-lain termasuk lapangan olahraga seluas 1.2000 m².



Sumber : Data Sekunder Peta Desa Kepuharjo 2017

Gambar 6. Peta Wilayah Desa Kepuharjo



Sumber : Data Primer Arcgis2017

Gambar 7. Peta Kawasan Studi

B. Analisis Kesesuaian Lahan

Penentuan kelas kesesuaian lahan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mencocokkan kondisi fisiografi wilayah dengan syarat tumbuh tanaman. Adapun beberapa karakteristik lahan yang diamati dalam penelitian antara lain : temperatur, ketersediaan air, ketersediaan oksigen, media perakaran, retensi hara, hara tersedia, bahaya erosi dan bahaya banjir. Karakteristik kualitas lahan Desa Kepuharjo pasca erupsi merapi tahun 2010 beserta dengan pembatasnya yang dapat mempengaruhi pertumbuhan serta produktivitas tanaman kopi arabika.

1. Temperatur (tc)

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. Temperatur dapat mempengaruhi tanaman dalam beberapa aktivitas fisiologi tanaman seperti pertumbuhan akar, serapan unsur hara dan air dalam tanah, fotosintesis, respirasi dan translokasi fotosintat (Lenisastri, 2000 dalam Erlina 2013). Temperatur udara dan atau temperatur tanah berpengaruh terhadap tanaman melalui proses metabolisme dalam tubuh tanaman, yang tercermin dalam berbagai karakter seperti: laju pertumbuhan, dormansi benih dan kuncup serta perkecambahan, pembungaan, pertumbuhan buah dan pendewasaan/pematangan jaringan atau organ tanaman. Berdasarkan data BPS atau Badan Pusat Statistik, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2016, data temperatur Kabupaten Sleman pada tahun 2009-2015 adalah sebagai berikut seperti dalam tabel 20 dan 21.

a. Temperatur Rerata (°C)

Berikut tabel Temperatur/Suhu Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta tujuh tahun terakhir dari tahun 2009-2015.

Tabel 20. Kondisi Temperatur/Suhu Desa Kepuharjo

No	Tahun	Temperatur		
		Min	Max	Rata-rata Tahunan
1	2009	20,7	22	21,35 °C
2	2010	21,8	24	22,9 °C
3	2011	20,2	33,6	26,9 °C
4	2012	16,4	34,4	25,4 °C
5	2013	21,5	31,8	26,65 °C
6	2014	21,2	36	28,6 °C
7	2015	20	33,3	26,65 °C

Sumber : BPS Sleman dalam angka tahun 2016

Suhu udara mengalami penurunan secara gradasi. Menurut penelitian terdahulu, penurunan suhu sekitar 0,6 setiap kenaikan tinggi tempat 100 meter di permukaan bumi (Braak, 1977).

Tabel 21. Temperatur

No	Tahun	Ketinggian		
		600-700 mdpl	700-800 mdpl	800-900 mdpl
1	2009	17,15 °C	16,55 °C	15,95 °C
2	2010	18,7 °C	18,1 °C	17,5 °C
3	2011	22,7 °C	22,1 °C	21,5 °C
4	2012	21,2 °C	20,6 °C	20 °C
5	2013	22,45 °C	21,85 °C	21,25 °C
6	2014	24,4 °C	23,8 °C	23,2 °C
7	2015	22,45 °C	21,85 °C	21,25 °C
Rata-rata		21,29 °C	20,69 °C	20,09 °C

Sumber : Data Primer Perhitungan Temperatur

Dilihat dari hasil data BPS dan perhitungan menggunakan rumus *Braak* rata-rata temperatur Desa Kepuharjo tujuh tahun terakhir tahun 2009-2015 yaitu

sebesar 21,29 °C di ketinggian (600-700) mdpl, 20,69 °C di ketinggian (700-800) mdpl, dan 20,09 °C di ketinggian (800-900) mdpl. Apabila dilihat dari kriteria kesesuaian tanaman kopi arabika termasuk dalam kelas S2 atau lahan mempunyai faktor pembatas yang mempengaruhi produktifitasnya, memerlukan tambahan (input). Sedangkan temperatur yang paling sesuai untuk pertumbuhan kopi arabika yaitu antara 16-20 °C berdasarkan kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika. Lahan pada S2 merupakan lahan yang mempunyai pembatas-pembatas. Temperatur (°C) di lahan pasca erupsi tahun 2010 Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman termasuk dalam kelas S2, artinya temperatur (°C) tersebut menjadi pembatas yang tidak terlalu besar dalam proses budidaya kopi arabika tetapi dapat mengurangi produk atau keuntungan. Apabila ingin meningkatkan produksi maka perlu input yang cukup.

Menurut Khairrunisa (2002), temperatur merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi transpirasi, evaporasi dan evapotranspirasi. Transpirasi merupakan penguapan cairan (air) yang terkandung pada jaringan tanaman menjadi uap di udara. Apabila temperatur udara terlalu tinggi atau melebihi temperatur yang dikehendaki oleh tanaman maka transpirasi juga akan meningkat sehingga tanaman akan mudah layu. Evaporasi merupakan penguapan air di tanah menjadi uap air di udara. Apabila suhu meningkat laju evaporasi juga akan meningkat sehingga air di dalam tanah juga akan mudah hilang dan ketersediaannya bagi tanaman juga akan berkurang. Sedangkan evapotranspirasi merupakan perpaduan antara evaporasi dan transpirasi atau penguapan air menjadi uap yang terjadi pada tanah maupun pada tanaman.

b. Ketinggian Tempat dpl (m)

Perbedaan ketinggian tempat akan berpengaruh terhadap kelembaban, suhu, intensitas cahaya, dan juga curah hujan. Semakin tinggi dataran/daerah maka semakin rendah suhu udaranya, intensitas matahari juga berkurang. Akibatnya akan mempengaruhi proses fisiologis, dimana proses fisiologis tanaman bergantung pada cahaya matahari.

Perbedaan ketinggian tempat tumbuh akan menyebabkan perbedaan iklim (seperti suhu, kelembaban dan curah hujan) dan pola penyebaran vegetasi (koneri, 2010). Faktor lingkungan akan mempengaruhi proses-proses fisiologi dalam tanaman. Semua proses akan dipengaruhi suhu dan beberapa beberapa proses akan bergantung pada cahaya (Yuliasari, 2010).

Tabel 22. Ketinggian

No	Ketinggian	mdpl
1	Sampel I	(800-900)
2	Sampel II	(700-800)
3	Sampel III	(600-700)

Sumber : Data Primer Pengukuran Ketinggian

Dilihat dari data perhitungan ketinggian tempat tahun 2017, pada sampel I sebesar (800-900) mdpl, sampel II sebesar (700-800) mdpl dan pada sampel III sebesar (600-700) mdpl. Apabila dilihat dari kriteria kesesuaian tanaman kopi arabika termasuk dalam kelas S2 atau lahan mempunyai faktor pembatas yang mempengaruhi produktifitasnya, memerlukan tambahan (input). Sedangkan ketinggian tempat yang paling sesuai untuk pertumbuhan kopi arabika yaitu antara 1000-1500 mdpl. Lahan pada kelas S2 merupakan lahan yang mempunyai pembatas. Ketinggian tempat di lahan pasca erupsi tahun 2010 Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman termasuk dalam kelas S2, artinya

ketinggian tempat tersebut menjadi pembatas yang tidak terlalu besar dalam proses budidaya kopi arabika tetapi dapat mengurangi produk atau keuntungan. Apabila ingin meningkatkan produksi maka perlu input yang cukup.

2. Ketersediaan Air (wa)

Air merupakan komponen utama tubuh tanaman, bahkan hampir 90% sel-sel tanaman dan mikroba terdiri dari air. Air yang diserap tanaman disamping berfungsi sebagai komponen sel-selnya, juga berfungsi sebagai media reaksi pada hampir seluruh proses metabolismenya apabila telah terpakai diupkan melalui mekanisme transpirasi yang bersama-sama dengan penguapan dari tanah sekitarnya (evaporasi) sehingga disebut dengan evapotranspirasi. Sebagai komponen penting di dalam tanah yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, air dapat menguntungkan dan kadang kala juga dapat merugikan apabila jumlah air yang tersedia tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman. Peran air yang dapat menguntungkan apabila jumlah air yang tersedia sesuai dengan kebutuhan misalnya sebagai pelarut dan pembawa hara dari *rhizosfer* ke dalam akar kemudian ke daun, sebagai sarana transportasi dan pendistribusi nutrisi dari daun ke seluruh bagian tanaman, sebagai komponen utama dalam proses fotosintesis dan respirasi tanaman. Akan tetapi apabila jumlah air terlalu berlebihan atau kurang tidak sesuai dengan kebutuhan maka peran air juga dapat merugikan seperti tanah yang jenuh dengan air dapat menyebabkan terhambatnya aliran udara ke dalam tanah, sehingga mengganggu respirasi dan serapan hara oleh akar, serta aktivitas mikrobia yang menguntungkan (Kemas, 2013). Dalam penelitian

ini terdapat 3 komponen yang harus diamati dalam kriteria ketersediaan air yaitu curah hujan, bulan kering dan kelembaban.

Berdasarkan data BMKG Sleman 2016 *station* Pakem dan Bronggang Curah Hujan dan Lamanya Masa Kering.

Tabel 23. Kondisi Curah Hujan Bulanan (Milimeter), Kabupaten Sleman di *Station* Bronggang dan *Station* Pakem

Tahun	<i>Station</i> Bronggang		<i>Station</i> Pakem	
	Rerata Curah Hujan/Tahun	Bulan Kering/Tahun	Rerata Curah Hujan/Tahun	Bulan Kering/Tahun
2006	2.500	6	2.394	6
2007	2.786	4	2.531	4
2008	2.499	4	2.611	4
2009	2.208	4	2.404	5
2010	2.973	0	3.067	0
2011	2.874	5	2.884	5
2012	2.284	4	2.213	4
2013	2.434	2	2.950	2
2014	1.954	3	2.093	3
2015	2.283	6	2.218	7
Rerata	2.480	3,8	2.537	4

Sumber : BMKG Sleman, 2016

a. Curah Hujan/Tahun (mm)

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan yang bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda. Pada curah hujan Kabupaten Sleman data BMKG tahun 2016 di dua stasiun menunjukkan bahwa jumlah curah hujan atau jumlah air jatuh di permukaan tanah di Kabupaten Sleman 10 tahun terakhir rata-rata sebesar 2.480

mm/tahun untuk stasiun Bronggang dan 2.537 mm/ tahun untuk stasiun Pakem. Dalam kriteria kesesuaian lahan kopi arabika, kondisi curah hujan tersebut termasuk dalam kelas S3 atau kesesuaian rendah (*moderately suitable*) sebab jumlah air yang jatuh di permukaan tanah di Kabupaten Sleman diantara 2.000-3.000 mm/tahun sedangkan curah hujan yang dikehendaki tanaman kopi arabika dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika sebesar 1.200-1.800 mm/tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan air di Kabupaten Sleman lebih besar dibanding dengan kebutuhan air tanaman kopi arabika. Curah hujan atau jumlah air yang jatuh di permukaan di Kabupaten Sleman yang termasuk dalam kelas S3 itu berarti bahwa jumlah air permukaan dapat menjadi pembatas yang dapat mengurangi produk atau keuntungan dimana tanpa adanya masukan lahan tersebut masih dapat menghasilkan produksi yang cukup, akan tetapi apabila ingin mendapatkan produksi yang lebih tinggi maka perlu input yang cukup.

Curah hujan di Kabupaten Sleman yang melebihi curah hujan yang dikehendaki tanaman kopi arabika dapat mengakibatkan kelebihan air pada tanaman kopi arabika dan tentu saja tidak menutup kemungkinan tanaman kopi arabika tergenang. Apabila tanaman kopi arabika tergenang menyebabkan pertumbuhan akan terhambat dan menurunkan hasil tanaman kopi arabika.

b. Lamanya Masa Kering (bulan)

Bulan kering merupakan apabila dalam 1 bulan memiliki curah hujan yang kurang dari 75 mm atau bulan dimana jumlah air yang jatuh di permukaan sangat kecil atau bahkan tidak ada karena tidak ada hujan yang turun. Pada data bulan

kering Kabupaten Sleman data BMKG tahun 2016 di dua stasiun menunjukkan bahwa jumlah bulan kering Kabupaten Sleman 10 tahun terakhir rata-rata sebanyak 3,8 bulan dalam 1 tahun untuk stasiun Bronggang dan 4 bulan dalam 1 tahun untuk stasiun Pakem.

Berdasarkan data tersebut, bulan kering di Kabupaten Sleman termasuk kelas S1 dalam karakteristik lahan tanaman kopi arabika yaitu antara 1-4 bulan. Bulan kering di Kabupaten Sleman yang termasuk dalam kelas S1 berarti bahwa jumlah bulan kering tersebut sesuai dengan jumlah bulan kering yang dikehendaki tanaman kopi arabika. Dengan demikian jumlah bulan kering tidak berpengaruh terhadap produksi atau tidak akan menurunkan produksi dan tidak akan menaikkan masukan yang telah biasa diberikan.

c. Kelembaban (%)

Kelembaban adalah ukuran jumlah uap air di udara. 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. Hal ini akan mengurangi ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman sehingga pertumbuhannya juga akan terhambat. Selain itu, kelembaban yang tinggi akan menyebabkan tumbuhnya jamur yang dapat merusak atau membusukkan akar tanaman.

Tabel 24. Data Kelembaban Kabupaten Sleman dari tahun 2006-2013

NO	Tahun	DI Yogyakarta	
		Stasiun BMKG	Kelembaban (%)
1	2006		-
2	2007		79,7
3	2008		76,3
4	2009	Sleman	79,5
5	2010		-
6	2011		78,4
7	2012		80,3
8	2013		86,2
Rata-rata			60,05

Sumber : BMKG Sleman, 2016

Berdasarkan data dari Badan, Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika yang dikutip dari Publikasi Statistik Indonesia tahun 2000-2013 diperoleh rata-rata kelembaban di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 60,05 %.

Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, tingkat kelembaban pada ketiga bagian tersebut termasuk dalam kelas S1 atau sangat sesuai (*highly suitable*) sebab besarnya kelembaban yang paling dikehendaki tanaman kopi arabika yaitu sekitar 40-70 %. Kelembaban termasuk dalam kelas S1 berarti bahwa kelembaban tersebut sesuai dengan kelembaban yang dikehendaki tanaman kopi arabika. Dengan demikian kelembaban tidak berpengaruh terhadap produksi atau tidak akan menurunkan produksi dan tidak akan menaikkan masukan yang telah biasa diberikan.

3. Ketersediaan Oksigen (oa)

Oksigen merupakan unsur yang penting untuk proses-proses metabolisme. Tanaman mengambil oksigen melalui akar oleh sebab itu tanah harus mempunyai

aerasi yang baik bagi tanaman. Apabila tanaman ditanam pada tempat yang dijenuhi oleh air (tergenang) maka dalam jangka waktu yang relatif singkat akan menunjukkan penguningan daun, pertumbuhan terhambat, dan menyebabkan matinya tanaman. Hal ini disebabkan karena pada kondisi yang jenuh air, maka kandungan O_2 sedikit dan CO_2 meningkat. Sehingga akan menghambat pertumbuhan akar yang selanjutnya berpengaruh pada proses pengisapan air dan unsur hara (Islami dan Utomo, 1995). Tanaman kopi arabika menghendaki kondisi tanah yang tidak terlalu basah namun tidak terlalu kering juga (kapasitas lapang). Tanah yang terlalu basah dapat menimbulkan serangan dari jamur maupun penyakit yang menyebabkan pembusukkan pada akar. Ketersediaan oksigen sangat erat kaitannya dengan drainase dan permeabilitas atau infiltrasi tanah.

a. Drainase

Drainase tanah merupakan kemampuan tanah untuk meresapkan air secara alami atau cepat lambatnya air hilang dari permukaan tanah. Drainase air yang kurang baik pada pertanaman dapat menjadikan aerasi tanah menjadi kurang baik. Apabila tanaman ditanam pada tempat yang tergenang maka dalam jangka waktu yang relatif singkat akan menunjukkan penguningan daun, pertumbuhan terhambat, dan menyebabkan matinya tanaman. Hal ini disebabkan karena pada kondisi tanah yang tergenang, kandungan O_2 sedikit dan CO_2 meningkat, sehingga akan menghambat pertumbuhan akar yang selanjutnya berpengaruh pada proses penyerapan air dan unsur hara (Islami dan Utomo, 1995). Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, kondisi drainase tanah seperti dalam tabel 25.

Tabel 25. Drainase Tanah

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	Drainase	
		Kelas Drainase	Daya Menahan Air
1	Sampel I (800-900)	Baik	Sedang
2	Sampel II (700-800)	Baik	Sedang
3	Sampel III (600-700)	Baik	Sedang

Sumber : Data Primer Pengukuran Lapangan

Berdasarkan pengamatan lapangan yang memiliki ciri-ciri tanah berwarna homogen tanpa bercak atau karatan besi dan mangan serta warna gley (reduksi) pada lapisan ≥ 100 cm. Dari ketiga sampel diperoleh data bahwa daya menahan air dalam kriteria sedang dan memiliki kelas drainase yang baik.

Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, tingkat drainase pada ketiga bagian sampel tersebut termasuk dalam kelas S1 atau sangat sesuai (*highly suitable*) sebab kriteria drainase yang paling dikehendaki tanaman kopi arabika yaitu baik. Drainase termasuk dalam kelas S1 berarti bahwa drainase tersebut sesuai dengan drainase yang dikehendaki tanaman kopi arabika. Dengan demikian drainase tidak berpengaruh terhadap produksi atau tidak akan menurunkan produksi dan tidak akan menaikkan masukan yang telah biasa diberikan.

4. Media Perakaran (rc)

Media Perakaran merupakan salah satu parameter yang harus diamati dalam menentukan kelas kesesuaian lahan. Pengamatan media perakaran akan mengetahui pengaruh kondisi media tanam terhadap pertumbuhan tanaman. Media tanam merupakan komponen utama yang dibutuhkan oleh tanaman sebab media tanam memiliki fungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya tanaman dan penyedia air serta unsur hara bagi tanaman. Dalam parameter media

tanam terdapat 3 komponen yang harus diamati yaitu tekstur tanah, bahan kasar (%) dan kedalaman tanah (cm).

a. Tekstur

Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi fraksi pasir, debu dan liat. Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang sangat menentukan kemampuan tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah mempunyai hubungan erat dengan sifat-sifat tanah seperti kapasitas menahan air, kapasitas tukar kation (unsur hara), porositas, kecepatan infiltrasi, serta pergerakan air dan udara dalam tanah. Dengan demikian, tekstur akan berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan akar dan efisiensi pemupukan, sehingga tekstur tanah sering dijadikan salah satu parameter dan kriteria dalam klasifikasi tanah dan evaluasi kesesuaian lahan (Soedarmo dan Djojoprawiro, 1984). Berikut adalah hasil analisis laboratorium seperti dalam tabel 26.

Tabel 26. Hasil Analisis laboratorium Tekstur

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	Tekstur			Pengelompokan Kelas Tekstur
		Pasir (%)	Debu (%)	Lempung (%)	
1	Sampel I (800-900)	86,03	8,38	5,59	Pasir (Kasar)
2	Sampel II (700-800)	85,82	8,51	5,67	Pasir (Kasar)
3	Sampel III (600-700)	79,58	14,59	5,83	Pasir berlempung (Kasar)

Sumber : Analisis Laboratorium Tanah/Kompos UMY

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, jenis tekstur pada 3 titik sempel tanah di Desa Kepuharjo, Kecamatan cangkringan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta pasca erupsi merapi tahun 2010. Sampel I ketinggian (800-900) mdpl

pasir 86,03%, debu 8,38%, lempung 5,59% termasuk dalam kelas tekstur kasar (pasir, pasir berlempung); sampel II ketinggian (700-800) mdpl pasir 85,82%, debu 8,51%, lempung 5,67% termasuk dalam kelas tekstur kasar (pasir, pasir berlempung); sampel III ketinggian (600-700) mdpl pasir 79,58%, debu 14,59%, lempung 5,83% termasuk dalam kelas tekstur agak kasar (lempung berpasir).

Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, tekstur tanah rata-rata termasuk dalam kelas kasar (pasir, pasir berlempung) termasuk dalam kelas N atau tidak sesuai. Artinya tekstur tanah pada lahan di Desa Kepuharjo menjadi pembatas permanen yang tidak akan dapat mendukung kemungkinan penggunaan lahan yang lestari dalam jangka panjang. Tanah yang didominasi pasir akan banyak mempunyai pori-pori makro atau dapat disebut dengan porus. Semakin tinggi porus tanah akan semakin mudah akar untuk bernetrasi, serta makin mudah air dan udara untuk bersirkulasi (drainase dan aerasi baik (air dan udara banyak tersedia bagi tanaman)), tetapi semakin mudah pula air dan unsur hara untuk hilang dari tanah (Kemas, 2013).

b. Bahan Kasar (%)

Bahan kasar merupakan bahan modiefier tekstur yang ditentukan oleh persentase kerikil (0,2-7,5 cm), kerakal (7,5-25 cm) atau batuan (>25 cm) pada setiap lapisan tanah. Berikut adalah hasil perhitungan bahan kasar (%) seperti dalam tabel 27.

Tabel 27. Hasil Perhitungan Bahan Kasar (%)

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	Bahan Kasar (%)
1	Sampel I (800-900)	33,71
2	Sampel II (700-800)	26,20
3	Sampel III (600-700)	34,64

Sumber : Data Primer Perhitungan Bahan Kasar Laboratorium Tanah/Kompos UMY

Perhitungan bahan kasar pada sampel (I) ketinggian 800-900 mencapai 33,71%, sampel (II) mencapai 26,20%, sampel (III) mencapai 34,64% termasuk dalam kelas S2 atau lahan mempunyai faktor pembatas yang mempengaruhi produktifitasnya, memerlukan tambahan (*input*). Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, kondisi bahan kasar (%) tersebut termasuk dalam kelas S2 atau cukup sesuai (*moderately suitable*) sebab besarnya bahan kasar (%) diantara 15-35 % atau lebih tinggi dari bahan kasar (%) yang dikehendaki tanaman kopi arabika yaitu <15 %. Bahan kasar (%) di lahan pasca erupsi tahun 2010 Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman termasuk dalam kelas S2, artinya bahan kasar (%) tersebut menjadi pembatas yang tidak terlalu besar dalam proses budidaya kopi arabika tetapi dapat mengurangi produk atau keuntungan. Apabila ingin meningkatkan produksi maka perlu input yang cukup.

c. Kedalaman Tanah (cm)

Kedalaman tanah efektif adalah kedalaman tanah yang masih dapat ditembus akar tanaman. Banyaknya perakaran, baik akar halus maupun akar kasar, serta dalamnya akar-akar tersebut dapat menembus tanah dan bila tidak dijumpai akar tanaman, maka kedalaman efektif ditentukan berdasarkan kedalaman solum tanah (Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011).

Kedalaman efektif mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan akar, drainase dan ciri fisik tanah (Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011). Tanaman kopi arabika memiliki akar tunggang yang memiliki panjang \pm 45-50 cm. Pada akar tunggang ini terdapat empat sampai delapan akar samping yang menurun ke bawah sepanjang 2-3 meter (akar vertikal aksial). Selain itu, banyak akar samping (akar lateral) juga yang tumbuh secara horizontal yang memiliki panjang 2 meter berada pada kedalaman 30 cm dan bercabang merata masuk ke dalam tanah lebih dalam lagi. Di dalam tanah yang sejuk dan lembab, di bawah permukaan tanah, akar cabang tadi bisa berkembang lebih baik. Sedang di dalam tanah yang kering dan panas, akar akan berkembang ke bawah (Budiman, 2012). Berikut adalah hasil pengukuran kedalaman tanah (cm) seperti dalam tabel 28.

Tabel 28. Kedalaman Tanah

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	Kedalaman Tanah (cm)
1	Sampel I (800-900)	>100
2	Sampel II (700-800)	>100
3	Sampel III (600-700)	>100

Sumber : Data Primer Pengukuran Lapangan

Berdasarkan pengamatan lapangan kedalaman tanah pada sampel I pada ketinggian (800-900) mdpl sebesar >100 cm, sampel II ketinggian (700-800) mdpl sebesar >100 cm, sedangkan pada sampel III ketinggian (600-700) sebesar >100 cm. Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, kedalaman tanah pada ketiga bagian tersebut termasuk dalam kelas S1 atau sangat sesuai (*highly suitable*) sebab kedalaman tanah yang paling dikehendaki tanaman kopi arabika yaitu sekitar >100 cm. Kedalaman tanah pada ketiga bagian termasuk dalam kelas

S1 berarti bahwa kedalaman tanah tersebut sesuai dengan kedalaman tanah yang dikehendaki tanaman kopi arabika. Dengan demikian kedalaman tanah tidak berpengaruh terhadap produksi atau tidak akan menurunkan produksi dan tidak akan menaikkan masukan yang telah biasa diberikan.

5. Retensi Hara (nr)

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 KPK tanah, Kejenuhan Basa (KB), pH dan C-organik. Berikut adalah hasil analisis laboratorium KTK tanah, Kejenuhan Basa (KB), pH Tanah dan C-organik seperti pada tabel 29.

Tabel 29. Analisis Laboratorium KTK, Kation-dd, Kejenuhan Basa, pH, dan C-Organik

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	Kation dapat ditukar				KTK	Kejenuhan Basa (%)	pH	C-Organik
		K	Na	Ca	Mg				
Cmol ⁽⁺⁾ /kg									
1	Sampel I (800-900)	0,10	0,21	1,26	0,17	6,97	0,25	5,6	0,81
2	Sampel II (700-800)	0,14	0,32	1,43	0,11	4,69	0,43	5,8	1,83
3	Sampel III (600-700)	0,51	0,18	2,35	0,24	6,98	0,47	5,9	2,29

Sumber : Data Primer Analisis Laboratorium BALINGTAN Kab.Pati

a. KTK Tanah (cmol)

Kapasitas tukar kation (KTK) adalah kemampuan permukaan koloid tanah menjerap dan mempertukarkan kation. Koloid tanah dapat menjerap dan mempertukarkan sejumlah kation, antara lain Ca, Mg, K, Na, NH₄, Al, Fe, dan H (Damanik, dkk. 2010). Basa-basa yang dapat dipertukarkan meliputi Kalium (K), Natrium (Na), 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).

Kalium (K) merupakan unsur yang diserap tanaman dalam bentuk ion (K⁺). Tingkat ketersediaan Kalium sangat dipengaruhi oleh pH dan kejenuhan basa. Pada pH rendah dan kejenuhan basa rendah Kalium mudah hilang tercuci, pada pH netral dan kejenuhan basa tinggi Kalium diikat oleh Kalsium (Ca). Berdasarkan hasil analisis laboratorium, banyaknya Kalium yang dapat ditukar pada masing-masing bagian lahan adalah sebagai berikut: bagian sampel I ketinggian (800-900) mdpl Kalium di dalam tanah yang dapat ditukar sebanyak 0,10 cmol⁽⁺⁾/kg, sampel II ketinggian (700-800) mdpl sebanyak 0,14 cmol⁽⁺⁾/kg, dan sampel III ketinggian (600-700) mdpl sebanyak 0,51 cmol⁽⁺⁾/kg.

Natrium (Na) pada umumnya merupakan penyusun utama dari larutan tanah pada tanah tanah salin. Apabila kapasitas tukar kation dari Na pada suatu tanah mengandung 15% atau lebih, maka tanah tersebut diklasifikasikan sebagai

tanah alkali. Selain itu Natrium dapat berperan menguntungkan bagi pertumbuhan beberapa tanaman tetapi juga tidak dapat dijadikan sebagai patokan dalam kaitannya dengan sifat dan ciri itu sendiri (Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1991). Berdasarkan hasil analisis laboratorium jumlah Natrium (Na) pada setiap bagian lahan yang dapat ditukar adalah sebagai berikut: bagian sampel I ketinggian (800-900) mdpl kandungan Natrium sebanyak $0,21 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$, sampel II ketinggian (700-800) mdpl sebanyak $0,32 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$, dan untuk sampel III ketinggian (600-700) sebanyak $0,18 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$.

Kalsium (Ca) dibutuhkan tanaman dalam jumlah tinggi dan diserap dalam bentuk ion-ion (Ca^{2+}). Kalsium (Ca) berfungsi bagi tanaman untuk pengatur kemasaman tanah dan tubuh tanaman, penting bagi pertumbuhan akar tanaman dan daun serta dapat menetralisasi akumulasi racun dalam tubuh tanaman. Kekurangan unsur Ca dapat menyebabkan terhentinya pertumbuhan tanaman akibat terganggunya pertumbuhan pucuk tanaman dan ujung-ujung akar (titik-titik tumbuh), serta jaringan penyimpan. Hal ini sebagai konsekuensi rusaknya jaringan meristematik akibat rusaknya permeabilitas dan struktur membran sel-sel. Berdasarkan hasil analisis laboratorium jumlah Kalsium (Ca) pada setiap bagian lahan yang dapat ditukar adalah sebagai berikut: bagian sampel I ketinggian (800-900) mdpl kandungan Kalsium sebanyak $1,26 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$, sampel II ketinggian (700-800) mdpl sebanyak $1,43 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$, dan untuk sampel III ketinggian (600-700) sebanyak $2,35 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$.

Magnesium merupakan suatu unsur yang diserap tanaman dalam bentuk ion (Mg^{2+}) dan merupakan satu-satunya mineral penyusun klorofil. Dengan demikian tanpa adanya Mg maka tidak akan terbentuk klorofil dan proses fotosintesis juga tidak akan berlangsung. Ketersediaan Magnesium bagi tanaman akan berkurang pada tanah-tanah yang mempunyai kemasaman tinggi. Kekurangan Magnesium akan mengakibatkan perubahan warna yang khas pada daun. Kadang-kadang kekurangan Magnesium juga dapat mengakibatkan pengguguran daun sebelum waktunya. Magnesium terutama berperan sebagai penyusun klorofil (satu-satunya mineral), tanpa klorofil fotosintesis tanaman tidak akan berlangsung dan sebagai aktivator enzim. Secara umum Magnesium rata-rata menyusun 0,2% bagian tanaman. Berdasarkan hasil analisis laboratorium jumlah Magnesium (Mg) pada setiap bagian lahan yang dapat ditukar adalah sebagai berikut: bagian sampel I ketinggian (800-900) mdpl kandungan Magnesium sebanyak $0,17 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$, sampel II ketinggian (700-800) mdpl sebanyak $0,11 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$, dan untuk sampel III ketinggian (600-700) sebanyak $0,24 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$.

Tanah-tanah yang mempunyai kadar liat tinggi dan kadar bahan organik tinggi mempunyai KTK lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang mempunyai kadar liat rendah seperti tanah pasir. Pada hasil analisis laboratorium pada masing-masing sampel menunjukkan bahwa pada sampel I ketinggian (800-900) mdpl memiliki KTK atau kemampuan permukaan koloid tanah menjerap dan mempertukarkan kation sebesar $6,97 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$, sampel II ketinggian (700-800) mdpl memiliki KTK atau kemampuan permukaan koloid tanah menjerap dan mempertukarkan kation sebesar $4,69 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$ dan pada sampel III ketinggian

(600-700) mdpl memiliki KTK atau kemampuan permukaan koloid tanah menjerap dan mempertukarkan kation sebesar $6,98 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$. Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, rata-rata nilai kapasitas tukar kation (KTK) pada ketiga bagian lahan tersebut termasuk dalam kelas S2 atau cukup sesuai dimana nilai KTK tersebut termasuk dalam tingkat KTK rendah yaitu diantara $5-16 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$ sedangkan tanaman kopi arabika menghendaki tanah yang memiliki KTK yang lebih dari sedang atau lebih dari $16 \text{ cmol}^{(+)}/\text{kg}$. Besarnya KTK pada ketiga bagian lahan berdasarkan ketinggian tersebut menjadi pembatas yang tidak terlalu besar tetapi dapat mengurangi produk atau keuntungan. Apabila tidak ada perbaikan sama sekali atau tanpa adanya masukan lahan tersebut masih dapat menghasilkan hasil produksi yang cukup, akan tetapi apabila ingin mendapatkan produksi yang lebih tinggi maka perlu input yang cukup.

b. Kejenuhan Basa (%)

Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation (kation basa dan kation asam) yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Jumlah maksimum kation yang dapat dijerap tanah menunjukkan besarnya nilai kapasitas tukar kation tanah tersebut. Kation-kation basa merupakan unsur yang diperlukan tanaman. Di samping itu basa-basa umumnya mudah tercuci, sehingga tanah dengan kejenuhan basa tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur.

Nilai KB berhubungan erat dengan pH dan tingkat kesuburan tanah. Kemasaman akan menurun dan kesuburan akan meningkat dengan meningkatnya KB. Laju pelepasan kation terjerap bagi tanaman tergantung pada tingkat kejenuhan basa tanah. Kejenuhan basa tanah berkisar 50%-80% tergolong mempunyai kesuburan sedang dan dikatakan tidak subur jika kurang dari 50%. Kejenuhan basa selalu dihubungkan sebagai petunjuk mengenai kesuburan sesuatu tanah. Kemudahan dalam melepaskan ion yang dijerap untuk tanaman tergantung pada derajat kejenuhan basa. Tanah sangat subur bila kejenuhan basa > 80%, berkesuburan sedang jika kejenuhan basa antara 50 - 80% dan tidak subur jika kejenuhan basa < 50 %. Hal ini didasarkan pada sifat tanah dengan kejenuhan basa 80% akan membebaskan kation basa dapat dipertukarkan lebih mudah dari tanah dengan kejenuhan basa 50% (Dikti, 1991 dalam Sandri Agustri Sari, 2016).

Berdasarkan Tabel.29 pada sampel I ketinggian (800-900) mdpl memiliki tingkat kejenuhan basa (KB) atau besarnya kation-kation basa yang terdapat dalam tanah paling rendah dibanding bagian lainnya yaitu sebesar 0,25%, untuk sampel II ketinggian (700-800) mdpl memiliki tingkat kejenuhan basa atau besarnya kation-kation basa yang terdapat di dalam tanah yaitu sebesar 0,43%, sedangkan untuk sampel III ketinggian (600-700) mdpl memiliki tingkat kejenuhan basa atau besarnya kation-kation basa yang terdapat di dalam tanah tertinggi yaitu sebesar 0,47%. Dari ketiga sampel tersebut berdasarkan kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, kejenuhan basa termasuk dalam kelas N atau tidak sesuai sedangkan kejenuhan basa yang dikehendaki tanaman kopi arabika dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika yaitu > 50%.

c. pH Tanah H₂O

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. 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 pertumbuhan dan produksi yang optimal. Pengukuran pH tanah dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan ekstraksi H₂O dan dengan ekstraksi KCl. Konsentrasi H⁺ yang diekstrak dengan air menyatakan pH aktual atau ion H⁺ masih bebas dalam larutan tanah sedangkan pengeksrak KCl menyatakan kemasaman cadangan (potensial) artinya ion H⁺ berada dalam keadaan terserap pada permukaan tanah (Eviati dan Sulaeman, 2009).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada masing-masing sampel menunjukkan bahwa pada sampel I ketinggian (800-900) mdpl memiliki pH atau derajat keasaman yang bebas di dalam larutan tanah sebesar 5,6. Pada sampel II ketinggian (700-800) mdpl memiliki pH atau derajat keasaman yang bebas dalam larutan tanah sebesar 5,8. Pada sampel III ketinggian (600-700) mdpl memiliki pH atau derajat keasaman yang bebas dalam larutan tanah sebesar 5,9. Dari ketiga sampel tersebut dapat disimpulkan bahwa derajat keasaman tanah pada bagian tersebut termasuk agak masam. Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, tingkat pH pada ketiga bagian tersebut termasuk dalam kelas S1 atau sangat sesuai (*highly suitable*) sebab pH tanah yang paling dikehendaki tanaman kopi arabika yaitu sekitar 5,5-6,6. pH atau derajat keasaman tanah pada ketiga

bagian termasuk dalam kelas S1 berarti bahwa pH tersebut sesuai dengan pH yang dikehendaki tanaman kopi arabika. Dengan demikian pH tidak berpengaruh terhadap produksi atau tidak akan menurunkan produksi dan tidak akan menaikkan masukan yang telah biasa diberikan.

Reaksi masam dan basa suatu tanah juga mempengaruhi tingkat penguraian mineral dan bahan organik, pembentukan mineral liat, aktivitas mikroorganisme dalam tanah serta ketersediaan hara bagi tanaman yang dapat secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Dikti, 1991 dalam Dyah, 2015). Pengaruh terbesar yang umum dari pH terhadap pertumbuhan tanaman adalah pengaruhnya terhadap ketersediaan unsur hara (Annisa, 2011). pH tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui dua cara, yaitu pengaruh langsung ion hidrogen dan pengaruh tidak langsung terhadap tersedianya unsur hara tertentu serta mempengaruhi ketersediaan hara N dan P. Pada pH tanah <5.0 dan >8.0 maka unsur N dalam tanah tidak dapat diserap tanaman karena proses nitrifikasi. Pada pH <5.0 unsur hara fosfat kurang tersedia pada tanah masam (Tri Ayu Lokasari, 2009).

Disamping berpengaruh langsung terhadap tanaman, pH juga mempengaruhi faktor lain, misalnya ketersediaan unsur, kelarutan Al dan Fe juga dipengaruhi oleh pH tanah. Pada pH asam, kelarutan Al dan Fe tinggi akibatnya pada pH sangat rendah pertumbuhan tanaman tidak normal karena suasana pH tidak sesuai, kelarutan beberapa unsur menurun dan adanya keracunan Al dan Fe (Afandi dan Yuwono, 2002 dalam Dyah, 2015).

d. C-organik (%)

Besarnya kandungan C-organik dalam tanah juga dapat menentukan jumlah kandungan bahan organik di dalam tanah. Bahan organik adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis, yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk, karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika, dan kimia (Kononova, 1961 dalam Ani, 2007). Bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung tanaman sebab bahan organik dapat berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap ketersediaan hara.

Salah satu peranan bahan organik yang penting adalah kemampuannya bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa kompleks. Dengan demikian ion logam yang bersifat meracuni tanaman serta merugikan penyediaan hara pada tanah seperti Al, Fe dan Mn dapat diperkecil dengan adanya bahan organik. Karakteristik bahan organik tanah dapat dilakukan secara sederhana. Contoh secara kimia berdasarkan dari kadar C-organik (Suridikarta, dkk, 2002).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada masing-masing sampel menunjukkan bahwa pada sampel I ketinggian (800-900) mdpl memiliki kandungan C-Organik sebesar 0,81% di kedalaman 100 cm. Pada sampel II ketinggian (700-800) mdpl memiliki kandungan C-Organik sebesar 1,83% di kedalaman 100 cm. Pada sampel III ketinggian (600-700) mdpl memiliki kandungan C-Organik sebesar 2,29%. Dalam kriteria kesesuaian lahan untuk kopi

arabika kandungan C-organik pada ketiga bagian tersebut bila dirata-rata termasuk ke dalam kelas S2 atau cukup sesuai sebab jumlah C-Organik antara 0,8-2,0%.

Kandungan C-organik pada lahan pasca erupsi tahun 2010 di Desa Kepuharo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman yang termasuk dalam kelas S2 artinya lahan mempunyai pembatas-pembatas yang cukup besar untuk mempertanahankan tingkat pengelolaan yang harus diterapkan. Pembatas akan mengurangi produk atau keuntungan dan meningkatkan masukan yang diperlukan. Untuk mengurangi faktor pembatas yang dapat mengurangi produk maka harus meningkatkan masukan (input) berupa pupuk organik yang cukup pada lahan.

6. Hara Tersedia (na)

Salah satu faktor yang menunjang tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal adalah ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup di dalam tanah. Apabila ketersediaan unsur hara berjumlah sangat terbatas atau tidak dapat mencukupi kebutuhan tanaman maka dapat mengganggu proses pertumbuhan tanaman seperti kegiatan metabolisme akan terganggu atau berhenti sama sekali. Berdasarkan tingkat kebutuhan tanaman unsur hara dibagi menjadi 2 yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Beberapa unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman antara lain N, P dan K dimana ketiga unsur hara tersebut merupakan unsur hara esensial terbesar yang dibutuhkan oleh tanaman.

a. N Total (%)

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-

bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Tanaman dapat menyerap Nitrogen dalam bentuk ion Nitrat (NO_3^-) dan ion Ammonium (NH_4^+). Sebagian besar Nitrogen diserap dalam bentuk ion nitrat karena ion nitrat tersebut bermuatan negatif sehingga selalu berada di dalam larutan tanah, ion nitrat lebih mudah tercuci oleh aliran air (Novizan, 2005 dalam Kembaren 2011). Berikut adalah hasil pengukuran kandungan N pada setiap bagian sampel lahan seperti yang telah disajikan pada tabel 30.

Tabel 30. Data Analisis N Total

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	N Total (%)
1	Sampel I (800-900)	0,04
2	Sampel II (700-800)	0,15
3	Sampel III (600-700)	0,06
Rata-rata		0,083

Sumber : Analisis Laboratorium Tanah/Kompos UMY

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada masing-masing sampel menunjukkan bahwa kandungan N total atau jumlah unsur N di dalam tanah pada sampel I di ketinggian (800-900) mdpl sebesar 0,04 %, sampel II di ketinggian (700-800) mdpl sebesar 0,15 % dan sampel III di ketinggian (600-700) mdpl sebesar 0,06 %. Rata-rata dari ketiga sampel tersebut sebesar 0,083 % , dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi termasuk dalam kelas S3 atau kesesuaian rendah (*moderately suitable*). Total N dinyatakan dalam % menggunakan cara ekstrak H_2SO_4 dengan kriteria sebagai berikut (1) Sangat Rendah: <0,1% (2) Rendah: 0,1-0,2% (3) Sedang: 0,21-0,5% (4) Tinggi: 0,51-0,75% (5) Sangat Tinggi: >0,75%. Jadi N yang dimiliki ketiga sampel tersebut tergolong sangat rendah < 0,1%.

Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, unsur N yang tersedia pada ketiga bagian sampel lahan tersebut termasuk kelas S3 atau kesesuaian rendah, sebab besarnya unsur N yang tersedia di kedua bagian tersebut tergolong sangat rendah yaitu kurang dari 0,10 %. Ketersediaan unsur N yang termasuk dalam kelas kesesuaian S3 atau kesesuaian rendah berarti ketersediaan unsur N di dalam lahan tersebut dapat menjadi pembatas yang besar yang dapat menurunkan tingkat produksi, tidak menghasilkan keuntungan bahkan tanaman kopi arabika tidak dapat tumbuh dengan baik dan berproduksi apabila tidak dilakukan perbaikan karena ketersediaan unsur N di lahan tersebut jauh dari kebutuhan N untuk tanaman kopi arabika atau tidak dapat memenuhi kebutuhan unsur N tanaman kopi arabika. Dengan demikian agar tanaman kopi arabika dapat berproduksi secara maksimal dan menguntungkan maka dibutuhkan perbaikan yang cukup besar agar ketersediaan unsur N sesuai dengan jumlah yang dikehendaki untuk budidaya tanaman kopi arabika berdasarkan kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika yaitu sebesar 0,21-0,50 %.

Bagi tanaman unsur N berfungsi untuk menyusun asam amino (protein), asam nukleat, nukleotida dan klorofil pada tanaman, sehingga dengan adanya unsur N dapat mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, jumlah cabang), dapat meningkatkan pertumbuhan daun sehingga daun tanaman lebat dengan warna yang lebih hijau, meningkatkan kadar protein dalam tubuh tumbuhan serta dapat meningkatkan perkembangbiakan mikroorganisme di dalam tanah (Sutedjo dan Kartosapoetra, 2006 dalam Kembaren, 2011). Kekurangan unsur Nitrogen pada pertumbuhan tanaman dapat terlihat mulai dari perubahan

warna daun dari warna hijau menjadi hijau agak kekuningan dan lama-kelamaan jaringan daun mati sehingga menyebabkan daun menjadi kering dan berwarna merah kecoklatan. Selain itu juga seluruh tanaman berwarna pucat kekuningan (klorosis) akibat kekurangan klorofil, pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, jumlah anakan atau jumlah cabang sedikit, perkembangan buah menjadi tidak sempurna dan seringkali masak sebelum waktunya dan pada tahap lebih lanjut, daun menjadi kering dimulai dari daun pada bagian bawah tanaman (Rina, 2015).

b. P_2O_5 Olsen (ppm)

Kandungan Phospat (P_2O_5) merupakan unsur berperan dalam transfer energi. Kandungan phospat tersedia dalam bentuk ion P_2O_5 yang pengukurannya dilakukan di laboratorium dan dinyatakan dalam ppm (bagian per juta) (Wahyuningrum, 2003 dalam Sulistiyono, A.D. 2010.). Unsur P juga merupakan salah satu unsur hara makro primer sehingga diperlukan tanaman dalam jumlah banyak untuk tumbuh dan berproduksi. Konsentrasi unsur P dalam tanaman berkisar antara 0,1-0,5% lebih rendah dari pada unsur N dan K. Pada beberapa bagian tubuh tanaman yang bersangkutan dengan pertumbuhan generatif, seperti daun-daun bunga, tangkai-tangkai sari, kepala-kepala sari, butir-butir tepung sari, daun buah serta bakal biji ternyata mengandung P. Hal tersebut menunjukkan bahwa unsur P banyak diperlukan untuk pembentukan bunga dan buah. Berikut adalah hasil pengukuran Kandungan P pada setiap bagian sampel lahan seperti yang telah disajikan pada tabel 31.

Tabel 31. Data Analisis P2O5

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	P Tersedia
1	Sampel I (800-900)	33,56
2	Sampel II (700-800)	13,29
3	Sampel III (600-700)	11,39
Rata-rata		19,41

Sumber : Data Primer Analisis Laboratorium BALINGTAN Kab.Pati

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada masing-masing sampel menunjukkan bahwa kandungan P tersedia didalam tanah pada sampel I di ketinggian (800-900) mdpl sebesar 33,56 ppm , sampel II di ketinggian (700-800) mdpl sebesar 13,29 ppm dan sampel III di ketinggian (600-700) mdpl sebesar 11,39 ppm. Rata-rata dari ketiga sampel tersebut sebesar 19,41 ppm. P dinyatakan dalam ppm, perhitungan dilakukan menggunakan ekstraksi Olsen, Spektrofotometri dengan keterangan hasil perhitungan sebagai berikut (1) Sangat Rendah: <10 (2) Rendah: 10-25 (3) Sedang: 26- 45 (4) Tinggi: 46-60 (5) Sangat tinggi: >60. Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, sampel termasuk dalam kelas S3 atau kesesuaian rendah (*moderately suitable*), sebab P yang dimiliki ketiga sampel tersebut tergolong sangat rendah yaitu antara 10-25.

Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, unsur P yang tersedia pada ketiga bagian sampel lahan tersebut termasuk kelas S3 atau kesesuaian rendah, sebab besarnya unsur P yang tersedia di ketiga bagian tersebut tergolong sangat rendah yaitu antara 10-25 ppm. Ketersediaan unsur P yang termasuk dalam kelas kesesuaian S3 atau kesesuaian rendah berarti ketersediaan unsur P di dalam lahan tersebut dapat menjadi pembatas yang besar yang dapat menurunkan tingkat produksi, tidak menghasilkan keuntungan bahkan tanaman

kopi arabika tidak dapat tumbuh dengan baik dan berproduksi apabila tidak dilakukan perbaikan karena ketersediaan unsur P di lahan tersebut jauh dari kebutuhan P untuk tanaman kopi arabika atau tidak dapat memenuhi kebutuhan unsur P tanaman kopi arabika. Dengan demikian agar tanaman kopi arabika dapat berproduksi secara maksimal dan menguntungkan maka dibutuhkan perbaikan yang cukup besar agar ketersediaan unsur P sesuai dengan jumlah yang dikehendaki untuk budidaya tanaman kopi arabika berdasarkan kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika yaitu sebesar 46-60 ppm.

Bagi tanaman, unsur P berfungsi sebagai penyimpan dan transfer energi untuk seluruh aktivitas metabolisme tanaman, sehingga dengan adanya unsur P maka tanaman dapat memacu pertumbuhan akar dan membentuk sistem perakaran yang baik, meningkatkan pertumbuhan jaringan tanaman yang membentuk titik tumbuh tanaman, memacu pembentukan bunga dan pematangan buah/biji, sehingga dapat mempercepat masa panen, memperbesar persentase terbentuknya bunga menjadi buah, menyusun dan menstabilkan dinding sel serta dapat menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama penyakit. Apabila tanaman kekurangan unsur hara P maka akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, sistem perakaran kurang berkembang, daun berwarna keunguan, pembentukan bunga, buah dan biji terhambat sehingga panen terlambat dan persentase bunga yang menjadi buah menurun karena penyerbukan tidak sempurna (Rina, 2015).

c. K₂O

Dalam pertumbuhan tanaman unsur K merupakan salah satu unsur hara makro primer yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak, selain unsur N dan P. Unsur K diserap tanaman dari dalam tanah dalam bentuk ion K^+ . Kandungan unsur K pada jaringan tanaman sekitar 0,5 - 6% dari berat kering. Berikut adalah hasil pengukuran kandungan K pada setiap bagian sampel lahan seperti yang telah disajikan pada tabel 32.

Tabel 32. Data Analisis K₂O

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	K Tersedia
1	Sampel I (800-900)	71,71
2	Sampel II (700-800)	59,50
3	Sampel III (600-700)	36,96
Rata-rata		56,06

Sumber : Data Primer Analisis Laboratorium BALINGTAN Kab.Pati

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada masing-masing sampel menunjukkan bahwa kandungan K tersedia didalam tanah pada sampel I di ketinggian (800-900) mdpl sebesar 71,71 ppm, sampel II di ketinggian (700-800) mdpl sebesar 59,50 ppm dan sampel III di ketinggian (600-700) mdpl sebesar 36,96 ppm. Rata-rata dari ketiga sampel tersebut sebesar 56,06 ppm. K dinyatakan dalam ppm perhitungan dilakukan menggunakan ekstrak Morgan Wolf, AAS dengan keterangan hasil perhitungan sebagai berikut (1) Sangat Rendah: <10 (2) Rendah: 10-20 (3) Sedang: 21-40 (4) Tinggi: 41-60 (5) Sangat tinggi: >60. Dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kopi arabika, sampel termasuk dalam kelas S1 berarti bahwa kandungan K yang tersedia sesuai dengan kandungan K yang dikehendaki tanaman kopi arabika yaitu antara 46-60. Dengan demikian untuk K

tidak berpengaruh terhadap produksi atau tidak akan menurunkan produksi dan tidak akan menaikkan masukan yang telah biasa diberikan.

Bagi tanaman unsur K dapat berfungsi sebagai aktivator enzim. Sekitar 80 jenis enzim yang aktivasinya memerlukan unsur K, membantu penyerapan air dan unsur hara dari tanah oleh tanaman, membantu transportasi hasil asimilasi dari daun ke jaringan tanaman. Apabila tanaman kekurangan unsur hara K (Kalium) akan menunjukkan gejala yang mirip dengan kekurangan unsur N, pada awalnya tampak agak mengkerut dan kadang-kadang mengkilap, selanjutnya ujung dan tepi daun tampak menguning, warna seperti ini tampak pula di antara tulang-tulang daun, pada akhirnya daun tampak bercak-bercak kotor, berwarna coklat, dan jatuh kemudian mengering dan mati. Gejala yang terdapat pada batang yaitu batangnya lemah dan pendek-pendek, sehingga tanaman tampak kerdil (Rina, 2015).

7. Bahaya Erosi (eh)

Erosi tanah merupakan salah satu proses geomorfologi yang terdiri dari dua fase, yaitu : fase penguraian dan fase pengangkutan partikel-partikel tanah oleh tenaga erosi seperti air dan angin (Arsyad, 1989 dalam Abidin, 2009). Erosi oleh air disebabkan karena adanya kemiringan suatu lahan yang menyebabkan tanah terbawa oleh air dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah.

a. Lereng (%)

Faktor lereng ditentukan oleh kecuraman, panjang, dan bentuk lereng. Pengelolaan tanah pada lereng yang curam membutuhkan lebih banyak tenaga

dan modal daripada daerah yang datar. Sebagai contoh, lebih banyak masalah dalam pengelolaan air dan erosi di daerah berlereng lebih curam.

Lereng permukaan dikelompokkan sebagai berikut :

$I_0(A)$: 0-3%	: Datar
$I_1(B)$: 3-8%	: Landai/berombak
$I_2(C)$: 8-15%	: Agak miring/bergelombang
$I_3(D)$: 15-30%	: Miring/berbukit
$I_4(E)$: 30-45%	: Agak curam
$I_5(F)$: 45-65%	: Curam
$I_6(G)$: > 65%	: Sangat curam

(Sarwono Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2015). Berikut adalah hasil pengukuran kemiringan seperti yang disajikan dalam tabel 33.

Tabel 33. Hasil Pengukuran Kemiringan (%)

Sampel	Kemiringan	%
I	A	14° 31
	B	9° 20
	C	11° 24
II	A	13° 29
	B	10° 22
	C	9° 20
III	A	7° 15
	B	9° 20
	C	7° 15

Sumber : Data Primer Pengukuran Lapangan

Berdasarkan perhitungan data ($45^\circ=100\%$), diperoleh dari lapangan sampel I ketinggian (800-900) mdpl rata-rata kemiringan sebesar 25%, sampel II ketinggian (700-800) mdpl rata-rata kemiringan sebesar 23,7%, sedangkan sampel III ketinggian (600-700) rata-rata kemiringan sebesar 16,7%. Dalam kriteria

kesesuaian lahan kopi arabika, kondisi kemiringan (%) termasuk dalam kelas S3 atau kesesuaian lahan rendah (*moderately suitable*) sebab rata-rata kemiringan di lahan tersebut sekitar 15-30 %, sedangkan kemiringan lahan yang dikehendaki tanaman kopi arabika <8 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemiringan yang dikehendaki tanaman kopi arabika lebih besar dibanding dengan kebutuhan kemiringan lahan tanaman kopi arabika. Kemiringan termasuk dalam kelas S3 itu berarti dapat menjadi pembatas yang dapat mengurangi produk atau keuntungan dimana tanpa adanya masukan lahan tersebut masih dapat menghasilkan produksi yang cukup, akan tetapi apabila ingin mendapatkan produksi yang lebih tinggi maka perlu input yang cukup.

b. Bahaya Erosi

Erosi dapat dikatakan pengikisan atau kelongsoran yaitu penghanyutan tanah akibat desakan-desakan air dan angin, baik yang berlangsung secara alamiah ataupun akibat dari tindakan manusia. Erosi yang terjadi pada tanah dapat mengurangi kesuburan tanah karena erosi dapat menghanyutkan unsur hara yang diperlukan tanaman sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tabel 34. Bahaya Erosi

No	Sampel Tanah pada Ketinggian	Bahaya Erosi
		Kelas Bahaya Erosi
1	Sampel I (800-900)	Berat
2	Sampel II (700-800)	Berat
3	Sampel III (600-700)	Berat

Sumber : Data Primer Pengukuran Lapangan

Berdasarkan hasil analisis data dengan pendekatan kelerengan bahwa dari ketiga sampel memiliki kriteria bahaya erosi yang berat. Dalam kriteria

kesesuaian lahan kopi arabika, bahaya erosi termasuk dalam kelas S3 atau kesesuaian lahan redah (*moderately suitable*) sebab kriteria bahaya erosinya berat sedangkan kriteria bahaya erosi yang dikehendaki tanaman kopi arabika yaitu sangat ringan. Bahaya erosi termasuk dalam kelas S3 itu berarti bahwa bahaya erosi dapat menjadi pembatas yang dapat mengurangi produk atau keuntungan dimana tanpa adanya masukan lahan tersebut masih dapat menghasilkan produksi yang cukup, akan tetapi apabila ingin mendapatkan produksi yang lebih tinggi maka perlu dilakukan pembuatan terasering.

8. Penyiapan Lahan (lp)

a. Batuan Permukaan (%)

Batuan permukaan merupakan volume batuan yang ada di permukaan tanah atau lapisan olah. Semakin banyak jumlah batuan maka luas permukaan untuk akar dalam mencari unsur hara semakin sempit sehingga tanaman akan kekurangan unsur hara. Batuan permukaan menyulitkan dalam pengolahan tanah karena mempunyai volume yang besar dan teksturnya keras. Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa batuan permukaan (%) dari ketiga sampel mempunyai nilai 0% atau tidak terdapat batuan permukaan, sedangkan batuan permukaan (%) yang dikehendaki tanaman kopi adalah $< 5\%$. Termasuk dalam kelas S1 atau sesuai.

b. Singkapan batuan (%)

Kondisi permukaan lahan dinyatakan dalam persentase batuan singkapan (*badrock*) dan adanya batu di permukaan (*rockness*) terhadap luas unit lahan. Pada kondisi tanah yang berbatu atau tersingkap, tidak mungkin dilaksanakan

pengolahan tanah yang baik karena adanya gangguan tersebut. Disamping itu, persentase batuan tersingkap yang cukup luas mengurangi jumlah tanaman per satuan luas karena pada bebatuan tersebut tidak mungkin dilaksanakan penanaman. Terjadinya kondisi tanah yang berbatu dan tersingkap dapat disebabkan oleh dua tenaga yang berbeda. Apabila batuan permukaan dan singkapan batuan tersebut terjadi pada daerah datar, maka dapat diidentifikasi bahwa daerah tersebut terjadi karena pengangkatan oleh tenaga endogen. Sedangkan bila kondisi tersebut terjadi pada lereng bukit dimungkinkan fenomena tersebut terjadi karena tenaga eksogen, hal ini adalah erosi dan pengikisan. Dengan demikian apabila suatu lokasi mempunyai kelerengan yang terjal dan persentase singkapan batuan besar maka dapat dikatakan tingkat erosi yang terjadi juga tinggi. Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa singkapan batuan (%) dari ketiga sampel mempunyai nilai 0% atau tidak terdapat batuan permukaan, sedangkan singkapan batuan (%) yang dikehendaki tanaman kopi adalah $< 5\%$. Termasuk dalam kelas S1 atau sesuai.

C. Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Kopi Arabika di Lereng

Selatan Gunung Merapi Pasca Erupsi Tahun 2010

Penerapan evaluasi kesesuaian lahan sebelum dilakukan pemanfaatan lahan akan memberikan informasi tentang potensi lahan, kesesuaian penggunaan lahan serta tindakan-tindakan yang harus dilakukan dalam pemanfaatan lahan. Kesesuaian Lahan dibagi menjadi dua yaitu kesesuaian lahan aktual dan kesesuaian lahan potensial. Kesesuaian lahan aktual atau kesesuaian lahan pada saat ini (*current suitability*) atau kelas kesesuaian lahan dalam keadaan alami, belum mempertimbangkan usaha perbaikan dan tingkat pengelolaan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala atau faktor-faktor pembatas yang ada. Sedangkan kesesuaian lahan potensial adalah kesesuaian lahan yang akan dicapai setelah dilakukan usaha-usaha perbaikan lahan. Adapun hasil pengkelasan kesesuaian lahan aktual menurut FAO untuk tanaman kopi arabika di lahan Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman disajikan pada tabel 35.

Tabel 35. Kelas Kesesuaian Lahan Kopi Arabika

Kualitas/Karakteristik Lahan	Rata-rata	Kelas
Temperatur (tc)		
Temperatur rerata (°C)	20,69 °C	S2
Ketinggian tempat dpl (m)	600-900 mdpl	S2
Ketersediaan air (wa)		
Curah Hujan/tahun (mm)	Bronggang (2.480 mm/tahun) Pakem (2.537 mm/tahun)	S3
Lamanya masa kering (bulan)	Bronggang, 3,8 bulan Pakem, 4 bulan	S1
Kelembaban (%)	60,05%	S1
ketersediaan Oksigen (oa)		
Drainase	Baik	S1

Media perakaran (rc)		
Tekstur	(kasar)	N
Bahan Kasar (%)	31,51%	S2
Kedalaman tanah (cm)	>100 cm	S1
Retensi Hara (nr)		
KTK Tanah (cmol)	6,21	S2
Kejenuhan Basa (%)	0,38%	N
pH Tanah H ₂ O	5,7	S1
C-organik (%)	1,64%	S2
Hara Tersedia (na)		
N Total (%)	0,08% Sangat Rendah	S3
P ₂ O ₅ (ppm)	19,41 Sangat Rendah	S3
K ₂ O (ppm)	56,06 Sedang	S1
Bahaya Erosi (eh)		
Lereng (%)	21,9%	S3
Bahaya erosi	(berat)	S3
Penyiapan Lahan (lp)		
Batuan Permukaan (%)	0%	S1
Singkapan batuan (%)	0%	S1
Kelas Kesesuaian Lahan Aktual tingkat Subkelas		N-rc-nr
Kelas Kesesuaian Lahan Aktual tingkat Unit		N-rc1-nr2

Sumber : Hasil Analisis

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 kopi arabika. Berdasarkan tingkat pengelolaan usaha perbaikan yang dilakukan dibedakan menjadi 3 tingkat yaitu rendah, sedang dan tinggi seperti dalam table 36.

Tabel 36. Jenis Usaha Perbaikan Kualitas/Karakteristik Lahan Aktual Untuk Menjadi Potensial Menurut Tingkat Pengelolaannya

Kualitas / karakteristik Lahan	Jenis Usaha Perbaikan	Tingkat Pengelolaan
Temperatur (tc)		
Rata-rata tahunan (°C)	Tidak dapat dilakukan perbaikan	-
Ketinggian tempat dpl (m)	Tidak dapat dilakukan perbaikan	-
Ketersediaan air (wa)		
Curah hujan/tahun (mm)	Pembuatan saluran irigasi dan drainase serta penghitungan waktu tanam	Sedang, Tinggi
Lamanya masa kering (bulan)	Tidak dapat dilakukan perbaikan	-
Kelembaban (%)	Tidak dapat dilakukan perbaikan	-
Ketersediaan Oksigen (oa)		
Drainase	Pembuatan saluran drainase	Sedang, Tinggi
Media Perakaran (rc)		
Tekstur	Dapat dilakukan modifikasi	Sedang, Tinggi
Bahan Kasar (%)	Metode pengolahan tanah	Sedang, Tinggi
Kedalaman tanah (cm)	Umumnya tidak dapat dilakukan perbaikan kecuali pada lapisan padas lunak dan tipis dengan membongkarnya pada waktu pengolahan tanah	Sedang, Tinggi
Retensi hara (nr)		
KTK Tanah	Pengapuran atau penambahan bahan organik	Sedang, Tinggi
Kejenuhan basa (%)	Pengapuran atau penambahan bahan organik	Sedang, Tinggi
pH Tanah H ₂ O	Pengapuran atau penambahan bahan organik	Sedang
C-organik (%)	Penambahan bahan organik	Sedang, Tinggi
Hara Tersedia (na)		
N Total (%)	Pemupukan N	Sedang, Tinggi
P ₂ O ₅	Pemupukan P ₂ O ₅	Sedang, Tinggi
K ₂ O	Pemupukan K ₂ O	Sedang, Tinggi
Bahaya Erosi (eh)		
Lereng (%)	Usaha pengurangan laju erosi, pembuatan teras, penanaman sejajar kontur, penanaman penutup tanah	Sedang, Tinggi
Bahaya Erosi	Usaha pengurangan laju erosi, pembuatan teras, penanaman sejajar kontur, penanaman penutup tanah	Sedang, Tinggi
Penyiapan Lahan (lp)		
Batuan Permukaan (%)	Metode pengolahan lahan	Sedang, Tinggi
Singkapan Batuan (%)	Metode pengolahan lahan	Sedang, Tinggi

Keterangan :

Tingkat pengelolaan rendah : Pengelolaan dapat dilakukan petani dengan biaya yang relatif rendah.

Tingkat pengelolaan sedang : Pengelolaan dapat dilaksanakan pada tingkat petani menengah memerlukan modal menengah dan teknik pertanian sedang.

Tingkat pengelolaan tinggi : Pengelolaan hanya dapat dilaksanakan dengan modal yang relative besar, umumnya dilakukan oleh perusahaan besar atau menengah.

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 37. Asumsi tingkat perbaikan kualitas lahan aktual untuk menjadi potensial menurut tingkat pengelolaannya

Kualitas / karakteristik Lahan	Tingkat Pengelolaan		Jenis Usaha Perbaikan
	Sedang	Tinggi	
Temperatur (tc)			
Temperatur rerata (°C)	-	-	-
Ketinggian tempat dpl (m)	-	-	-
Ketersediaan air (wa)			
Curah hujan/tahun (mm)	+	++	Saluran Irigasi dan drainase, Penentuan waktu tanam
Lamanya masa kering (bulan)	-	-	-
Kelembaban (%)	-	-	-
ketersediaan Oksigen (oa)			
Drainase Tanah	+	+	Saluran irigasi, Penambahan bahan organik
Media perakaran (rc)			
Tekstur	-	+	Modifikasi menggunakan Bahan Organik
Bahan Kasar (%)	+	+	Pengolahan lahan
Kedalaman tanah (cm)	+	+	Pengolahan lahan
Retensi Hara (nr)			
KTK Tanah	+	++	Bahan Organik
Kejenuhan basa %	+	++	Kapur
pH Tanah H ₂ O	+	++	Bahan Organik/Kapur
C-organik (%)	+	++	Bahan Organik
Hara Tersedia (na)			
N Total (%)	+	++	Pemupukan
P ₂ O ₅	+	++	Pemupukan
K ₂ O	+	++	Pemupukan

Bahaya Erosi (eh)			
Lereng (%)	+	++	Terasering, Konservasi
Bahaya erosi	+	++	Terasering, Konservasi
Penyiapan Lahan (lp)			
Batuan Permukaan (%)	-	+	Pengolahan lahan
Singkapan batuan (%)	-	+	Pengolahan lahan

Keterangan :

- (-) Tidak dapat dilakukan perbaikan.
- (+) Perbaikan dapat dilakukan dan akan dihasilkan kenaikan kelas satu tingkat lebih tinggi (S3 menjadi S2).
- (++) Kenaikan kelas dua tingkat lebih tinggi (S3 menjadi S1).
- *) Drainase jelek dapat diperbaiki menjadi drainase lebih baik dengan membuat saluran drainase, tetapi baik atau cepat sulit diubah menjadi drainase jelek atau terhambat.

Sumber : Hasil Analisis

Adapun kelas kesesuaian lahan aktual beserta dengan usaha perbaikan yang dapat dilakukan sehingga dapat menjadi kelas kesesuaian lahan potensial seperti yang telah disampaikan pada tabel 38.

Tabel 38. Kesesuaian Lahan Aktual dan Potensial Untuk Tanaman Kopi Arabika

Kesesuaian Lahan Aktual		Usaha Perbaikan	Kesesuaian Lahan Potensial	Bagian Lahan/ titik pengamatan
Subkelas	Unit	(Sedang, Tinggi)		
N-rc-nr	N-rc1-nr2	Dilakukan rekayasa supaya tanah dapat menyimpan air, menggunakan bahan organik	S3	Sampel I (800-900) mdpl
		Pengapuran atau penambahan bahan organik		Sampel II (700-800) mdpl
				Sampel III (600-700) mdpl

Sumber : Hasil Analisis

1. Kesesuaian Lahan Aktual untuk Tanaman Kopi Arabika di lereng selatan gunung Merapi Desa Kepuharjo.

Kesesuaian lahan aktual atau kesesuaian lahan pada saat ini (*current suitability*) atau kelas kesesuaian lahan dalam keadaan alami, belum

mempertimbangkan usaha perbaikan dan tingkat pengelolaan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala atau faktor-faktor pembatas yang ada di setiap satuan peta. Seperti diketahui, faktor pembatas dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu: (1) faktor pembatas yang sifatnya permanen dan tidak mungkin atau tidak ekonomis diperbaiki, dan (2) faktor pembatas yang dapat diperbaiki dan secara ekonomis masih menguntungkan dengan memasukkan teknologi yang tepat.

Berdasarkan tabel.38, ketiga bagian lahan lereng selatan gunung Merapi, Desa Kepuharjo pada sampel I di ketinggian (800-900) mdpl, sampel II ketinggian (700-800) mdpl, dan sampel III ketinggian (600-700) mdpl termasuk dalam subkelas N-rc-nr dengan tingkat unit N-rc1-nr2 yang artinya lahan tersebut termasuk dalam lahan yang tidak sesuai selamanya atau permanen dengan pembatas berupa tekstur dan kejenuhan basa (%).

- a. N-rc1 berarti bahwa pada ketiga bagian lahan tersebut memiliki pembatas di tekstur tanah. Tekstur tanah pada ketiga bagian lahan tersebut memiliki kelas tekstur kasar (k) atau pasir dengan sifat tahan sangat kasar sekali, tidak membentuk bola dan gulungan, serta tidak melekat. Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi fraksi pasir, debu dan liat. Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang sangat menentukan kemampuan tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah mempunyai hubungan erat dengan sifat-sifat tanah seperti kapasitas menahan air, kapasitas tukar kation (unsur hara), porositas, kecepatan infiltrasi, serta pergerakan air dan udara dalam tanah. Dengan demikian, tekstur akan berpengaruh terhadap

kecepatan pertumbuhan akar dan efisiensi pemupukan, sehingga tekstur tanah sering dijadikan salah satu parameter dan kriteria dalam klasifikasi tanah dan evaluasi kesesuaian lahan (Soedarmo dan Djojoprawiro, 1984). Tanah yang didominasi pasir akan banyak mempunyai pori-pori makro atau dapat disebut dengan porus. Semakin tinggi porus tanah akan semakin mudah akar untuk berintrusi, serta makin mudah air dan udara untuk bersirkulasi (drainase dan aerasi baik (air dan udara banyak tersedia bagi tanaman)), tetapi semakin mudah pula air dan unsur hara untuk hilang dari tanah (Kemas, 2013).

- b. N-nr2 berarti bahwa pada ketiga bagian lahan tersebut memiliki pembatas di kejenuhan basa (%). Kejenuhan basa (%) pada ketiga bagian lahan termasuk rendah dengan rata-rata $< 35\%$. Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation (kation basa dan kation asam) yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Jumlah maksimum kation yang dapat dijerap tanah menunjukkan besarnya nilai kapasitas tukar kation tanah tersebut. Kation-kation basa merupakan unsur yang diperlukan tanaman. Di samping itu basa-basa umumnya mudah tercuci, sehingga tanah dengan kejenuhan basa tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur.

Pada umumnya kelas N dalam kelas kesesuaian lahan sudah tidak dapat dilakukan perbaikan karena penghambat yang terlalu besar dan permanen sehingga membutuhkan perbaikan yang sangat besar dan biaya yang sangat tinggi.

Berdasarkan hasil studi literatur terdapat beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk memperbaiki atau mengatasi permasalahan tekstur tanah dan kejenuhan basa (%). Akan tetapi perbaikan membutuhkan biaya yang cukup besar sehingga usaha perbaikan tersebut termasuk dalam tingkat perbaikan sedang dan tinggi.

2. Kesesuaian Lahan Potensial untuk Tanaman Kopi Arabika di lereng selatan gunung Merapi Desa Kepuharjo.

Kesesuaian lahan potensial adalah kesesuaian lahan yang akan dicapai setelah dilakukan usaha-usaha perbaikan lahan. 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. Berdasarkan tabel.38 untuk perbaikan tekstur tanah dengan tingkat pengolahan tinggi yaitu dilakukan pengolahan lahan yang salah satu caranya dengan rekayasa penambahan bahan organik. Pemberian bahan organik bertujuan supaya tanah dapat menyimpan air serta menaikkan kelas satu tingkat lebih tinggi dari N menjadi S3 sebab tekstur dengan kriteria agak kasar termasuk dalam kelas S3. Perbaikan tekstur dengan rekayasa penambahan bahan organik dapat dilakukan dengan syarat jumlah bahan organik yang ditambahkan sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga mengubah kelas tekstur dari kasar (pasir dan pasir berlempung) menjadi agak kasar (lempung berpasir).

Sedangkan kejenuhan basa (%) berdasarkan tabel.38 untuk perbaikan dengan tingkat pengolahan sedang atau tinggi yaitu dengan pengapuran dan

pemberian bahan organik. Pengapuran dan penambahan organik diharapkan dapat menaikkan kelas dua tingkat dari N menjadi S3.

Berdasarkan analisis, kejenuhan basa dapat ditingkatkan kelas kesesuaian lahannya dari N ke S3. Sedangkan untuk tekstur tanah, perubahan lahan hanya dapat dinaikkan satu tingkat saja, yaitu dari N menjadi S3. Kelas kesesuaian lahan potensial di kawasan Cangkringan unruk tanaman kopi arabika adalah S3.