Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 10 No 1: 125-133, 2023
e-ISSN:2549-9793, doi: 10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.14

MORFOLOGI DAN KLASIFIKASI TANAH PADA FORMASI PENIRON BAHAN INDUK ANDESIT PIROKSEN DI DESA PAGEDONGAN, BANJARNEGARA

Morphology and Classification of Soils on Peniron Formation Pyroxene Andesite Parent Material in Pagedongan Village, Banjarnegara

Veti Nur Aisyah*, Mohammad Nurcholis, Djoko Mulyanto
Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Sleman 55283
*Penulis korespondensi: vetiaisyaa@gmail.com

Abstrak

Formasi batuan sebagai bahan induk tanah di Desa Pagedongan, Banjarnegara menjadi faktor dalam pembentukan tanah. Tujuan penelitian ini adalah mengaji karakteristik morfologi tanah serta mengklasifikasikan tanah berdasarkan Taxonomy USDA, Klasifikasi Tanah Nasional, dan *World Reference Base for Soil*. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan menentukan titik pengamatan di Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen untuk diamati morfologi, sifat fisika dan kimia tanah secara lapangan, dilanjutkan analisis di laboratorium yang terdiri atas tekstur tanah dan berat volume, C organik, pH tanah H_2O dan KCl, K, Ca, Mg, Na tertukar, KPK, dan kejenuhan basa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah yang berkembang pada Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen memiliki morfologi dengan horizon diagnostik epipedon umbrik dan endopedon argilik. Kesimpulan menunjukkan klasifikasi tanah berdasarkan Taxonomy USDA adalah Typic Palehumult Isohypertermic, berdasarkan Klasifikasi Tanah Nasional adalah Podsolik Ortoksik, dan berdasarkan *World Reference Base for Soil* adalah: 1. Loamic Abruptic Alfisol.

Kata kunci *: bahan induk, formasi batuan, morfologi dan klasifikasi tanah*

Abstract

Rock formation as parent material in Pagedongan Village, Banjarnegara influences the properties of the soil formed. The purpose of this research was to identify the morphology and soil classification according to USDA Taxonomy, National Soil Classifications, and World Reference Base for Soils. This study uses a survey method by determining observation points based on a rock formation, namely Peniron Formation, with pyroxene andesite as parent material for observing soil morphology, physical and chemical of soil in the field, then laboratory analysis included soil texture, bulk density, organic C, soil pH H_2O and KCl, exchangeable cations K, Ca, Mg, Na, CEC, and base saturation. The results showed that the soil developed in the Peniron Formation with pyroxene andesite as parent material had morphology with diagnostic horizons of umbric epipedon and argillic endopedon. The results showed that the soil classification according to USDA Taxonomy is Typic Palehumult Isohyperthermic, according to National Soil Classifications is Podsolic Ortoxic, and according to World Reference Base for Soils is Loamic Abruptic Alfisol.

Keywords *: morphology and soil classification, parent materials, rock formation*

Pendahuluan

Tanah merupakan habitat bagi makhluk hidup dan sumber daya esensial di bidang pertanian. Bahan induk, iklim, topografi, organisme dan waktu menjadi faktor dalam proses pembentukan dan perembangan tanah. Formasi batuan sebagai bahan induk asal pembentuk tanah akan menjadi faktor dalam pembentukan dan perkembangan tanah,

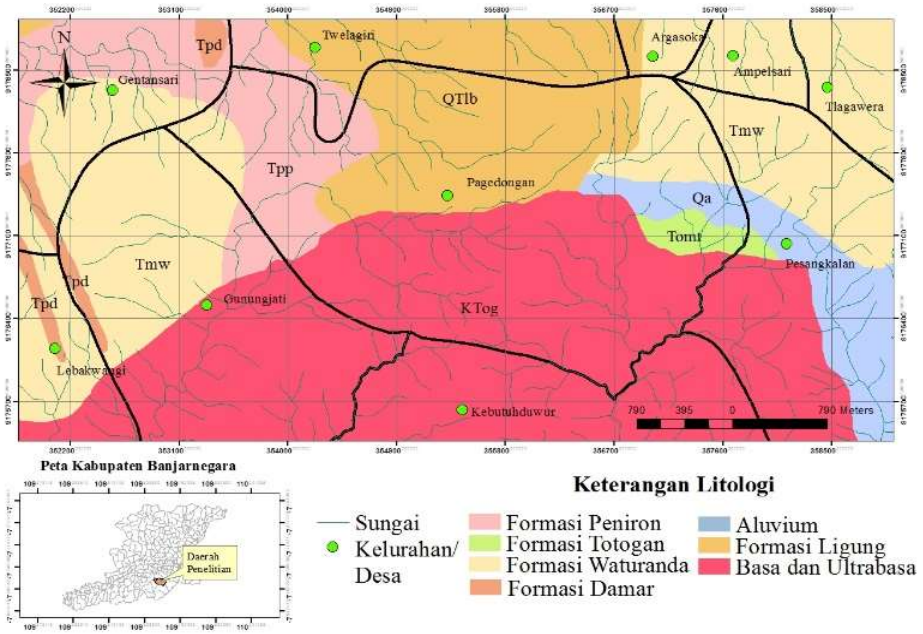
e-ISSN:2549-9793, doi: 10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.14

sehingga karakteristik tanah diwarisi oleh bahan induk tersebut. Pengelolaan dan penggunaan tanah dapat dilakukan secara berkelanjutan salah satunya dengan mengetahui genesis dan klasifikasi tanah tersebut. Tanah yang memiliki sifat sama dimasukan dalam satu kelas yang sama. Sistem klasifikasi tanah menghasilkan tata nama dari suatu jenis tanah yang akan mengambarkan sifat dan ciri tanah tersebut (Hardjowigeno, 2015).

Desa Pagedongan masuk ke dalam wilayah Serayu Selatan dengan formasi batuan yang kompleks, disajikan dalam Gambar 1. Formasi Peniron terdiri atas breksi aneka bahan, batupasir tuffan, batulempung, napal, dengan andesit piroksen sebagai komponennya (Asikin, 1987). Tanah yang berkembang dari batuan yang keras seperti gabro, andesit, dan diorit memerlukan waktu yang lebih lama untuk pembentukan tanah dibandingkan dengan tanah yang berasal dari bahan induk lunak. (Hardjowigeno, 2015).

Formasi Peniron (Tpp) bahannya berasal dari hasil kegiatan gunungapi sehingga proses pembentukan tanahnya dapat dipengaruhi oleh material vulkanik. Laju proses pembentukan tanah dan pengendapan material vulkanik dapat mengontrol perkembangan tanah (Nurcholis *et al.,* 2019ab).

Pembentukan tanah dapat melalui proses alih rupa (*transformation*) bahan/mineral primer menjadi mineral sekunder dan zat-zat terlarut, serta alih tempat (*translocation*) bahan-bahan hasil pelapukan yang didistribusikan ke lain tempat dalam tubuh tanah untuk membentuk horizon-horizon. Proses alih rupa dan alih tempat sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan pewatakan bahan induknya tanah (Notohadiprawiro, 2000).



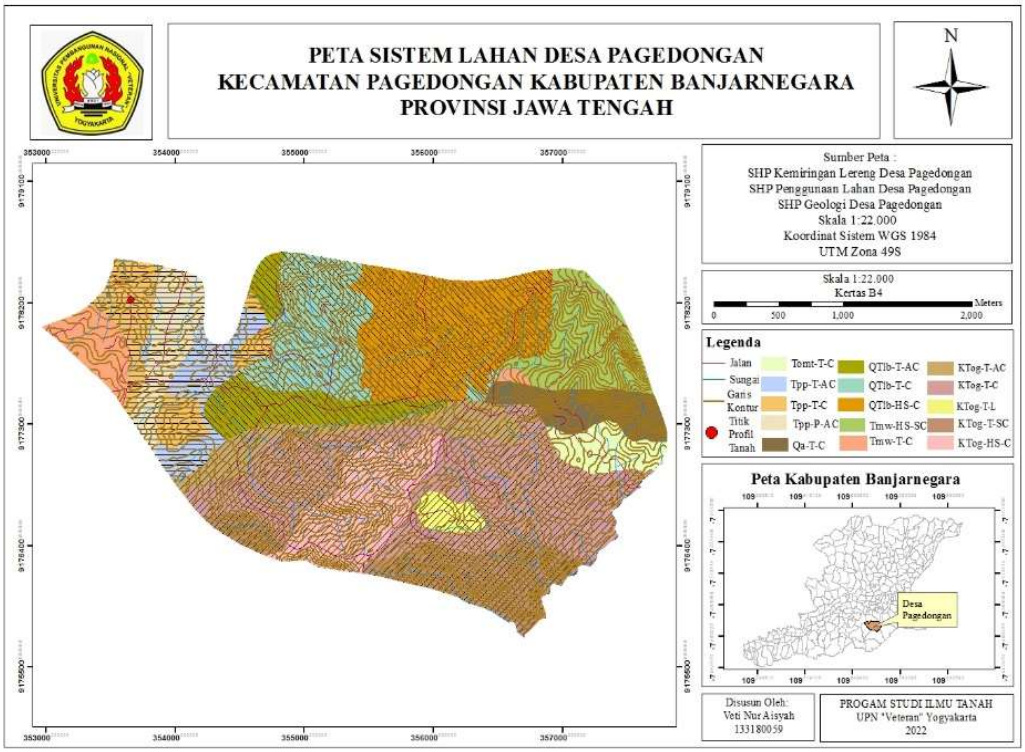
Gambar 1. Peta geologi Desa Pagedongan menurut Condon *et al.* (1996).

Bahan dan Metode

Daerah penelitian terletak di Desa Pagedongan yang secara administrasi termasuk dalam wilayah Kecamatan Pagedongan, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Desa Pagedongan secara geografis terletak diantara koordinat 109°40'0"-109° 42' 30" Bujur Timur dan diantara koordinat 7°25'30"-7°27'30" Lintang Selatan. Menurut Van Bemmelen (1949), Desa Pagedongan termasuk ke dalam Zona Pegunungan Serayu Selatan yang merupakan zona subduksi hasil penunjaman Lempeng Hindia-Australia dan Lempeng Asia dengan satuan geomorfologi berupa Perbukitan Melange.

Penelitian dilaksanakan dengan metode survei dengan membuat profil tanah pada Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen di Desa Pagedongan, Banjarnegara dengan kemiringan lereng curam, penggunaan lahan berupa

tegalan (Aditya, 209). Kemudian melakukan pengamatan lingkungan sekitar, morfologi tanah, dan pengambilan sampel tanah untuk analisis di laboratorium yang terdiri atas tekstur tanah, berat volume, C organik, basa-basa tertukar (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} dan Na^{+}), KPK, pH H_2O dan pH KCl. Titik pembuatan profil tanah dan pengambilan sampel tanah terletak pada koordinat UTM 49S 0368711X 9180218Y dengan ketinggian tempat 430 mdpl. Penetapan klasifikasi tanah dilakukan setelah data dari analisis tanah di laboratorium dan pengamatan morfologi tanah di lapangan diperoleh dengan menggunakan buku panduan *Soil Taxonomy* USDA (Soil Survey Staff, 2014), *World Reference Base for Soil* (WRB), dan Klasifikasi Tanah Nasional (Fiantis, 2015). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa (Condon *et al*., 1996) berskala 1:100.000 dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung dan Peta Sistem Lahan Desa Pagedongan Kecamatan Pagedongan berskala 1:22.000 (Gambar 2).



Gambar 2. Peta sistem lahan Desa Pagedongan hasil *overlay* peta geologi, kemiringan lereng, dan tutupan lahan.

Hasil dan Pembahasan

Keadaan umum daerah

Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kab. Banjarnegara lokasi penelitian memiliki intensitas rerata curah hujan tahunan 1634,4 mm tahun^{-1}. Lokasi penelitian memiliki rata-rata bulan kering (>60 mm bulan^{-1}) sebesar 4,3 dan rata-rata bulan basah (>100 mm bulan^{-1}) sebesar 6. Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson (1951), dengan rata-rata nilai Q = 71,6% maka di daerah penelitian Kecamatan Pagedongan termasuk ke dalam iklim tipe D (Sedang). Suhu tanah diukur pada kedalaman 50 cm di bawah permukaan tanah dan dinyatakan dalam derajat celcius (Sutanto, 2005). Jika data suhu tanah tidak tersedia, dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut Suhu tanah = T+1,5 ^{o}C; Suhu tanah = 24,2 °C+1,5 ^{o}C; Suhu tanah = 25,7 ^{o}C. Berdasarkan perhitungan rumus tersebut, diketahui regim suhu tanah daerah penelitian yaitu *isohiperthermic* karena memiliki suhu tanah rata-rata tahunan ≥ 22°C (Tabel 1). Nilai evapotranspirasi Kecamatan Pagedongan disajikan pada Tabel 2. Menurut Gambar 3 Desa Pagedongan, Banjarnegara mengalami defisit air kira-kira selama 30 hari yang artinya <90 hari kumulatif, sehingga dimasukkan dalam regim kelembapan udik.

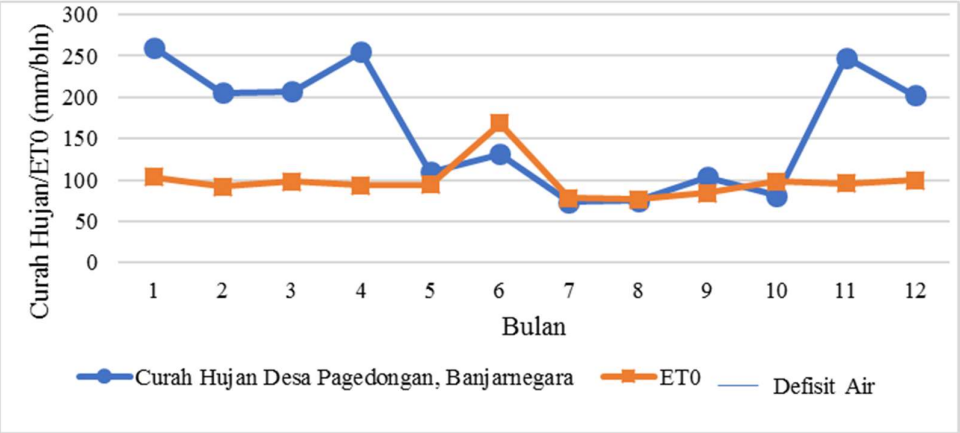
Tabel 1. Data temperatur bulanan Kecamatan Pagedongan.

Bulan	2017	2018	2019	2020	2021	Rerata suhu (°C)
Januari	25,0	24,0	25,5	25,5	23,9	24,7
Februari	24,5	24,5	24,0	26,5	24,6	24,7
Maret	24,5	24,5	25,0	25,0	24,4	24,7
April	24,5	24,0	25,0	25,0	25,0	24,6
Mei	24,0	24,5	24,5	24,5	25,0	24,5
Juni	24,0	23,5	22,5	24,0	23,8	23,7
Juli	23,0	22,0	22,0	23,0	23,3	22,7
Agustus	23,0	22,0	22,5	23,5	24,0	22,9
September	23,5	23,5	23,5	24,0	24,9	23,6
Oktober	24,0	25,0	25,0	25,5	24,3	24,7
November	24,0	24,5	25,5	24,5	25,1	24,6
Desember	24,5	24,0	25,0,	24,5	23.5	24,6
Rerata suhu (°C)	24,0	23,8	24,2	24,6	24,1	24,2

Sumber: Stasiun Geofisika Banjarnegara.

Tabel 2. Nilai evapotranspirasi Kecamatan Pagedongan.

Bulan	Suhu rata-rata bulanan (°C)	ETp (cm bulan^{-1})	F	ET0 (cm bulan^{-1})
Januari	24,7	96,58	1,07	103,34
Februari	24,7	95,50	0,96	91,68
Maret	24,7	94,43	1,04	98,21
April	24,6	93,37	1,00	93,37
Mei	24,5	92,32	1,02	94,16
Juni	23,7	85,16	0,98	83,45
Juli	22,7	76,49	1,02	78,02
Agustus	22,9	74,10	1,03	76,32
September	23,6	84,17	1,00	84,17
Oktober	24,7	93,37	1,05	98,04
November	24,6	92,32	0,04	96,01
Desember	24,6	93,37	1,07	99,91



Gambar 3. Grafik neraca air daerah peneitian.

e-ISSN:2549-9793, doi: 10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.14

Bahan induk

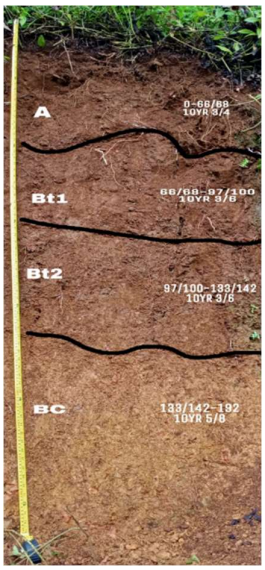
Formasi Peniron tersusun oleh breksi polimik aneka bahan komponen andesit piroksen. Kemudian secara tidak selaras batuan vulkanik muda diendapkan, berupa breksi sisipan batupasir tufan dengan andesit sebagai komponennya berumur Pliosen (Asikin, 1974). Tanah di Dusun Wonojenong berkembang dari bahan induk andesit piroksen (Gambar 4). Andesit piroksen merupakan batuan beku bersifat intermediet-asam dengan kandungan mineral piroksen yang melimpah bertekstur afanitik-porforiafanitik.

Karakteristik tanah

Horizon

Susunan horizon tanah yang didapatkan melalui pengamatan morfologi tanah di lapangan dapat mengambarkan proses pedogenesis dan perkembangan tanah (Mohr *et al.*, 1972). Profil tanah yang yang berkembang pada formasi peniron dengan bahan induk andesit piroksen memiliki susunan horizon A-Bt1-Bt2-BC (Gambar 5 dan Tabel 3).

Gambar 4. Singkapan batuan beku andesit piroksen di lokasi profil tanah yang berkembang pada Formasi Peniron.



Gambar 5. Profil tanah yang berkembang pada Formasi Peniron bahan induk andesit piroksen.

Warna

Mulyanto *et al.* (2006) menyatakan warna tanah menjadi parameter penting dalam menginterpretasikan sifat-sifat tanah. Profil tanah yang diamati memiliki warna berturut-turut dari horizon atas adalah 10YR 3/4 *dark yellowish brown*; 10YR 3/6 *dark yellowish brown*; 10YR 3/6 *dark yellowish brown*; dan 10YR 5/8 *yellowish brown*. Perbedaan warna dipengaruhi kandungan bahan organik dan proses pelindihan. Horizon A berwarna lebih gelap karena memiliki kandungan bahan organik lebih banyak daripada horizon-horizon bawahnya.

Struktur dan konsistensi

Horizon A memiliki sktruktur berbentuk gumpal membulat dan horizon Bt1-Bt2-BC memilikii struktur gumpal menyudut dengan ukuran kecil hingga sedang dan derajat perkembangan sedang. Konsistensi lembap gembur hingga sangat gembur.

Tabel 3. Morfologi profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron batuan induk andesit piroksen.

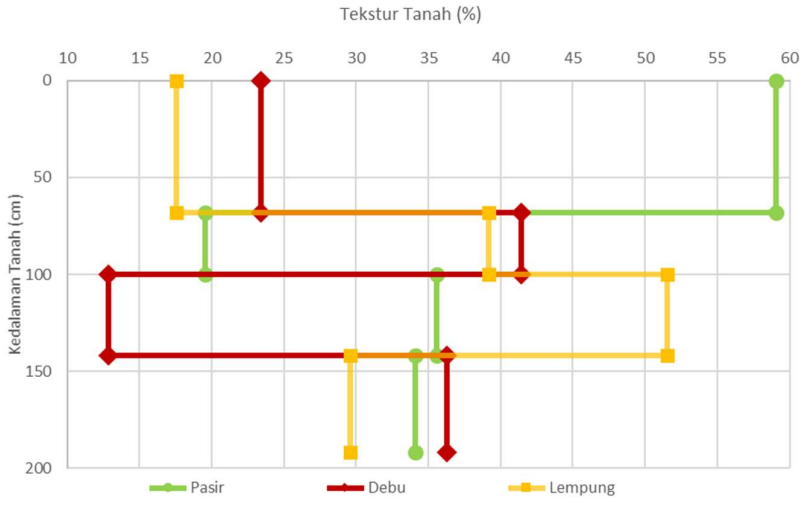
Horizon	Ketebalan	Batas Horizon	Warna	Tekstur	Struktur	Koonsistensi
A	0-66/68	Baur, berombak	10YR 3/4	*Sandy clay loam*	Gumpal membulat, sedang	Sangat gembur
Bt1	66/68-97/100	Baur, rata	10YR 3/6	*Silty loam*	Gumpal menyudut, kecil	Sangat gembur
Bt2	97/100-133/142	Berangsur, berombak	10YR 3/6	*Sandy loam*	Gumpal menyudut, sedang	Gembur
BC	133/142-192		10YR 5/8	*Sandy loam*	Gumpal menyudut, sedang	Sangat gembur

Tekstur tanah

Profil tanah yang berkembang dari Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen, horizon A memiliki kelas tekstur *sandy loam,* horizon Bt1 dan BC memiliki kelas tekstur *loam,* sedangkan horizon Bt2 memiliki kelas tekstur *clay* (Gambar 6). Horizon A ke Bt1 mengalami perubahan kelas tekstur dan terjadi migrasi lempung, sehingga pada horizon Bt1 terjadi peningkatan fraksi lempung sebesar 21,66% dan penurunan fraksi pasir sebesar 39,52%. Horizon Bt2 juga mengalami peningkatan fraksi lempung sebesar 12,32% dari horizon Bt1 (Tabel 4). Penimbunan fraksi lempung atau iluviasi yang ditemukan di horizon Bt1 dan Bt2 disebabkan faktor iklim tropis dengan curah hujan relatif tinggi membawa lempung ke horizon bawahnya, sehingga kedua horizon tersebut sudah memenuhi syarat horizon Argilik. Horizon BC memiliki jumlah fraksi debu dan pasir lebih tinggi karena horizon ini merupakan horizon peralihan dari horizon B (iluviasi) ke C (bahan induk), ditandai dengan perubahan kelas tekstur dari *clay* di horizon Bt2 menjadi tekstur *loam*.

Tabel 4. Hasil analisis tekstur dan berat volume tanah.

Horizon	Tekstur (%)				Berat Volume (g cm^{-3})
	Pasir	Debu	Lempung	Kelas	
A	59,08	23,38	17,54	*Silty loam*	0,83
Bt1	19,56	41,24	39,20	*Loam*	0,95
Bt2	35,58	12,88	51,53	*Clay*	1,00
BC	34,12	36,31	29,57	*Loam*	0,89



Gambar 6. Pola agihan tekstur tanah.

Berat volume

Berat volume tanah pada profil yang diamati berkisar antara 0,83-1,00 g cm^{-3}. Hasil BV tanah ini tergolong rendah dibandingkan berat volume tanah mineral pada umumnya berkisar 1,02-1,48 g cm^{-3}. Hasil ini mengindikasikan tanah memiliki ruang pori total tinggi. Menurut Hardjowigeno (2003), berat volume menunjukkan tingkat pelapukan batuan. Tanah di daerah penelitian memiliki BV kecil menunjukkan terjadi peningkatan pelapukan sehingga terbentuk pori-pori tanah.

Reaksi tanah (pH)

pH H_2O dan pH KCl pada tanah yang berkembang di Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen memiliki harkat masam karena beku andesitik bersifat intermediet-asam (Tabel 5). ΔpH pada tanah bernilai negatif, maka tanah tidak bermuatan variabel. Nilai ΔpH berkisar -1,09 hingga -1,28 (Tabel 6) menunjukkan tingginya muatan negatif yang berasal dari deprotonisasi ion hidrogen (H^+), sehingga tanah mampu menjerap kation-kation yang dapat dipertukarkan.

Tabel 5. Hasil analisis pH, C organik, basa-basa tertukar, KPK, dan kejenuhan basa.

Horizon	pH		C organik (%)	Basa-basa Tertukar ($cmol_{(+)}$ kg^{-1})					KPK ($cmol_{(+)}$ kg^{-1})	KB (%)
	H_2O	KCl		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Jumlah		
A	5,24	4,15	1,52	3,01	1,17	0,15	0,37	4,70	32,53	14,45
Bt1	4,95	3,83	1,10	2,09	0,76	0,13	0,28	3,26	15,61	20,87
Bt2	4,90	3,76	0,93	2,19	0,88	0,11	0,26	3,44	24,05	14,28
BC	5,29	4,01	0,88	1,59	1,38	0,06	0,04	3,07	18,60	16,49

Tabel 6. Seilisih pH KCl - pH H_2O.

Horizon	pH		
	H_2O	KCl	ΔpH
A	5,24	4,15	-1,09
Bt1	4,95	3,83	-1,12
Bt2	4,90	3,76	-1,14
BC	5,29	4,01	-1,28

C organik

C organik pada profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron berkisar 0,88%-1,52% berharkat rendah (Tabel 5). C organik tanah mengalami penurunan seiring bertambahnya kedalaman tanah. Horizon paling atas di setiap profil tanah memiliki kadar C organik paling tinggi karena adanya penambahan bahan organik dari vegetasi.

Basa-basa tertukar

Kation Ca^{2+}, K^+, dan Na^+ pada profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron memiliki harkat rendah pada horizon A-Bt1-Bt2 dan sangat rendah pada horizon BC (Tabel 5). Hal ini karena pelindihan akibat curah hujan yang relatif tinggi dan bahan organik yang rendah menjadikan kation tidak terikat, sehingga mobilitasnya tinggi. Kation Mg^{2+} pada profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron memiliki harkat sedang dan nilai tertinggi 1,38 cmol (+) kg^{-1} pada horizon BC, karena dekat dengan bahan induk sehingga secara terus menerus menyuplai unsur Mg dalam tanah.

Kapasitas Pertukaran Kation (KPK)

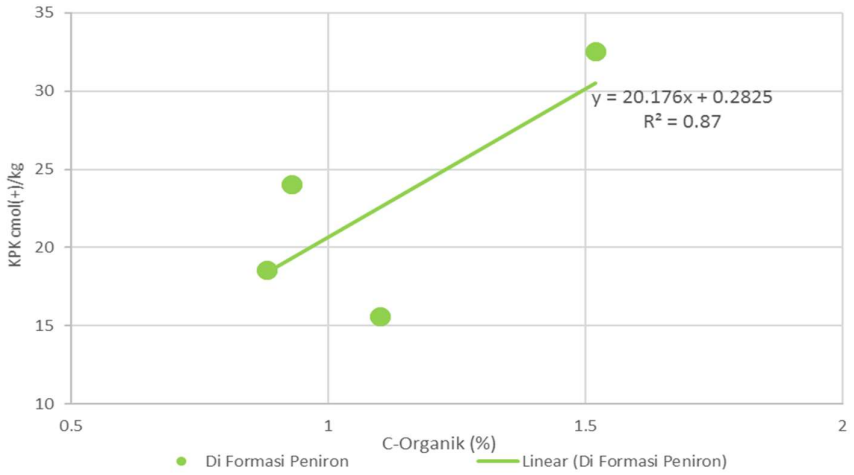
Profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron memiliki nilai KPK dengan harkat tinggi hingga sedang (Tabel 5). Hal ini sejalan dengan kadar C organik paling besar di horizon A sejumlah 1,53% sehingga mampu menukarkan kation lebih banyak dan peningkatan jumlah fraksi lempung di horizon Bt1 dan Bt2. Selain itu, didukung oleh pH tanah yang rendah. Hubungan antara kadar C organik dan KPK tanah di setiap profil yang diamati (Gambar 7). Ketiga profil tersebut memiliki koefisien positif yaitu semakin tinggi kadar C organik maka nilai KPK juga semakin tinggi.

Kejenuhan Basa (KB)

Profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen memiliki nilai KB rendah yaitu dibawah 30%, didukung dari nilai pH yang rendah. Selain itu, karena adanya pelindihan secara intensif yang dibuktikan dengan adanya migrasi lempung (eluviasi).

Horizon diagnostik

Profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen memiliki bahan organik berkisar 1,60%-2,63% sehingga tidak memenuhi horizon histik.



Gambar 7. Hubungan C organik dan kapasitas pertukaran kation.

Warna dalam keadaan lembap memiliki value 3 dengan tebal horizon >18 cm. Memiliki kandungan bahan organik sebesar 2,63% dan kejenuhan basanya kurang dari 50% yaitu hanya 14,45% sehingga termasuk epipedon umbrik. Horizon bawah permukaan tidak berada di bawah lapisan olah sehingga bukan termasuk endopedon agrik. Tidak terdapat indikasi horizon eluvial dari bahan albik sehingga tidak memenuhi endopedon albik. Curah hujan yang tinggi dibandingkan nilai evapotranspirasi pada bulan 10-6 terjadi proses eluviasi secara intensif, kemudian pada bulan 7-10 curah hujan menurun intensitasnya sehingga terjadi proses iluviasi pada horizon B. Kedua proses tersebut mengakibatkan pelonggokan atau migrasi lempung dari horizon A ke Bt sehingga termasuk endopedon argilik.

Klasifikasi tanah

Profil tanah yang berkembang di Formasi Peniron dengan bahan induk andesit piroksen memiliki horizon argilik dan KB < 35% pada kedalaman 125 cm di bawah batas atas horizon argilik maka termasuk ordo Ultisol. Tanah memiliki kandungan C-organik lebih dari 0,9% di dalam 15 cm bagian atas horizon argilik sehingga termasuk dalam sub ordo Humult. Tanah tidak memiliki kontak densik, litik, atau petroferik di dalam 150 cm dari permukaan tanah mineral dan tidak terjadi penurunan fraksi lempung sebesar 20% atau lebih sehingga termasuk dalam grup Palehumult. Regim kelembapan yang dimiliki udik maka berdasarkan Taxonomy USDA tanah masuk ke dalam sub grup Typic Palehumult. Tanah memiliki horizon argilik namun kandungan lempung maksimal terdapat di kedalaman >150 cm sehingga bukan termasuk jenis tanah Nitosol. Terdapat horizon B argilik, KB <50%, dan tidak terdapat horizon albik maka tergolong jenis tanah Podsolik. Tanah memiliki KPK 6-24 $cmol_{(+)}$ kg^{-1} pada horizon B maka berdasarkan Klasifikasi Tanah Nasional termasuk macam tanah Podsolik Ortoksik. Tanah memiliki KB rendah dan aktivitas lempung tinggi ditandai dengan adanya horizon argilik dan nilai KTK yang cukup tinggi berkisar 15,61-32,53 $cmol_{(+)}$ kg^{-1} maka termasuk ke dalam Alisol. Tanah memiliki horizon argilik mulai dari kedalaman ≤100 cm dari permukaan tanah, sehingga diperoleh kualifikasi utama *Abruptic*. Tanah memiliki kualifikasi tambahan *Loamic* karena memiliki tekstur *sandy loam* di kedalaman ≥30 cm.

Kesimpulan

Profil tanah yang berkembang dari bahan induk andesit piroksen Formasi Peniron memiliki susunan horizon A-Bt1-Bt2-BC, warna hue keadaan lembab 10YR, terdapat konkresi oksida besi pada horizon BC, memiliki epipedon umbrik dan endopedon argilik. Klasifikasi tanah menurut Soil Taxonomy USDA yaitu Typic Palehumult Isohypertermic; menurut Klasifikasi Tanah Nasional yaitu Podsolik Ortoksik, dan menurut *World Reference Base for Soil Resourse* (FAO, 2014) yaitu *Loamic Abruptic* Alfisol.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta atas dukungan dana melalui Hibah Bantuan Riset Mahasiswa Tahun 2022.

Daftar Pustaka

Aditya, E. 2009. Geologi Daerah Kesenet dan Sekitarnya, Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Jurnal Geosains dan Teknologi. Semarang: Universitas Diponegoro 1(6).

Asikin, S. 1974. Evolusi Geologi Jawa Tengah dan Sekitarnya Ditinjau dari Segi Teori Tektonik Dunia Baru. Bandung: Progam Doktor Institut Teknologi Bandung, Fakultas Teknik.

Asikin, S. 1987. Ringkasan Tatanan Geologi Daerah Karangsambung Luk Ulo Jawa Tengah. Bandung: Progam Doktor Institut Teknologi Bandung, Fakultas Teknik.

Condon, W.H., Pardyanto, L., Samodra, H., Ketner, L., Amin, T.C. dan Gafoer, S. 1996. Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Skala 1: 100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2014. World Reference Base for Soil Resourse. Edisi ke-4. FAO. Rome.

Fiantis, D. 2015. Morfologi dan Klasifikasi Tanah. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK). Padang: Universitas Andalas.

Hardjowigeno, S. 2003. Pedogenesis dan Klasifikasi Tanah. Jakarta: Akademika Presindo.

Hardjowigeno, S. 2015. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Presindo.

Mohr, C.C.J., Barren, V., and Schuylenborg, JV. 1972. Tropical Soils. A Comprehensive Study of Their Genesis. Netherlands: The Hague.

Mulyanto, D., Notohadikusumo, T. dan Sunarminto, B.H. 2006. Hubungan tingkat pemerahan tanah di atas batuan karbonat dengan komponen-komponen pembentuknya. Jurnal Ilmiah Habitat 17(3):235-245.

Notohadiprawiro, T. 2000. Tanah dan Lingkungan. Yogyakarta: Pusat Studi Sumber Daya Lahan UGM.

Nurcholis, M., Herlambang, S., Suwartikaningsih, S.A., Fiantis, D. and Yudiantoro, D.F. 2019a. Soil layers properties of a profile developed on the past depositional series on Merbabu Volcano Central Java Inudonesia. Journal of Tropical Soils 24(2): 53-63.

Nurcholis, M., Yudiantoro, D.F., Haryanto, D., Dianputra, A.B. and Aji, K. 2019b. Process and mineralogy of volcanic materials on the south side of the Old Lawu Volcano in Java Island. Journal of Soil Science and Agroclimatology 16(2):127-138.

Schmidt, F.H. and Ferguson, J.H. 1951. Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Rations for Indonesian Western New Guinea. Jakarta: Kementrian Perhubungan Meterologi dan Geofisika.

Soil Survey Staff. 2014. Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Kedua Bahasa Indonesia. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.

Sutanto. 2005. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Van Bemmelen, R.W. 1949. The Geology of Indonesia. Edisi Kesatu Bahasa Indonesia. Government Printing Office: The Hague.