

Karakteristik Tanah Andisol Pasca Konversi Lahan Hutan Menjadi Semak

Sastrika Anindita, Apong Sandrawati, Mahfud Arifin, Rina Devnita

Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor

Korespondensi: sastrika.anindita@unpad.ac.id

ABSTRACT

Land use conversion can affect characteristics of soil and also soil quality. The present study evaluate the impact of land use conversion from pine forest to bush in tropical volcanic soils in Indonesia. We compared two soil profiles from the same areas (uphill slope of Mt. Tangkuban Perahu) and analysed their morphological, physical, and chemical soil properties. Our study showed that there was a decrease in soil organic carbon stock about 3.7% (382 ton C ha⁻¹) after approximately 8-15 years of land conversion. Other physical and chemical soil properties, such as soil texture, bulk density, pH, exchangeable base and acidity, cation exchange capacity, and base saturation were relatively similar. This research provide insight into how change in vegetation cover can affect carbon and nutrient dynamics as well as become a baseline to understand soil recovery potential if the land is restored to forest or bush in volcanic soils.

Keywords: land use conversion, SOC stock, volcanic soil, forest, bush

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya populasi dunia menyebabkan tingginya konversi penggunaan lahan, khususnya dari lahan hutan ke penggunaan lahan lainnya, yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Perubahan penggunaan lahan tersebut dapat mempercepat proses degradasi tanah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan hutan menjadi padang penggembalaan, semak, atau bahkan lahan pertanian dapat berdampak positif atau negatif pada tanah (Guo & Gifford, 2002; La Manna *et al.*, 2018; Minasny *et al.*, 2011). Besarnya tingkat perubahan karakteristik tanah ini tergantung kepada beberapa faktor seperti bahan induk tanah, kondisi awal hara, iklim, dan lain-lain (Dörner *et al.*, 2010).

Andisol merupakan tanah yang berasal dari material gunung api dan memiliki karakteristik yang unik diantaranya adalah kemampuan tanahnya untuk mengakumulasi bahan organik, bobot isi tanah yang rendah, kapasitas retensi air yang tinggi, stabilitas agregat tanah yang tinggi (Nanzzyo, *et al.*, 1993; Sadao & Takahashi, 2002). Namun, tanah ini seringkali dikonversi ke bentuk penggunaan

lahan lainnya, seperti ditujukan untuk pariwisata karena lokasinya atau menjadi tanah pertanian karena kesuburannya. Perubahan penggunaan lahan ini tentunya dapat mempengaruhi karakteristik morfologi, biologi, fisika, dan kimia tanah (Guo & Gifford, 2002).

Karakteristik tanah Andisol dapat dengan cepat berubah pada daerah dengan iklim humid dan hangat. Selain itu, perubahan karakteristik tanah dapat juga terjadi lebih cepat dengan adanya aktivitas manusia. Aktivitas manusia dapat menurunkan suplai bahan organik tanah, meningkatkan kepadatan tanah, meningkatkan pencucian hara tanah, dan lain sebagainya. Proses tersebut tentunya akan menurunkan kualitas tanah.

Gunung Tangkuban Perahu yang berlokasi di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat memiliki jenis tanah Andisol (Devnita, 2010; Yatno & Zauyah, 2005). Penggunaan lahan di gunung ini didominasi oleh lahan hutan, diantaranya adalah hutan pinus. Pohon pinus sudah dibudidayakan sejak tahun 1962 dan di beberapa wilayah tersebut juga ditanami tanaman kopi di sela-sela pohon pinus. Pohon pinus di lereng Gunung Tangkuban Perahu umumnya berusia 30 -50 tahun. Pohon yang

sudah berusia lebih dari 50 tahun biasanya tumbang, lahan menjadi terbuka dan kemudian biasanya secara natural ditutup oleh semak (rumput-rumputan).

Di beberapa wilayah, penebangan pohon pinus sehingga menjadi lahan terbuka juga dilakukan untuk meng-akomodasi fasilitas lain seperti lapangan atau tempat camping mengingat banyaknya turis yang datang ke gunung ini. Perubahan vegetasi dari pinus menjadi semak dapat menyebabkan perubahan karakteristik tanah di daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis seberapa besar perubahan karakteristik tanah (morfologi, fisika, dan kimia) Andisol yang terjadi akibat adanya perubahan penggunaan lahan dari hutan pinus menjadi semak.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel Tanah

Lokasi penelitian terletak di lereng atas Gunung Tangkuban Perahu, Lembang, Jawa Barat. Daerah ini memiliki rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2.000 – 2.500 mm per tahun dan rata-rata temperature antara 19 - 20°C. Jenis tanah di daerah ini adalah Andisol (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP), 2017; Devnita, 2010) dengan bahan induk tuff pasir kecokelatan (erupsi C; (Van Bemmelen, 1949)).

Lereng Gunung Tangkuban Perahu didominasi oleh hutan pinus (*Pinus merkusii*) yang mana pohon pinus ini mulai ditanam sejak tahun 1962. Di sebagian wilayah, beberapa tanaman kopi juga ditanam di antara pohon pinus. Produksi kopi bersifat lokal dan untuk masyarakat sekitar. Namun, di beberapa wilayah di lereng Gn. Tangkuban Perahu, perubahan penggunaan lahan hutan pinus menjadi semak telah berlangsung. Semak didominasi oleh rumput-rumputan (*Imperata cylindrica*) dan beberapa pohon *Eucalyptus*.

Dampak perubahan penggunaan lahan hutan menjadi semak pada beberapa sifat

tanah, dianalisis melalui perbandingan 2 profil tanah. Lokasi kedua profil tanah pertama yang berada di lahan hutan pinus (06°47'21,5" S & 107°37'21,6" E) dan profil tanah kedua pada lahan semak (06°46'54" S & 107°37'31,2" E).

Pengambilan sampel tanah di semak diperkirakan dilakukan pada lahan yang sudah terkonversi sekitar 8-15 tahun yang lalu. Profil tanah dibuat dengan ukuran 2 x 1.5 m dan kedalaman 2 m. Pengamatan lingkungan dan karakteristik morfologi tanah dilakukan di lokasi sampling. Sampel tanah terganggu dan utuh diambil di setiap horizon tanah secara komposit dari tiga sisi profil tanah yang berbeda. Wawancara dengan pengelola hutan dan orang-orang lokal juga dilakukan untuk mendukung data analisis. Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif komparatif.

2.2 Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium, meliputi karbon organik (C-organik), basa dan asam dipertukar, kapasitas tukar kation (KTK), tekstur tanah, dan bobot isi dilakukan. C-organik dianalisis dengan menggunakan metode Walkley and Black dan diukur secara kolorimetri menggunakan spektrofotometer (Balittanah, 2005). Kolorimetri digunakan untuk menentukan perubahan warna yang terjadi akibat keberadaan ion Cr^{3+} dalam larutan (Schumacher, 2002).

Analisis KTK tanah dilakukan dengan menggunakan metode amonium acetate buffer pada pH 7. Namun karena sampel tanah berasal dari tanah vulkanik yang memiliki muatan variabel, perhitungan KTK dilakukan dengan menjumlahkan basa-basa (Ca, Mg, K, Na) dan asam (H, Al) yang dipertukar (efektif KTK). Kejenuhan basa (KB) dihitung berdasarkan jumlah basa-basa dipertukar dibagi dengan efektif KTK dan dikali dengan 100% (Van Reeuwijk, 2002). Tekstur tanah dianalisis dengan menggunakan metode pipet dan bobot isi tanah ditentukan dengan menghitung bobot kering tanah dibagi dengan volume ring sampel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Morfologi Tanah

Karakteristik morfologi tanah pada penggunaan lahan hutan pinus dan semak dapat dilihat pada Tabel 1. Kedua profil tanah, baik di lahan hutan pinus dan semak, memiliki lapisan *lithologic discontinue* yang ditandai dengan adanya lapisan 2AB. Lapisan *lithologic discontinue* merupakan salah satu karakteristik kunci dari tanah vulkanik karena deposit dari letusan gunung api pada umumnya berlangsung secara periodik.

Warna tanah di kedua profil didominasi oleh warna coklat atau coklat kekuningan di lapisan atas yang dicirikan dengan kroma (lembab) lebih dari 2. Sementara warna hitam kecokelatan atau hitam berada di lapisan tertimbun (2AB). Devnita (2010) menyatakan bahwa tanah di hutan pinus Lembang adalah fulvic Andisol. Kedua tanah ini memiliki perakaran yang dalam (hingga 2 m), dan pengaruh bioturbasi yang kemungkinan cukup tinggi, hal ini ditandai dengan banyaknya rongga dan lubang (*burrow*) hingga kedalaman 2 m.

Pada profil tanah semak, lapisan 3Bw juga terdeteksi. Kedua tanah ini memiliki tekstur tanah yang sama di hampir semua lapisannya, yaitu lempung berdebu. Bahan induk dan pelapukan merupakan faktor utama yang mengontrol tekstur tanah, dan proses tersebut berlangsung selama ratusan atau ribuan tahun sehingga perbedaan kelas tekstur tanah tidak akan terlihat pada jangka waktu pendek hingga menengah.

Meskipun kedua tanah ini memiliki drainase yang baik (dicirikan oleh tidak adanya genangan), namun kami mendeteksi *mottles* dan *nodules*. Hal ini dapat terjadi karena adanya pergerakan dan proses oksidasi-reduksi dari besi dan mangan di dekat pelapukan akar atau bahan organik. Ketika tanah kering, oksigen akan masuk diantara pori-pori tanah yang menyebabkan oksidasi dan terpresipitasi sebagai *mottles* besi (Fe^{2+}) dan mangan (Mn^{2+}), sementara *nodule* terbentuk seiring waktu berjalannya waktu proses oksidasi-reduksi dan presipitasi dari besi dan mangan.



Gambar 1 Profil tanah hutan pinus (a) dan semak (b)

Tabel 1 Karakteristik Morfologi Tanah di Lahan Hutan Pinus dan Semak

Hor.	Kedalaman (cm)	Deskripsi
Hutan pinus		
Ap1	0 - 16	Cokelat (10 YR 4/4); lempung berdebu; Konsistensi gembur/ <i>friable</i> (lembab); struktur granular; sangat sedikit modul besi (Fe) yang lumak, halus, dan membulat; banyak akar yang kasar, halus, dan sangat halus; terdapat rongga kasar; batas horizon yang halus dan jelas; (pH 5.3)
Ap2	16 - 29	Cokelat terang (10 YR 6/6); lempung berdebu; konsistensi agak padat/ <i>slightly firm</i> (lembab); struktur remah; banyak (<i>common</i>) akar halus; banyak (<i>common</i>) rongga sangat halus; batas horizon gelombang bergradasi/ <i>gradual wavy</i> ; (pH 5.2)
Ap3	29 - 38	Cokelat terang (10 YR 6/8); lempung berdebu; Konsistensi gembur/ <i>friable</i> (lembab); struktur remah; sedikit akar sangat halus dan halus; sedikit rongga berukuran sedang; batas horizon halus dan jelas; (pH 5.2)
AB	38 - 60	Cokelat kekuningan (10 YR 5/8); lempung berdebu; konsistensi agak padat (lembab); struktur granular lemah; sedikit perakaran halus dan sangat halus, liang terbuka yang membuat beberapa bagian memiliki konsistensi gembur (lembab); sedikit rongga halus; batas horizon halus bergradasi/ <i>gradual smooth</i> ; (pH 5.4)
BC	60 - 78	Cokelat (10 YR 4/6); lempung berdebu; konsistensi gembur (lembab); struktur granular lemah; sangat sedikit mottle berwarna hitam yang menonjol/ <i>prominent</i> (10 YR 2/1); sedikit akar halus dan sangat halus, sedikit rongga halus; batas horizon halus bergradasi/ <i>gradual smooth boundary</i> ; (pH 5.6)
2AB1	78 - 101	Hitam kecokelatan (10 YR 3/1); lempung berdebu; konsistensi gembur (lembab); struktur gumpal bersudut lemah; banyak <i>mottles</i> coklat terang yang menonjol (10 YR 6/8); sangat sedikit akar halus; sedikit rongga halus; batas bergelombang bergradasi/ <i>gradual wavy boundary</i> ; (pH 5,5).
2AB2	101 - 125	Black (10 YR 1.7/1); lempung berdebu; konsistensi agak padat (lembab); struktur gumpal bersudut lemah; sangat sedikit konkresi besi lunak bulat halus; sedikit akar halus dan sangat halus; rongga halus umum; batas bergelombang bergradasi/ <i>gradual wavy boundary</i> ; (pH 5.8)
2Bw1	125 – 170	Hitam kecokelatan (10 YR 2/3); lempung berdebu; konsistensi padat (lembab); struktur gumpal bersudut sedang; sangat sedikit akar yang sangat halus; rongga yang sangat halus; batas bergelombang bergradasi/ <i>gradual wavy boundary</i> ; (pH 6,0)
2Bw2	170 - 200	Cokelat (10 YR 4/6); lempung berpasir; konsistensi padat (lembab); struktur gumpal bersudut sedang; beberapa bercak <i>mottles</i> hitam samar (10 YR 2/1); rongga sangat halus yang umum; sangat sedikit akar yang sangat halus; (pH 5,7)
Semak		
Ap1	0 – 21	Cokelat (7.5 YR 4/3); lempung; konsistensi gembur (lembab); struktur granular kasar hingga sedang; sedikit akar kasar dan halus dan sangat halus; banyak rongga sedang; batas horizon jelas dan halus; (pH 5,4)
Ap2	21 – 30	Cokelat (10 YR 4/6); lempung berdebu; konsistensi gembur (lembab); struktur remah; banyak akar yang sangat halus dan tipis, sedikit liang semut; sedikit rongga sedang; batas horizon jelas dan halus; (pH 5,5)
BC	30 - 60	Cokelat kekuningan (10 YR 5/6); lempung berdebu; konsistensi agak padat (lembab); banyak bercak hitam (<i>mottles</i>) kecokelatan (7,5 YR 2/1) yang menonjol; struktur remah; sangat sedikit nodule besi lunak yang sangat halus dan membulat; banyak akar yang sangat halus dan tipis, sedikit liang semut; banyak rongga halus; batas horizon jelas dan halus; (pH 5,4)

Hor.	Kedalaman (cm)	Deskripsi
2AB ₁	60 - 71.5	Hitam kecokelatan (10 YR 2/3); lempung berdebu; konsistensi gembur (lembab); struktur granular lemah; sangat sedikit akar kasar dan akar halus biasa; sedikit liang semut; sedikit rongga halus; batas horizon jelas dan halus; (pH 5,5)
2AB ₂	71.5- 107	Hitam (10 YR 1.7/1); lempung berdebu; konsistensi gembur (lembab); sedikit <i>mottles</i> coklat kekuningan (10 YR 5/8); struktur granular lemah; sedikit module besi lunak berbentuk sedang; sangat sedikit akar kasar dan halus; sedikit rongga halus; batas horizon bergelombang bergradasi; (pH 5.1)
2AB ₃	107– 125	Hitam kecokelatan (10 YR 2/3); lempung berdebu; konsistensi agak padat (lembab); sangat sedikit nodule besi berbentuk bulat sedang; struktur granular; sangat sedikit akar kasar dan banyak akar sangat halus; sedikit rongga halus; batas horizon bergelombang bergradasi; (pH 5,5)
3Bw ₁	125 – 166	Cokelat tua (10 YR 3/3); lempung berpasir; konsistensi lebih padat (lembab) dibandingkan lapisan atas; sangat sedikit <i>mottles</i> kuning jingga yang jelas (10 YR 7/8); struktur gumpal bersudut lemah; sangat sedikit akar kasar dan sedikit akar halus; sedikit rongga halus; batas horizon bergelombang bergradasi; (pH 5,5)
3Bw ₂	166 – 200	Cokelat (10 YR 4/6); lempung berdebu; konsistensi padat (lembab); banyak <i>mottles</i> hitam menonjol (10 YR 1.7/1); struktur gumpal bersudut lemah; sedikit rongga halus; sangat sedikit akar halus; (pH 5.6)

3.2 Karakteristik Fisika Tanah

Berdasarkan proporsi pasir, debu, dan liat di kedua profil, tanah di kedua lahan tersebut didominasi oleh kelas tekstur lempung berdebu (Tabel 2). Analisis partikel tanah di lapisan Ap₁ di tanah semak menunjukkan proporsi fraksi liat yang lebih tinggi dibandingkan pada

tanah hutan (26 %) dengan kelas tekstur lempung. Hal tersebut dapat disebabkan karena tutupan vegetasi yang berkurang akibat konversi lahan hutan pinus menjadi semak sehingga kemungkinan lebih banyak agregat tanah yang terlepas akibat tumbukan air hujan dan meninggalkan partikel liat di lapisan permukaan.

Tabel 2 Karakteristik Fisika Tanah di Lahan Hutan Pinus dan Semak

Horizon	Kedalaman cm	Partikel Tanah			Kelas Tekstur	Bobot isi tanah g. cm ⁻³
		Pasir	Debu	Liat		
		-----	%	-----		
Hutan pinus						
Ap ₁	0-16	25	59	11	Lempung berdebu	0,70
Ap ₂	16-29	19	64	12	Lempung berdebu	1,13
Ap ₃	29-38	24	54	18	Lempung berdebu	1,15
AB	38-60	20	65	10	Lempung berdebu	0,91
BC	60-78	32	55	9	Lempung berdebu	0,87
2AB ₁	78-101	21	64	7	Lempung berdebu	0,88
2AB ₂	101-125	15	68	6	Lempung berdebu	0,80
2Bw ₁	125-170	16	66	12	Lempung berdebu	0,84
2Bw ₂	170-200	16	67	12	Lempung berdebu	1,05
Semak						
Ap ₁	0-21	27	38	26	Lempung	0,69
Ap ₂	21-30	26	56	11	Lempung berdebu	0,94
BC	30-60	23	57	13	Lempung berdebu	0,84
2AB ₁	60-71.5	26	61	7	Lempung berdebu	0,93
2AB ₂	71.5-107	22	59	10	Lempung berdebu	0,80
2AB ₃	107-125	14	68	10	Lempung berdebu	0,75
3Bw ₁	125-166	8	76	12	Lempung berdebu	0,69
3Bw ₂	166-200	17	69	11	Lempung berdebu	0,91

3.3 Karakteristik Kimia Tanah

Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara pH tanah di lahan hutan dan semak, yang mana tergolong agak masam (5-6) (Tabel 3). pH yang masam di kedua tanah tersebut sejalan dengan rendahnya kation-kation basa. Kehilangan kation-kation basa akibat pencucian dan proses-proses lain yang dapat menghasilkan muatan negatif dapat mengakibatkan penurunan pH tanah (Reuss & Johnson, 1986). Salah satu faktor penyebab pH tanah asam pada hutan pinus adalah serasah pinus yang mengandung senyawa organik asam, seperti asam humat, asam fulvat, dan polifenol, yang mana jika terlepas akan meningkatkan kemasaman tanah (Sanchez, 1985; Ariksson & Eriksson, 1988).

Kadar C-organik tanah di semak berkisar 2,9 – 8,8%, sementara di hutan pinus antara 3,8 – 10,7%. Jumlah ini tergolong tinggi dan sangat

tinggi. Jika data tersebut dikonversi kedalam stok C-organik tanah (*soil organic carbon stock* atau SOC stock). Nilai SOC stock diperoleh dari: C-organik x bobot isi tanah x 10 (kedalaman x konversi g/cm² ke ton/ha). Kadar SOC stock di tanah hutan pinus (jumlah SOC stock per horizon) hingga kedalaman 2 m adalah 10.417,5 ton C/ha. Sementara, SOC stock di tanah semak adalah 10.025,5 ton C/ha. Data ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan SOC stock sebesar 3,67% pasca konversi lahan dari hutan pinus ke semak setelah 8 – 15 tahun.

Hutan pinus dapat memiliki kedalaman perakaran hingga 2 m (Tabel 1) yang mana dapat meningkatkan suplai karbon ke lapisan tanah dalam, meskipun lahan ini sudah dikonversi ke semak (Jobbágy & Jackson, 2001). Penurunan SOC stock yang disebabkan perubahan lahan hutan menjadi semak akibat peningkatan suhu global juga diprediksi akan terjadi (Kodero *et al.*, 2024).

Tabel 3 Karakteristik Kimia Tanah di Lahan Hutan Pinus dan Semak

Hor	Kedala- man	pH	C-org	Kation basa				Keasaman dipertukar		KTK	KTK Efektif	KB*
				Ca	Mg	K	Na	Al	H			
Unit	cm		%	-----				cmol _c kg ⁻¹ -----				%
Hutan Pinus												
Ap ₁	0-16	5,3	5,80	0,33	0,11	0,12	0,08	0,39	0,05	18,09	1,08	4
Ap ₂	16-29	5,2	4,90	0,12	0,03	0,06	0,06	0,40	0,05	13,75	0,74	2
Ap ₃	29-38	5,2	3,90	0,16	0,04	0,07	0,06	0,44	0,05	11,69	0,83	3
AB	38-60	5,4	4,69	0,34	0,05	0,09	0,11	0,48	0,06	15,60	1,13	4
BC	60-78	5,6	4,21	0,25	0,03	0,07	0,06	0,38	0,05	19,54	0,85	2
2AB ₁	78-101	5,5	6,79	0,59	0,09	0,11	0,09	0,97	0,08	30,86	1,95	3
2AB ₂	101-125	5,8	10,72	0,21	0,05	0,07	0,07	1,21	0,35	42,78	1,96	1
2Bw ₁	125-170	6,0	6,41	7,47	0,10	0,10	0,11	0,38	0,09	27,81	8,26	28
2Bw ₂	170-200	5,7	3,78	0,45	0,06	0,09	0,07	0,00	0,12	31,56	0,79	2
Semak												
Ap ₁	0-21	5,4	8,35	0,29	0,11	0,16	0,08	1,48	0,55	22,58	2,67	3
Ap ₂	21-30	5,5	6,10	0,23	0,05	0,08	0,06	0,73	0,18	20,81	1,33	2
BC	30-60	5,4	6,24	0,16	0,04	0,09	0,07	0,00	0,29	23,18	0,65	2
2AB ₁	60-71,5	5,5	5,42	0,10	0,03	0,12	0,12	0,27	0,16	30,12	0,80	1
2AB ₂	71,5-107	5,1	8,80	0,13	0,03	0,09	0,06	0,48	0,25	36,16	0,14	1
2AB ₃	107-125	5,5	8,26	0,19	0,06	0,22	0,13	0,53	0,27	37,96	1,40	2
3Bw ₁	125-166	5,5	5,73	0,17	0,04	0,15	0,20	0,36	0,08	32,12	1,00	2
3Bw ₂	166-200	5,6	2,98	0,10	0,02	0,09	0,07	0,00	0,12	26,13	0,40	1

Tingginya C-organik tanah ditemukan di lapisan permukaan dan menurun seiring dengan kedalaman tanah, namun meningkat kembali pada lapisan tanah tertimbun. Lapisan permukaan (Ap_1) di tanah semak memiliki SOC stok yang lebih tinggi (1.209 ton C/ha) dibandingkan tanah hutan pinus (649 ton C/ha). Hal ini disebabkan perakaran semak, didominasi rumput, yang lebih padat dibandingkan tanah hutan pinus sehingga lebih banyak dekomposisi bahan organik di lapisan permukaan di tanah semak.

Lapisan tanah tertimbun cenderung memiliki C-organik yang lebih tinggi dibandingkan lapisan diatasnya. Hal ini dapat disebabkan oleh akumulasi bahan organik dari penggunaan lahan sebelumnya dan saat ini, serta pembentukan ikatan antara *short-range-order minerals* dan Al-humus (Matus *et al.*, 2014). Peran *short-range-order minerals* dalam mengakumulasi bahan organik tanah telah banyak didiskusikan di penelitian sebelumnya (Doetterl *et al.*, 2015; Eusterhues *et al.*, 2003; Poirier *et al.*, 2020).

Total kation-kation basa yang dapat dipertukarkan (hingga kedalaman 2 m) di tanah hutan pinus dan semak relatif sama untuk K dan Na, yaitu berkisar antara 0,8 – 1 $cmol_+/kg$, sementara untuk Ca terjadi penurunan. Total Ca-dipertukar pada tanah hutan adalah 9,7 $cmol_+/kg$ dan pada tanah semak adalah 1,4 $cmol_+/kg$. Kontribusi Ca-dipertukar terbesar pada tanah hutan ada di lapisan $2Bw_1$ (7,4). Hasil studi terdahulu menunjukkan bahwa distribusi K, Mg, Ca, dan Na yang dapat dipertukarkan dapat terkonsentrasi pada kedalaman tertentu sebagai akibat dari penyerapan unsur hara oleh tanaman (Jobbágy & Jackson, 2001).

Secara umum, konsentrasi Ca-dd lebih tinggi dibandingkan dengan kation-kation lainnya. Hal ini mungkin dapat disebabkan oleh pelapukan mineral bahan induk yang lebih banyak mengandung Ca. Rendahnya kandungan kation-kation basa dipertukan dapat

disebabkan oleh pencucian/*leaching*. Porder dan Chadwick (2009) menyatakan bahwa pengaruh distribusi hara dapat berkurang seiring bertambahnya usia tanah akibat proses pencucian, pada daerah dengan curah hujan yang tinggi (>1500 mm/tahun). Rendahnya kation-kation basa dipertukar sejalan dengan rendahnya KB dalam tanah hutan dan semak. Kapasitas tukar kation (KTK) tanah di kedua tanah berkisar antara 11,7 – 42,7 $cmol_+ kg^{-1}$ (Tabel 3). Namun, pengukuran KTK di tanah vulkanik dengan menggunakan metode amonium acetate cenderung bersifat *over-estimate* sehingga kami menampilkan KTK efektif. KTK efektif lebih mencerminkan kondisi alami tanah dimana melibatkan kation asam dalam perhitungan. Hasil analisis menunjukkan bahwa KTK efektif tanah berkisar antara 0,1 – 8,3 (Tabel 3). Rendahnya nilai KTK ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode BaCl (Anindita *et al.*, 2022). KTK efektif tanah yang rendah pada tanah vulkan dapat disebabkan karena mineral amorf yang terdapat pada tanah vulkan memiliki sifat *variable-charge* sehingga KTK sangat bergantung pada pH (Nanzzyo, Dahlgren, et al., 1993). Selain itu, kandungan aluminium dan besi oksida yang tinggi dapat membentuk ikatan yang stabil dengan bahan organik sehingga mengurangi kemampuan bahan organik dalam meningkatkan KTK.

4. KESIMPULAN

Perubahan penggunaan lahan dapat mempengaruhi karakteristik atau sifat-sifat tanah. Penelitian ini menunjukkan bahwa konversi lahan hutan ke semak setelah 8-15 tahun dapat menurunkan *soil organic carbon stock* sebesar 382 ton C ha^{-1} (3,7%). Penurunan SOC Stock yang relatif tidak besar ini dapat disebabkan diantaranya karena kemampuan tanah Andisol yang dapat mengakumulasi bahan organik tanah dan input bahan organik yang cukup tinggi (dari rumput-rumputan).

Sifat-sifat fisika dan kimia tanah lainnya seperti tekstur, bobot isi, kation-kation basa dan asam yang dipertukarkan, KTK efektif, pH dan kejenuhan basa, tidak berbeda secara signifikan. Meskipun penurunan bahan organik relatif kecil namun praktek-praktek konservasi, seperti pembuatan terasering pada lahan yang curam dan adanya vegetasi penyangga dapat diterapkan. Hal ini perlu dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari perubahan sifat tanah pada jangka panjang, terlebih dengan berlangsungnya peningkatan suhu global yang dapat mengubah sebaran/jenis vegetasi suatu lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindita, S., Sleutel, S., Vandenberghe, D., Grave, J. De, Vandenhende, V., & Finke, P. 2022. Land use impacts on weathering, soil properties, and carbon storage in wet Andosols, Indonesia. *Geoderma*, 423(May), 115963. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115963>
- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDL). 2017. Atlas Peta Tanah Semi Detail Skala 1:50.000 Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat (S. Ritung, K. Nugroho, & M. H. Suwanda (eds.)). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Balittanah. 2005. Petunjuk teknis: Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Devnita, R. 2010. Soils Developed on Volcanic Materials in West Java, Indonesia. *International Journal of Arts and Sciences*, 3(9): 180–192.
- Doetterl, S., Stevens, A., Six, J., Merckx, R., Van Oost, K., Casanova Pinto, M., Casanova-Katny, A., Muñoz, C., Boudin, M., Zagal Venegas, E., & Boeckx, P. 2015. Soil carbon storage controlled by interactions between geochemistry and climate. *Nature Geoscience*, 8(10):780–783. <https://doi.org/10.1038/ngeo2516>
- Dörner, J., Dec, D., Peng, X., & Horn, R. 2010. Effect of land use change on the dynamic behaviour of structural properties of an Andisol in southern Chile under saturated and unsaturated hydraulic conditions. *Geoderma*, 159(1–2):189–197. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.07.011>
- Eusterhues, K., Rumpel, C., Kleber, M., & Kögel-Knabner, I. 2003. Stabilisation of soil organic matter by interactions with minerals as revealed by mineral dissolution and oxidative degradation. *Organic Geochemistry*, 34(12):1591–1600. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2003.08.007>
- Getachew, F., Abdulkadir, A., Lemenih, M., & Fetene, A., 2012. Effects of different land uses on soil physical and chemical properties in Wondo Genet Area, Ethiopia. *New York Science Journal* 5(11): 110-118
- Guo, L. B., & Gifford, R. M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: A meta analysis. *Global Change Biology*, 8(4): 345–360. <https://doi.org/10.1046/j.1354-1013.2002.00486.x>
- Jobbágy, E. G., & Jackson, R. B. 2001. The distribution of soil nutrients with depth: Global patterns and the imprint of plants. *Biogeochemistry*, 53(1): 51–77. <https://doi.org/10.1023/A:1010760720215>
- Kodero, J. M., Felzer, B. S., & Shi, Y. 2024. Future transition from forests to shrublands and grasslands in the western United States is expected to reduce carbon storage. *Communications Earth and Environment*, 5(1):1–11. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01253-6>
- La Manna, L., Gaspar, L., Rostagno, C. M., Quijano, L., & Navas, A. 2018. Soil changes associated with land use in

- volcanic soils of Patagonia developed on dynamic landscapes. *Catena*, 166:229–239.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.03.025>
- Matus, F., Rumpel, C., Neculman, R., Panichini, M., & Mora, M. L. (2014). Soil carbon storage and stabilisation in andic soils: A review. *Catena*, 120: 102–110.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.04.008>
- Minasny, B., Sulaeman, Y., & Mcbratney, A. B. 2011. Is soil carbon disappearing? The dynamics of soil organic carbon in Java. *Global Change Biology*, 17(5):1917–1924.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02324.x>
- Nanzyo, M., Dahlgren, R., & Shoji, S. 1993. Chemical Characteristics of Volcanic Ash Soils. In S. Shoji, M. Nanzyo, & R. Dahlgren (Eds.), *Volcanic Ash Soils. Genesis, Properties and Utilization*, 21:145–187. Elsevier.
[https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70267-8](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70267-8)
- Nanzyo, M., Shoji, S., & Dahlgren, R. 1993. Physical Characteristics of Volcanic Ash Soils. In Sadao Shoji, M. Nanzyo, & R. Dahlgren (Eds.), *Volcanic Ash Soils. Genesis, Properties and Utilization* (1st ed.). 21:189–207. Elsevier.
[https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70268-X](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70268-X)
- Poirier, V., Basile-Doelsch, I., Balesdent, J., Borschneck, D., Whalen, J. K., & Angers, D. A. 2020. Organo-mineral interactions are more important for organic matter retention in subsoil than topsoil. *Soil Systems*, 4(1):4.
<https://doi.org/10.3390/soilssystem4010004>
- Porder, S. & Chadwick, O.A., 2009. Climate and soil-age constraints on nutrient uplift and retention by plants. *Ecology* 90 (3): 623-636
- Shoji, S. & Takahashi, T. 2002. Environmental and Agricultural Significance of Volcanic Ash Soils. *Global Journal of Environmental Research*, 6, 113–135.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to soil taxonomy. In *Soil Conservation Service* (12th ed., Vol. 12). USDA-Natural Resources Conservation Service.
- Van Bemmelen, R. 1949. *The Geology of Indonesia. Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. The Hague.
<https://doi.org/10.1144/gospp>
- Van Reeuwijk, L. 2002. Procedures for soil analysis. In *Technical paper* (4th ed.). International Soil Reference and Information Centre (ISRIC).
[https://doi.org/10.1016/0196-0709\(89\)90091-4](https://doi.org/10.1016/0196-0709(89)90091-4)
- Yatno, E., & Zauyah, S. 2005. Characteristics of Volcanic Ash Soils from Southern Part of Mt. Tangkuban Perahu, West Java. *Indonesian Soil and Climate Journal*, 23.
<https://doi.org/10.2017/jti.v0i23.284>