**MORFOLOGI DAN KLASIFIKASI TANAH PADA BERBAGAI
MACAM SUB-LANDFORM KARST DI FORMASI WONOSARI
KECAMATAN GEDANGAN, KABUPATEN MALANG**

**Morphology and Classification of Soils on Various Karst Sub-Landform
in Wonosari Formation of Gedangan District, Malang Regency**

Andre E.S. Sitinjak, Mochtar Lutfi Rayes, Christanti Agustina*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran 1 Malang, 65145

*Penulis korespondensi: christanti.ag@ub.ac.id

Abstract

Limestone materials in Wonosari formation produces karst landform through the karstification processes. The different type of karst landform can affect soil morphology and soil classification. This research was conducted in Gedangan District, Malang Regency, East Java Province, Indonesia. Soil morphology identified at 54 minipits to know the range of soil characteristics, continued with detailed survey on 6 typical pedons to detailed soil classification. Soil samples were taken at each horizon for analyses of soil physical and chemical properties. Soil morphology at study area has very dark brown (7.5YR2.5/2) to yellowish brown (10YR5/8) soil colours, silty clay loam to silty clay textures, subangular blocky, fine, weak to moderate structures, very friable to very firm, sticky to very sticky, slightly plastic to plastic consistencies. There are no rock fragments at hilly and valley karst and shallow soil depth in hilly than in valley karst. Soil classification differs at each sub landform, i.e. top hilly karst is classified as Lithic hapludolls, fine, mixed, isohyperthermic, hilly karst classified as Typic calciudolls, fine, calcareous, superactive, isohyperthermic, Typic hapludolls, fine, mixed, superactive, isohyperthermic, plateau karst classified as Inceptic haprendolls, skeletal-clay, mixed, superactive, isohyperthermic, valley karst classified as Eutric humudepts, fine, mixed, superactive, isohyperthermic, and Typic humudepts, fine, mixed, superactive, isohypertermic.

Keywords : *karst landform, limestone, soil classification, soil morphology, Wonosari formation*

Pendahuluan

Formasi Wonosari (Tmwl) suatu formasi yang material penyusunnya terdiri atas batu gamping, napal pasir dan sisipan batu lempung kebiruan. Formasi wonosari masuk kedalam kawasan pegunungan selatan bagian tengah, yang membentang luas Barat-Timur mulai dari Parangteritis Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sampai teluk pacitan Provinsi Jawa Timur (Husein dan Sriyono, 2007). Salah satu faktor yang membentuk *landform* karst ini disebabkan adanya proses pelarutan batu gamping atau karstifikasi. Karstifikasi tidak hanya terjadi pada batuan

karbonat, tetapi bisa terjadi pada batuan lain yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder (Anshori, 2015). Akibat proses karstifikasi, terjadi perbedaan *landform* karst antara lain bukit kecil berbentuk kerucut (Mulyanto dan Surono, 2009), punthuk karst pada perbukitan karst, punggung karst, pelembahan karst dan dataran karst (Marsoedi *et al.*, 1997). cekungan tertutup atau *doline* (Summerfield, 1991), lembah dan dataran yang sempit. Penelitian yang dilakukan oleh Wiyono *et al.* (2006), menyatakan bahwa perbedaan *landform* berpengaruh terhadap sifat morfologi, fisika dan kimia tanah. Mulyanto dan Surono (2009) menyatakan bahwa ketebalan tanah pada

landform karst bervariasi yang ditentukan oleh jenis sub landformnya. Proses erosi menjadi salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan ketebalan solum di perbukitan dan pelembahan karst (Anshori, 2015). Bahan induk batu gamping yang kaya akan Ca^{2+} menjadi ciri khas tanah-tanah pada landform karst (Mulyanto dan Surono, 2009). Penelitian tentang klasifikasi tanah pada berbagai sub landform karst telah dilakukan oleh Wiyono *et al.* (2006) di Gunung Kidul. Penelitian tentang klasifikasi tanah karst di Malang Raya masih fokus pada sub landform yang sama (Raharjo, 2013). Oleh karena itu, informasi jenis tanah pada landform karst masih sangat terbatas. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih mendalam tentang morfologi dan klasifikasi tanah pada sub landform karst.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bentuk lahan karst di bagian selatan Kecamatan Gedangan, Kabupaten Malang, Jawa Timur (Gambar 1). Alat dan bahan untuk penelitian ini terdiri atas seperangkat komputer dengan beberapa software pemetaan dan pengolahan data, survei set untuk identifikasi morfologi tanah, seperangkat peralatan laboratorium untuk analisis sifat fisik dan kimia tanah, dan buku

kunci taksonomi tanah (Soil Survey Staff, 2014) untuk menentukan klasifikasi tanah.

Penelitian ini dilakukan dengan metode survei secara fisiografi. Identifikasi morfologi tanah untuk mendapatkan data kisaran tanah dilakukan dengan menggunakan minipit pada 54 titik pengamatan. Penentuan morfologi dan klasifikasi tanah secara detil diidentifikasi pada 6 (enam) pedon perwakilan yaitu pada P1 sub landform puthuk karst pada perbukitan karst, P2, P3 dan P4 sub landform punggung karst pada perbukitan karst, pada P5 pelembahan karst pada dataran karst dan P6 pelembahan karst pada perbukitan karst. Pedon perwakilan dipilih dari kesamaan karakteristik dan klasifikasi tanah dari 54 minipit yang tersebar di lokasi penelitian.

Pedon perwakilan diamati menggunakan profil tanah dengan ukuran lebar 1 m, dalam 2 meter dan panjang 2 meter. Contoh tanah diambil di setiap horizon yang terdiri atas contoh tanah utuh dan komposit. Analisis sifat fisik tanah terdiri atas tekstur (metode pipet), berat isi dan berat jenis (volumetri). Analisis sifat kimia terdiri atas pH (pelarut H_2O), C-Organik (Walkley-Black), Basa-basa tertukar (ekstraksi NH_4OAc 1N pH7), kapasitas tukar kation (KTK, ekstraksi NH_4OAc 1N pH7), dan kejenuhan basa (KB, Σ (Ca, Mg, K, Na)/KTK $\times 100\%$).

Gambar 1. Lokasi penelitian dan titik pengamatan

Hasil dan Pembahasan

Sifat morfologi tanah

Horison genetik tanah

Pada P1 sub *landform* punthuk karst pada perbukitan karst memiliki empat horison genetik yaitu A, Bw1, Bw2 dan R. Bw menunjukkan perubahan warna dan struktur. Pada P1 terdapat kontak lithik atau batuan kompak dengan horison R. Pada sub *landform* punggung karst pada perbukitan karst memiliki tiga pedon perwakilan yaitu P2, P3 dan P4. P2 memiliki lima horison genetik yaitu A, Bw1, Bw2, Bk dan R. Pada P2 terdapat horison Bk karena memiliki karbonat sekunder di seluruh horison tersebut. P3 memiliki empat horison genetik yaitu A, Bw1, Bw2, Bw3 dan R. Tidak terdapat indikasi khusus tiap horison. Pada P4 memiliki tujuh horison genetik yaitu Ap, Bw1, Bw2, BC1, BC2, Cr dan R. Horison genetik Cr menandakan batuan yang melunak. Tiap sub *landform* memiliki horison genetik yang berbeda. Ini disebabkan beberapa faktor di tiap sub *landform*. Karena pada karst hanya memiliki satu litologi sehingga tidak terdapat diskontinuitas. *Landform* pelembahan karst memiliki dua pedon perwakilan. Masing-masing terletak di tiap sub *landform*. Pada P5 di sub *landform* dataran karst pada pelembahan karst memiliki enam horison

genetik yaitu Ap, Bw1, Bw2, Bw3, Bw4 dan Bw5. Horison genetik Ap menunjukkan adanya pengolahan lahan di lokasi pedon tersebut. Sistem penggunaan lahannya tegalan dengan vegetasi Tebu. Pada P6 memiliki enam horison genetik yaitu Ap, AB, Bw1, Bw2, Bw3 dan Bw4. Horison genetik Ap menunjukkan adanya pengolahan lahan di lokasi pedon tersebut. Terdapat horison genetik AB yang menunjukkan hrosion peralihan dari A ke B tapi cenderung mirip horison genetik A. Pada *landform* pelembahan karst tidak terdapat horison genetik R atau batuan kompak. Ini disebabkan karena pedon terletak pada pelembahan dan memiliki kedalaman solum lebih dari 180 cm.

Warna tanah

Warna tanah terbagi atas dua yaitu warna lembab dan kering. Warna tanah pada pedon di tiap sub *landform* perbukitan memiliki warna yang berbeda. P1 di sub *landform* puntuk karst pada perbukitan karst memiliki warna cokelat sangat gelap (7,5 YR 2,5/2) lembab; sampai cokelat terang (7,5 YR 4/6) lembab; Pada P2 pada sub *landform* punggung karst pada perbukitan karst memiliki warna tanah cokelat gelap (10 YR 3/3) lembab; sampai kuning kecokelatan (10 YR 6/8) lembab.

Gambar 1. Pedon tipikal di lokasi penelitian

Tabel 1. Sifat morfologi dan fisik tanah

Pedon	Horizon	Kedalaman (cm)	Struktur	Tekstur	Konsistensi		Warna (Lembab)	Berat Isi (g cm ⁻³)	Fragmen Batuan		
					Lembab	Basah			Batuan (%)	Krakal (%)	Kerikil (%)
P1	Ap	0-9/16	gb-h-l	sic	g	al;ap	7,5 YR 2,5/2	1,09	-	-	-
	Bw1	9/16-32/36	gs-s-c	sic	t	lp	7,5 YR 4/4	1,04	-	-	-
	Bw2	32/36-39/65	gs-k-c	sic	t	lp	7,5 YR 4/6	1,04	5%	-	-
P2	Ap	0-15/18	gb-h-c	sic	g	al;ap	10 YR 3/3	1,09	-	-	-
	Bw1	15/18-22/26	gb-s-c	sic	t	al;ap	10 YR 5/8	1,04	-	-	-
	Bw2	22/26-31/33	gb-s-c	sic	t	al;ap	10 YR 6/8	0,92	-	-	5-10
	Bk	31/50-65	gb-s-c	sic	t	al;ap	10 YR 6/8	0,99	-	-	5-10
P3	Ap	0-10/18	gb-s-c	sic	t	al;ap	10 YR 3/2	1,09	-	-	<50
	Bw1	10/15-30/34	gb-s-c	sic	t	al;ap	10 YR 4/6	1,04	-	-	-
	Bw2	30/34-43/52	gb-s-c	sic	t	al;ap	10 YR 4/6	1,04	-	-	-
	Bw3	43/52-53/65	gb-s-c	sic	t	al;ap	10 YR 5/6	0,92	-	-	-
P4	Ap	0-15/20	gb-h-l	sicl	g	al;ap	7,5 YR 2,5/3	0,91	-	-	-
	Bw1	15/20-27/31	gb-h-l	sic	g	al;ap	7,5 YR 3/4	0,95	-	-	-
	Bw2	27/31-49/68	gb-h-c	sic	g	al;ap	7,5 YR 3/4	1,09	-	-	-
	BC1	49/68-66/78	gb-h-l	sic	sg	al;ap	7,5 YR 4/4 & 7,5 YR 6/6	1,68	5-10	-	-
	BC2	66/78-88/92	gb-h-l	cl	sg	al;ap	7,5 YR 4/4 & 7,5 YR 6/6	1,89	-	10-15	-
	Cr	88/92-110	-	-	-	-	-	-	10-15	-	-
P5	Ap	0-14/28	gb-s-c	sicl	g	al;ap	7,5 YR 3/3	1,37	-	-	-
	Bw1	14/28-54/66	gb-s-c	sil	t	al;ap	7,5 YR 3/3	1,39	-	-	-
	Bw2	54/66-76/80	gb-s-c	sil	t	al;ap	7,5 YR 3/4	1,30	-	-	-
	Bw3	76/80-105/108	gb-s-c	sil	t	al;ap	7,5 YR 4/3	1,10	-	-	-
	Bw4	105/108-114/116	gb-s-c	sil	g	al;ap	7,5 YR 5/3	1,07	-	-	-
	Bw5	114/116-151/180	gb-s-c	sil	t	al;ap	7,5 YR 3/3	1,12	-	-	-
P6	Ap	0-10/14	gb-h-c	sicl	g	al;ap	7,5 YR 2,5/3	1,17	-	-	-
	AB	10/14-27/45	gb-s-c	sic	g	al;ap	7,5 YR 3/3	1,06	-	-	-
	Bw1	27/45-76/88	gb-s-c	sic	t	al;ap	7,5 YR 3/3	1,06	-	-	-
	Bw2	76/88-117/120	gb-s-c	sic	t	lp	7,5 YR 2,5/3	1,06	-	-	-
	Bw3	117/120-138/142	gb-s-c	sic	t	lp	7,5 YR 3/4	1,04	-	-	-
	Bw4	138/142-180	gb-s-c	sic	t	lp	7,5 YR 3/3	1,02	-	-	-

Keterangan: gb: gumpal membulat, gs: gumpal bersudut, h: halus, l: lemah, s: sedang, c: cukup, k: kasar; sg: sangat gembur; g: gembur; t: teguh; al: agak lekat; l: lekat; ap: agak plastis, p: plastis; sic: liat berdebu; sicl: lempung liat berdebu; cl: lempung berliat; sil: lempung berdebu

Pada P3 dengan *landform* yang sama memiliki warna tanah hitam kecokelatan (10 YR 3/2) lembab sampai cokelat kekuningan gelap (10 YR 4/6) lembab. P4 memiliki warna tanah cokelat sangat gelap (7,5 YR 2,5/3) lembab sampai cokelat dengan kuning kemerahan (7,5 YR 4/4) dengan (7,5 YR 6/6) lembab; Warna merah tanah disebabkan oleh oksida-oksida besi yang teroksidasi dengan baik, sedangkan warna hitam oleh oksida-oksida mangan dan bahan organik yang *terhumifikasi*, sebagaimana dikatakan oleh Torrent *et al.* (1983). Menurut Mulyanto dan Surono (2009), tanah pada kawasan karst yang pada umumnya mempunyai topografi perbukitan kasar, mempunyai warna merah. *Landform* pelembahan karst memiliki warna cenderung gelap. Pada sub *landform* dataran karst pada pelembahan karst P5 memiliki warna tanah cokelat gelap (7,5 YR 3/3) lembab) sampai cokelat gelap (7,5 YR 3/3) lembab. Pada P6 di sub *landform* pelembahan karst pada perbukitan karst memiliki warna tanah cokelat gelap (7,5 YR 2,5/3) lembab; sampai cokelat gelap (7,5 YR 3/3) lembab.

Fragmen batuan

Fragmen batuan sangat berkaitan dengan banyaknya krakal, kerikil dan batuan di tiap horison tanah. Pada P1 tidak terdapat fragmen batuan di tiap horison. P2 memiliki fragmen kerikil dengan ukuran 0,5-2 cm dengan persentase 5-10% di horison Bw1 dan Bw2, sedangkan horison Bk memiliki fragmen kerikil ukuran 0,5-2 cm dengan persentase 20-30%. P3 tidak terdapat fragmen batuan sama sekali dan P4 terdapat fragmen batuan ukuran 60 cm dengan persentase 5-10% pada horison Ap. Horison Bw1 terdapat fragmen kerakal dengan ukuran 7,5-25 cm sebanyak 10-15%. Horison Bw2 terdapat fragmen batuan dengan ukuran 60 cm dengan persentase 10-15%. Pada horison BC1 memiliki fragmen kerakal dengan ukuran 7,5-25 cm sebanyak 10-15%. Horison BC2 memiliki fragmen kerikil dengan ukuran 0,5-2 cm sebanyak lebih dari 50%. Horison Cr memiliki fragmen kerikil dengan ukuran 0,5-2 cm sebanyak lebih dari 50%. Pada *landform* pelembahan karst baik sub *landform* dataran karst pada pelembahan karst maupun

pelembahan karst pada perbukitan karst di tiap pedon tidak memiliki fragmen batuan.

Sifat fisik tanah

Struktur tanah

Struktur tanah di tiap pedon pada sub *landform* hampir semua sama. Akan tetapi terdapat perbedaan ukuran dan taraf perkembangan struktur yang berbeda. Pada P1 memiliki struktur struktur gumpal membulat, ukuran halus dan tingkat perkembangan lemah pada horison genetik A. Horison genetik Bw1 struktur gumpal bersudut, ukuran sedang, tingkat perkembangan cukup pada. Pada horison genetik Bw2 struktur gumpal bersudut, kasar, cukup. Pada P2 memiliki struktur gumpal membulat, ukuran halus, tingkat perkembangan cukup pada horison genetik Ap. Pada horison genetik Bw1, Bw2 dan Bk memiliki struktur gumpal membulat, ukuran sedang, tingkat perkembangan cukup. P3 memiliki struktur gumpal membulat, ukuran sedang, tingkat perkembangan cukup di setiap horison genetik A, Bw1, Bw 2 dan Bw3. P4 memiliki struktur struktur gumpal membulat, ukuran halus, dan tingkat perkembangan lemah pada horison genetik Ap dan Bw1. Horison genetik Bw2, Bw3 dan Bw4 memiliki struktur gumpal membulat, ukuran halus dan tingkat perkembangan cukup. Rata-rata ukuran dan taraf perkembangan dari horizon atas ke bawah memiliki ukuran halus sampai kasar dan taraf perkembangan mulai lemah sampai kuat. Struktur gumpal membulat yang paling mendominasi struktur di tiap pedon di seluruh sub *landform*. Menurut Wiyono *et al.* (2006), struktur tanah pada setiap pedon di karst gunung kidul struktur berstruktur gumpal. Struktur tanah pada pelembahan memiliki ciri yang hampir sama. Pada P5 memiliki struktur sama di tiap horison yaitu struktur gumpal membulat, ukuran sedang dan tingkat perkembangannya cukup. Pada P6 horison genetik Ap memiliki struktur gumpal membulat, halus, cukup. Sedangkan horison genetik AB, Bw1, Bw2, Bw3 dan Bw4 memiliki struktur yang sama yaitu gumpal membulat, sedang, cukup. Menurut Wiyono *et al.* (2006), struktur tanah pada setiap pedon di karst gunung kidul struktur berstruktur gumpal.

Konsistensi tanah

Konsistensi tanah terbagi atas dua yaitu konsistensi lembab dan basah. Konsistensi basah terbagi dua yaitu kelekatan dan plastisitas. Pada P1 memiliki konsistensi lembab gembur, konsistensi baah agak lekat dan agak plastis pada horison A. Horison Bw1 dan Bw2 memiliki konsistensi lembab teguh, konsistensi basah lekat dan plastis. Pada P2 memiliki konsistensi lembab gembur, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Pada horison Bw1, Bw2 dan Bw3 memiliki konsistensi lembab teguh, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Pada P3 pada horison A, Bw1, Bw2 dan Bw3 memiliki konsistensi lembab teguh, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Pada P4 pada horison Ap, Bw1, Bw2, dan BC1 memiliki konsistensi lembab gembur, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Sedangkan BC2 memiliki konsistensi lembab gembur, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Pedon P5 di sub *landform* dataran karst pada pelembahan karst memiliki konsistensi lembab gembur, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis horison Ap. Horison Bw1, Bw2 dan Bw3 memiliki konsistensi lembab teguh, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Horison Bw4 memiliki konsistensi lembab gembur, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Horison Bw5 memiliki konsistensi lembab teguh, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Pada P6 memiliki konsistensi lembab gembur, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis pada horison Ap dan AB. Horison Bw1 memiliki konsistensi lembab teguh, konsistensi basah agak lekat dan agak plastis. Horison Bw2, Bw3 dan Bw4 memiliki konsistensi lembab teguh, konsistensi basah lekat dan plastis.

Berat isi tanah

Berat isi pada tiap pedon memiliki nilai yang berbeda. Pada P1 Berat Isi (BI) semakin ke bawah semakin menurun, dari nilai 1,09 - 1,04 (g/cm^3). Pada P2 semakin ke semakin menurun, dari nilai 1,09 turun ke nilai 0,92 (g/cm^3) lalu pada kedalaman 60-70 cm naik menjadi 0,99 (g/cm^3). Pada P3 semakin ke bawah nilai BI semakin menurun dari 1,09 - 0,92 (g/cm^3). Nilai BI pada P4 semakin ke bawah semakin naik dengan nilai 0,91 - 1,89

(g/cm^3). Ini disebabkan karena fragmen batuan yang ikut diidentifikasi. Nilai BI pada P5 semakin ke bawah semakin turun 1,37 - 1,22 (g/cm^3). Pada P6 memiliki nilai BI semakin ke bawah semakin menurun dengan nilai 1,17 - 1,02 (g/cm^3).

Tekstur tanah

Landform karst memiliki tekstur yang hampir beragam. Pada P1, P2 dan P3 memiliki tekstur liat berdebu di tiap horison. Berbeda dengan P4 yang memiliki tekstur yang berbeda dengan P1, P2 P3 dan P4 memiliki tekstur lempung liat berdebu pada horison Ap, horison Bw1 dan Bw2 memiliki tekstur liat berdebu. BC1 bertekstur liat berdebu dan BC2 bertekstur lempung berliat. Perbedaan tekstur tersebut karena pengaruh dari bahan krikil/krakal yang ikut dalam analisa tekstur. *Landform* pelembahan memiliki tekstur yang berbeda dengan perbukitan karst. Salah satunya adalah P5 yang memiliki tekstur lempung liat berdebu di tiap horison. Pada P6 horison Ap memiliki tekstur liat berpasir sedangkan horison AB, Bw1, Bw2, Bw3, dan Bw4 memiliki tekstur liat berdebu..

Sifat kimia tanah

Sifat kimia dan fisika tanah sangat menentukan pedogenesis suatu tanah. Kedua sifat tersebut membantu dalam klasifikasi tanah. Sifat kimia akan membahas pH tanah yang terbagi dua yaitu pH H_2O dan KCl, C-Organik, Basa-basa yang dapat di tukar: K, Na, Ca dan Mg, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kejenuhan Basa (KB). Sifat kimia dan fisika akan dibahas tiap *landform*.

pH tanah

Pada *landform* perbukitan karst P1 memiliki pH H_2O sebesar 6,741-6,726 secara deskriptif ini menyatakan agak masam sampai netral. Pada P2 memiliki pH H_2O 6,5-6,9 ini menunjukkan secara deskriptif pH tersebut netral. P3 memiliki pH H_2O 5,5-6,8 yang berarti pH tersebut netral. P4 memiliki pH H_2O sebesar 6,8-7,1 yang bersifat netral. pH pada perbukitan karst semakin ke bawah pH semakin meningkat. Ini disebabkan karena tanah mendekati batuan karbonat. Pada *landform* pelembahan karst memiliki pH H_2O rendah.

Tabel 2. Sifat kimia tanah tiap pedon

Pedon	Horison	pH		C-organik (%)	Basa-basa dapat ditukar (me 100 g ⁻¹)				KTK (me 100 g ⁻¹)	KB (%)	CaCO ₃ (%)
		H ₂ O	KCl		K	Na	Ca	Mg			
P1	A	6,7	6,2	2,31	0,28	1,22	30,11	1,51	47,78	69,32	0,71
	Bw1	6,6	6,0	3,26	0,11	1,15	22,12	2,14	47,78	51,64	0,52
	Bw2	6,7	6,1	4,03	0,10	1,11	24,45	1,08	54,79	61,64	0,55
P2	A	6,5	6,3	2,31	0,69	1,25	33,42	1,30	50,57	72,49	0,78
	Bw1	6,7	6,4	4,03	0,42	1,17	31,53	1,67	56,62	61,44	0,71
	Bw2	6,9	6,4	3,81	0,33	1,17	42,33	6,59	50,20	100	1,00
	Bk	6,9	6,4	3,85	0,33	1,17	42,33	6,59	50,20	100	25
P3	A	5,5	4,9	2,31	0,24	1,00	20,92	5,06	53,75	50,66	0,49
	Bw1	6,7	6,1	3,26	0,15	0,98	30,71	4,70	59,29	61,64	0,73
	Bw2	6,7	6,1	4,03	0,15	0,98	30,71	4,70	59,29	61,64	0,69
	Bw3	6,8	6,3	3,81	0,17	0,96	30,71	4,70	59,29	61,64	0,72
P4	Ap	6,8	6,3	5,04	0,60	1,14	33,70	6,74	74,22	56,82	0,66
	Bw1	6,9	6,2	2,38	0,39	1,09	37,47	2,34	47,51	86,93	0,80
	Bw2	6,9	6,2	1,81	0,39	1,09	37,47	2,34	47,51	86,93	0,79
	BC1	7,1	6,3	3,10	0,38	1,04	52,59	0,84	45,53	100	1,21
	BC2	7,1	6,3	23,68	0,38	1,04	52,59	0,84	45,53	100	0,97
	Cr	7,3	6,8	36,74	0,07	0,79	34,52	2,34	19,47	100	0,32
P5	Ap	6,7	6,3	17,99	0,70	1,05	30,85	3,32	52,85	67,95	0,47
	Bw1	6,7	6,3	12,19	0,70	1,05	30,85	3,32	52,85	67,95	0,41
	Bw2	6,9	6,4	14,06	0,42	0,95	33,54	2,50	46,23	80,91	0,26
	Bw3	6,5	6,0	12,59	0,35	0,93	21,58	0,69	48,64	48,39	0,15
	Bw4	6,2	5,7	13,79	0,33	0,87	14,78	1,44	42,45	41,02	0,10
	Bw5	6,5	5,8	6,91	0,26	0,76	22,22	1,60	50,48	49,19	0,30
P6	Ap	5,3	4,8	7,37	0,18	1,27	17,76	0,53	60,91	32,41	0,33
	AB	5,4	4,6	3,88	0,10	1,11	17,11	0,89	60,48	31,77	0,39
	Bw1	5,4	4,6	3,88	0,10	1,11	17,11	0,89	60,48	31,77	0,39
	Bw2	5,4	4,6	3,88	0,10	1,11	17,11	0,89	60,48	31,77	0,39
	Bw3	6,5	6,0	3,58	0,35	0,93	21,58	0,69	48,64	48,39	0,47
	Bw4	6,2	5,7	1,33	0,33	0,87	14,78	1,44	42,45	41,02	0,36

P5 memiliki pH H₂O 6,2-6,7 yang secara deskriptif berarti agak masam sampai netral. Horison Ap memiliki pH H₂O cenderung lebih tinggi dari horison di bawahnya yaitu 6,5. P6 memiliki pH yang berbeda dengan P5 karena pH H₂O berkisar antara 6,5-5,3 yang berarti masam sampai agak masam. Menurut Wiyono *et al.* (2006), penelitian rekasi tanah atau pH pada *landform* karst berkisar netral sampai agak alkalis. Menurut Mulyanto *et al.* (2011), nilai pH meningkat ke arah batu gamping sejalan dengan peningkatan konsentrasi CaCO₃.

C-organik

Pada *landform* perbukitan karst di tiap pedon memiliki C-organik yang beragam. P1 memiliki C-organik 0,91% sampai 1,80%. P2 memiliki C-organik 0,93 - 2,74%. P3 memiliki C-organik 1,21% sampai 1,71%. P4 memiliki C-organik berkisar antara 0,19 sampai 2,04%. C-organik horison dari bawah ke atas cenderung menurun. Penelitian Wiyono *et al.* (2006), menunjukkan penurunan C-organik di tiap horison pada bentukan lahan karst. C-organik pada *landform* pelembahan karst pada P5 berkisar antara 0-30%- 1,03%. P6 memiliki C-organik 0,58% - 2,61%. Perbedaan antara P5 dan P6. P5 terjadi penurunan C-organik di horison bawah. C-organik pada pedon enam terjadi peningkatan di horison bawah.

Kapasitas tukar kation

Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada *landform* perbukitan, sub *landform* punthuk karst pada perbukitan karst P1 mempunyai nilai 47,78 - 54,79 (me/100g). Sub *landform* punggung karst pada perbukitan karst di pedon dua memiliki nilai KTK 50-20- 56,62 (me/100g). Pada pedon tiga nilai memiliki KTK 53,75-59,29 (me/100g). Pedon empat memiliki nilai KTK 45,53-74,22 (me/100g). Kapasitas tukar kation (KTK) pada *landform* pelembahan karst, sub *landform* pelembahan karst pada dataran karst P5 memiliki nilai antara 42,45 - 52,85 (me/100g). Pada P6 sub *landform* pelembahan karst pada perbukitan karst memiliki nilai KTK 48,64 - 60,91 (me/100g).

Kejenuhan basa

Kejenuhan Basa (KB) pada P1 *landform* perbukitan karst, sub *landform* punthuk karst

pada perbukitan karst memiliki nilai 61,64 - 69,32%. P2 pada sub *landform* punggung karst pada perbukitan karst mempunyai nilai kejenuhan basa senilai 72,49 - 100%. P3 memiliki kejenuhan basa senilai 50,66 - 61,64%. Pedon tiga mempunyai nilai KB senilai 56,82 - 100%. Secara umum pada *landform* perbukitan karst memiliki nilai kejenuhan basa di atas 50%. Horison tanah semakin ke bawah nilai kejenuhan basa semakin meningkat. Kejenuhan basa (KB) pada P5 di sub *landform* pelembahan karst pada dataran karst memiliki nilai 49,19%-67,95%. Pada P6 sub *landform* pelembahan karst pada perbukitan karst memiliki nilai KB senilai 31,77- 48,39%. Pada P5 semakin ke bawah nilai KB menurun. Sedangkan pada P6 kejenuhan basa meningkat.

Pembahasan umum

Pengaruh perbedaan sub landform terhadap sifat morfologi, fisik dan kimia tanah

Kondisi sub *landform* karst memberikan pengaruh terhadap perbedaan karakteristik tanah karena faktor topografi yang beragam. Sub *landform* punthuk dan punggung karst perbukitan karst cenderung memiliki kedalaman tanah yang dangkal dari pada pelembahan, ini disebabkan karena adanya gerakan massa atau erosi pada topografi yang miring. Anshori (2015), menjelaskan pada tanah perbukitan memiliki tanah yang dangkal, ini terlihat pada pedon satu yang memiliki kedalaman 39 cm. Menurut Wiyono *et al.* (2006), pada pelembahan karst ke dalam solum cenderung lebih dalam dari pada perbukitan karst. Pada sub *landform* pelembahan karst tidak memiliki kontak sama sekali. Warna tanah di perbukitan karst juga cenderung coklat sampai kuning kemerahan, ini disebabkan karena pengaruh pelapukan bahan induk. Sedangkan pada pelembahan cenderung hitam sampai coklat.

Pada perbukitan karst cenderung terdapat banyak fragmen batuan dari pada pelembahan karst. Fragmen batuan baik kerikil, kerakal maupun batuan. Pada sub *landform* punthuk, punggung dan pelembahan karst cenderung memiliki tekstur lempung liat berdebu sampai liat berdebu, dengan struktur gumpal membulat konsistensi lembab gembur sampai teguh, konsistensi basah agak lekat sampai lekat dan

agak plastis sampai plastis. Morfologi (tekstur, struktur, konsistensi) tanah pada tiap sub *landform* hampir sama karena memiliki bahan induk serta formasi geologi yang sama yaitu batu gamping dan Formasi Wonosari (Tmwl). Pada sub *landform* punthuk dan punggung karst pada perbukitan karst memiliki kejenuhan basa (KB) di atas 50% ini disebabkan karena pengaruh batu gamping yang memiliki basa Ca^{2+} yang tinggi. Menurut Mulyanto dan Surono (2009), kation tertukar tanah yang merajai *landform* perbukitan karst adalah Ca^{2+} . Pada sub

landform pelembahan karst pada dataran dan perbukitan karst memiliki KB kurang dari 50% ini disebabkan, karena daerah sub *landform* pelembahan karst pada dataran karst dekat dekat alisan sungai yang memiliki endapan dari hulu sungai. Terdapat faktor lain yang mempengaruhi proses terbentuknya tanah di lokasi penelitian. Salah satu material penyusunnya adalah akibat bahan gunung purba yang meletus pada zaman itu, ini yang menyebabkan tanah-tanah di pelembahan karst memiliki KB rendah (Mulyanto *et al.* 2011).

Gambar 2. Penampang melintang dan klasifikasi tanah

Pengaruh perbedaan sub *landform* terhadap taksa

Perbedaan jenis tanah terlihat pada sub *landform*. Pada sub *landform* punthuk karst pada perbukitan karst memiliki taksa *Lithic Hapludolls*. Terdapat lithic pada punthuk di karenakan daerah perbukitan karst mudah

erosi. Menurut Guntarto (2003) menyebutkan bahwa kawasan karst dikenal sangat rentan terhadap perubahan fisik, yang dapat menyebabkan perubahan seluruh kawasan maupun komponen karst itu sendiri. Pada sub *landform* punggung karst pada perbukitan karst

memiliki 3 jenis taksa yang berbeda yaitu *Typic Calciudolls* (P2), *Typic Hapludolls* (P3) dan *Inceptic Haprendolls* (P4). pada sub *landform* punggung karst pada perbukitan karst cenderung memiliki fragmen batuan karbonat. Perbedaan fragmen batuan karbonat sangat jelas pada P2 dan P4. Fragmen batuan P2 memiliki karbonat sekunder sedangkan pada P4 memiliki fragmen batuan primer atau batuan yang belum melapuk seperti P2. Fragmen batuan ditemukan pada P3 tapi tidak sebanyak P2 dan P4. Sub *landform* pelembahan karst pada dataran karst memiliki jenis tanah *Eutic Humudepts*, sedangkan pada sub *landform* pelembahan karst pada perbukitan karst memiliki jenis tanah *Typic Humudepts*. *Eutic* cenderung memiliki kejenuhan basa (KB) lebih dari 60% sampai kedalaman 75 cm. Perbedaan tersebut di karenakan pada P5 dekat dengan aliran sungai sehingga material terbawa dan mengendap di permukaan *landform*. Pada pelembahan karst memiliki jenis tanah *Inceptisolls* ini disebabkan terjadinya pencucian.

Kesimpulan

Perbedaan morfologi pada tiap *landform* cenderung berbeda. Perbedaan paling kontras ialah pada fragmen batuan, dan ketebalan solum. Sub *Landform* Punthuk dan Punggung pada perbukitan karst terdapat fragmen batuan yang banyak terlihat pada P2 dan P4 pada perbukitan dan pelembahan tidak memiliki fragmen batuan di P5 dan P6, kedalaman solum pada perbukitan cenderung dangkal (> 50 cm) pada P1 dan P3 dan pelembahan karst cenderung dalam (< 50 cm) pada P5 dan P6. Taksa tanah pada P1 sub *landform* punthuk karst pada perbukitan karst *Lithic Hapludolls*, Halus, Campuran, Superaktif, *Isohipertermik*, P2 di punggung karst pada perbukitan karst *Typic Calciudolls*, Halus, Campuran, *Kalkareus*, Superaktif *Isohipertermik*. P3 *Typic Hapludolls*, Halus, Campuran, Superaktif, *Isohipertermik*. P4 di dataran karst pada pelembahan karst *Inceptic Haprendolls*, Skeletal-Berliat, Campuran, Superaktif, *Isohipertermik*. P5 pada pelembahan karst pada perbukitan karst *Eutric Humudepts*, Halus, Campuran, Superaktif, *Isohipertermik* dan P6 *Typic Humudepts*, Halus, Campuran, Superaktif, *Isohipertermik*.

Daftar Pustaka

- Anshori, A. 2015. Erosi Nol Untuk Keberlanjutan Bukit Karst di Gunungkidul. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) : 197-202.
- Guntarto. 2003. Arahkan geologi lingkungan untuk tata guna lahan kawasan karst Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta. Buletin Geologi Tata Lingkungan 101 – 109.
- Husein, S. dan Sriyono, 2007. Tinjauan Geomorfologi Pegunungan Selatan DIY/Jawa Tengah: Telaah Peran Faktor Endogenik dan Eksogenik dalam Proses Pembentukan Pegunungan. Prosiding Workshop: Potensi geologi Pegunungan Selatan dalam pengembangan wilayah, Hotel Inna Garuda, Yogyakarta.
- Marsoedi, Jumus, Suharta, Darul, Hardjowigeno. s, Holft dan Jordens. 1997. Pedoman Klasifikasi Landform/ Guideliens for Landform Clasification Second Land Resource Evaluation and Planning Project II (LREPP II). Centre For Soil and Agroclimate Research. Bogor. 31 Hal.
- Mulyanto, D. dan Surono, S. 2009. Pengaruh Topografi dan Kesarangan Batuan Karbonat terhadap Warna Tanah pada Jalur Baron-Wonosari Kabupaten Gunungkidul, DIY. *Forum Geografi* 23(2): 181-195.
- Mulyanto, D., Subroto P.S, dan Lukito, H., 2011. Genesis Pedon Tanah yang Berkembang di Atas Batuan Karbonat Wonosari Gunungkidul. *Forum Geografi*, 25 (2), 100-115.
- Raharjo, D.B. 2013. Klasifikasi dan Morfologi Tanah pada Landform Karst Desa Sitiarjo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan. Skripsi Universitas Brawijaya Malang. 56 Hal.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th edition. Natural Resources Conservation Service. USDA. 622 Hal.
- Summerfield, M.A., 1991. Global Geomorphology An Introduction to the Study of Landforms. New York, Longman Scientific & Technical and John Wiley & Sons, Inc. 537 Hal
- Torrent, J., Schwertmann, U., Fechter, H., and Alferez, F., 1983. Quantitative relationship between soil color and hematite content. *Soil Science* 136: 354-359.
- Wiyono, Siradz, S.A. and Hanudin, E. 2006. Aplikasi Soil Taxonomy pada Tanah-tanah yang Berkembang dari Bentuk Karst Gunung Kidul. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 6 (1):13-26.