



PERUBAHAN STOK KARBON TANAH HUTAN YANG DIKONVERSI MENJADI LAHAN BUDIDAYA PERTANIAN DI SIOSAR KABUPATEN KARO

Change of Forest Soil Carbon Stock Converted to Agriculture Cultivate Land in Siosar Karo Regency

Risva Novriani Br Ginting¹, Khusrizal^{2*}, Yusra², Nasruddin²

¹Mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh

²Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh

*Corresponding author: khusrizal@unimal.ac.id

ABSTRAK

Stok karbon tanah (SKT) berhubungan dengan kualitas tanah dan perubahan iklim global. Konversi lahan hutan diperkirakan dapat mengubah sifat-sifat tanah dan jumlah SKT. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perubahan sifat-sifat tanah dan SKT pada lahan Garapan pertanian. Sebanyak enam belas contoh tanah (utuh dan terganggu) telah diambil dari setiap lapisan pada empat minipit. Setiap minipit terdiri dari empat lapisan, dimana setiap lapisan memiliki ketebalan 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekstur tanah semua tipe penggunaan lahan berlempung, bulk density (BD) dari rendah hingga sedang, nilai BD sedang dijumpai pada lahan hutan. Nilai pH tanah dari sangat masam hingga masam, nilai sangat masam ditemukan pada lahan hutan, sementara kapasitas tukar kation (KTK) bervariasi dari rendah sampai sangat tinggi, nilai KTK sangat tinggi terdapat pada lahan hutan. Jumlah kandungan C-organik dari rendah hingga sangat tinggi, kandungan C-organik sangat tinggi juga dijumpai pada lahan hutan. Stok karbon tanah yang ditemukan berkisar 73,84 hingga 130,17 MgC.ha⁻¹, jumlah SKT tertinggi terdapat pada lahan hutan. SKT lahan hutan telah berubah manakala dikonversi menjadi lahan pertanian.

Kata kunci: C-organik, budidaya, sifat-sifat tanah

ABSTRACT

Soil carbon stocks are closely linked to soil quality and global climate change. The conversion of forest land is expected to change the level of soil carbon stocks and soil properties. This study aimed to determine the level of soil carbon stock and changes in soil properties on arable land. Sixteen soil samples (disturbed and undisturbed soil) were taken from each layer of four minipits. Each minipit consists of four layers and each layer its thickness is 20 cm. The results showed that the soil texture of all land-use was loamy, bulk density (BD) level were low to moderate, moderate level of BD was found at forest land. The soil pH from very acid to acid, value of very acid found in forest land, while the cation exchange capacity (CEC) value were variation, from low to very high, and low value was in forest land. Base saturation value of the study area was low, and very low was found in the forest land. The number of organic-C content from very low to very high, the high level of carbon organic was found in the forest land. Soil carbon stock was found 73.84 to 130.17 MgC.ha⁻¹, the highest number was found in forest land. SCS of forest land was reduced when transferred to the agriculture land.

Keywords; carbon organic, cultivation, soil characteristics

PENDAHULUAN

Karbon organik tanah merupakan bagian dari siklus karbon global, dan hutan termasuk salah satu reservoir karbon organik tanah yang berkontribusi terhadap kualitas tanah serta pengurangan emisi CO₂ di atmosfer. Vegetasi hutan menyerap CO₂ di udara melalui proses fotosintesa dan mentransformasikannya menjadi bentuk karbon yang tersimpan dalam komponen tumbuhan dan tanah (Chu *et al.*, 2022). Biomassa hutan mengandung sekitar 80% dari karbon terrestrial di atas tanah dan sekitar 40% karbon di bawah tanah (Lubis *et al.*, 2013).

Karbon tersimpan dalam tanah atau stok karbon tanah (SKT) begitu dinamik dan besaran jumlahnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang diantaranya adalah perubahan vegetasi (Anokye *et al.*, 2021). Konversi vegetasi hutan ke dalam bentuk penggunaan lain telah mengubah karbon organik menjadi bentuk CO₂ yang dapat berevolusi ke udara (Adhikari *et al.*, 2019). Hutan yang berubah menjadi lahan-lahan budidaya pertanian mengakibatkan kehilangan karbon organik tanah sebesar 30% (Koga *et al.*, 2020), padahal hutan memiliki kadar stok karbon tanah lebih tinggi daripada tanah dengan vegetasi lainnya, termasuk tanah-tanah pertanian yang digarap secara intensif (Zuazo *et al.*, 2014).

Wiryono *et al.* (2021) melaporkan bahwa simpanan atau stok karbon tertinggi terdapat pada penggunaan lahan hutan dengan berbagai kedalaman 0-30 cm yaitu 157,08 Mg.ha⁻¹, diikuti lahan pertanian (113,32 Mg.ha⁻¹), perkebunan kelapa sawit (91,02 Mg.ha⁻¹), dan sistem agroforestry (78,81 Mg.ha⁻¹). Sedangkan kadar terendah ditemukan pada penggunaan semak belukar dan tanaman budidaya yang berkisar 106 ton/ha. Hasil kajian yang dilaporkan Gunamantha dan Suryaputra (2017) mencatat kadar stok karbon tanah pada lahan padi sawah dan hortikultura masing-masing adalah 28.1 dan 36.7 ton /ha. Kedua jumlah tersebut juga menunjukkan kadar SKT lahan padi sawah dan hortikultura lebih rendah

daripada kadar SKT hutan. Besaran perubahan atau jumlah SKT hutan yang dikonversi menjadi lahan-lahan budidaya pertanian dapat beragam dari suatu tempat ke tempat yang lain, hal ini disebabkan selain perubahan vegetasi, faktor iklim, topografi, fraksi tanah, kadar air tanah hingga pengolahan tanah juga dapat mempengaruhi dinamika karbon di dalam tanah (Canedoli *et al.*, 2020; Fu *et al.*, 2021).

Kawasan hutan Siosar di Kecamatan Tigapanah Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu hutan dengan luas 450 ha, dimana kawasan hutan ini sebagian besar telah dialihfungsikan sebagai lahan-lahan budidaya pertanian (Gultom, 2018). Perubahan penggunaan lahan tersebut diyakini dapat mengubah kadar SKT di wilayah ini. Penelitian yang menginformasikan kadar stok karbon di wilayah ini masih terbatas, kecuali kajian perihal karakteristik lahan kawasan relokasi pengungsi erupsi gunung Sinabung Kabupaten Karo sebagai dasar penggunaan lahan berbasis pengelolaan DAS (Rauf *et al.*, 2015), evaluasi karakteristik lahan pertanian di Siosar Kecamatan Merek Kabupaten Karo (Situmeang, 2017), evaluasi kesesuaian lahan kentang di kawasan relokasi Siosar Kabupaten Karo (Tarigan & Rauf, 2016), dan potensi aliran permukaan dan sedimentasi pada drainase alami permukiman pengungsi erupsi gunung Sinabung di Siosar Kabupaten Karo (Ginting *et al.*, 2022). Oleh sebab itu kajian perubahan SKT hutan yang dikonversikan menjadi lahan budidaya pertanian di Siosar Kabupaten Karo ini sangat perlu dilakukan.

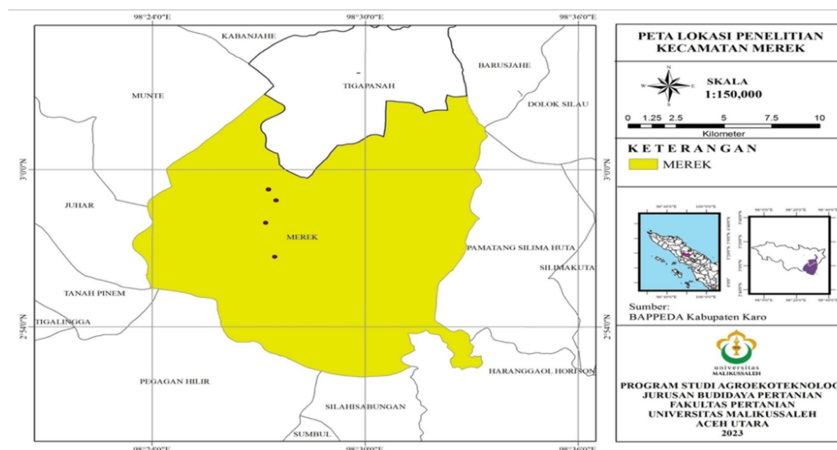
METODE PENELITIAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada lahan hutan dan lahan-lahan pertanian yang berasal dari alih fungsi hutan di Kawasan Siosar Puncak 2000 Kecamatan Merek Kabupaten Karo, yang berlangsung dari bulan Februari hingga Juni 2023. Secara geografis lokasi kajian ini terletak pada koordinat 02°54'00" – 03°00'00" LU dan

98°24'00" – 98°36'00" BT (Gambar 1). Tipe iklim di daerah penelitian tergolong kepada tipe iklim sangat basah karena memiliki nilai Q sebesar 26,6%, dan rerata curah hujan tahunan sebanyak 3286,137 mm/tahun. dengan suhu udara rata-rata minimum 17.92 °C dan suhu udara maksimum berkisar 22.12 °C serta rata-rata suhu yaitu 20,02 °C. Daerah kajian mempunyai

topografi bergelombang dengan kemiringan lereng 8-15% seluas 452,61 hektar (65,19%), sisanya berada pada topografi datar hingga landai seluas 236,01 hektar (33,99%), dan hanya sekitar 5,65 hektar saja yang berada pada topografi berbukit dengan kemiringan lereng 15-25%



Gambar 1. Peta daerah kajian

Jenis tanah di lokasi penelitian terdiri dari podsolik, podsol, andosol dan planosol, dan bertopografi bergelombang dengan kemiringan lereng 8-15% seluas 452,61 hektar (65,19%), sisanya berada pada topografi datar hingga landai seluas 236,01 hektar (33,99%), dan hanya sekitar 5,65 hektar saja yang berada pada topografi berbukit dengan kemiringan lereng 15-25%. Geologi di wilayah ini tersusun atas formasi kluet seperti batuan batusabak, filit, meta batu pasir, meta batu lumping, dan satuan singkut yaitu batuan andesit, desit, mikrodiorit, dan tufa.

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat di lapangan dan di laboratorium, alat di lapangan meliputi cangkul, skop, pisau, meteran, ring sampel, kantong plastik, kertas label, alat tulis-menulis, dan kamera. Alat yang digunakan di laboratorium adalah ayakan 2 dan 70 mesh, gelas arloji, lampu spiritus, botol kocok, silinder ukuran 100 ml, gelas piala 1000 ml, cawan aluminium, batang pengaduk, gelas ukur

100 ml, timbangan analitik dan oven. Bahan yang digunakan adalah bahan tanah berupa tanah utuh dan tanah tidak utuh. Bahan yang diperlukan di laboratorium meliputi amonium asetat pH 7,0, H₂SO₄ 0,1 N, H₃PO₇, FeSO₄, alkohol 96%, natrium hidroksida 40%, natrium pirofosfat (Na₄P₂O₇ 10% H₂O), K₂Cr₂O₇ 1 N indikator *conway*, kertas saring, asam borat, aquades.

Pengumpulan Data dan Parameter Sifat Tanah

Setiap sampel tanah utuh dan tanah terganggu diambil pada kedalaman 0-20, 20-40, 40-60 dan 60-80 cm pada tiap-tiap minipit. Untuk satu minipit mewakili satu tipe penggunaan lahan (Tabel 1), sehingga seluruhnya terdapat empat minipit. Minipit dibuat dengan berukuran panjanglebarx dalam (50 cmx50 cmx80 cm). Untuk tanah utuh diambil dengan menggunakan ring sampel, sementara tanah terganggu menggunakan cangkul dan skop.

Tanah terganggu yang diambil sebelum digunakan untuk analisis sifat tanah dengan terlebih dahulu dikering udarakan dan diayak dengan menggunakan ayakan 10 mesh, sedangkan sampel tanah untuk analisis C-organik diayak menggunakan ayakan 70 mesh.

Adapun parameter sifat tanah yang dianalisis meliputi tekstur tanah 3 fraksi (Pemipetan), bulk density (Ring Sampel), pH tanah (1:1) (Elektrometer), C-organik (Walkley

& Black), kapasitas tukar kation (NH_4OAc pH 7,0), kejenuhan basa (\sum basa tukar/KTKx100%). Untuk mendapatkan nilai stok karbon tanah dihitung menggunakan rumus : Stok Karbon Tanah (Mg C ha^{-1}) = C-organik (%) x BD (cm^3/g) x d (cm) (FAO, 2019), dimana BD (bulk density) dan d (ketebalan lapisan tanah).

Tabel 1. Lokasi dan jumlah sampel yang diambil

No	Penggunaan Tanah	Desa	Elevasi (mdpl)	Jumlah Sampel	
				Tanah Utuh	Tanah Tergangu
1	Hutan tanaman	Suka Meriah	2.164	4	4
2	Hortikult. kubis	Simacem	2.164	4	4
3	Pangan jagung	Simacem	2.164	4	4
4	Perkebunan jeruk	Simacem	2.164	4	4
Total				16	16

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Tanah

Tabel 2. Hasil analisis tekstur tanah daerah kajian

No	Penggunaan Tanah	Kedalaman Tanah	Fraksi Tanah (%)			Kelas Tekstur*)
			Pasir	Debu	Liat	
1	Hutan	0-20	68,15	25,47	6,37	Lempung berpasir
		20-40	21,00	68,82	9,83	Lempung berdebu
		40-60	53,70	13,22	33,07	Lempung liat berpasir
		60-80	41,74	29,12	29,12	Lempung liat berpasir
2	Hortikultura Kubis	0-20	33,38	35,26	31,35	Lempung berliat
		20-40	11,83	85,32	2,84	Lempung berdebu
		40-60	45,78	20,85	33,36	Lempung liat berpasir
		60-80	33,42	34,87	31,71	Lempung berliat
3	Pangan Jagung	0-20	39,25	23,14	37,04	Lempung berliat
		20-40	36,44	28,24	35,31	Lempung berliat
		40-60	53,20	3,59	35,99	Lempung berpasir
		60-80	34,76	43,29	21,64	Lempung
4	Perkebunan Jeruk	0-20	48,66	0,00	51,33	Liat berpasir
		20-40	16,61	76,97	6,41	Lempung berdebu
		40-60	58,33	25,00	16,66	Lempung berpasir
		60-80	13,93	66,51	19,56	Lempung berdebu

Hasil analisis tekstur tanah daerah penelitian yang diperlihatkan pada Tabel 2 berkisar dari kelas lempung berdebu hingga lempung liat berpasir. Kelas lempung liat berpasir lebih dominan ditemukan pada lahan hutan, sementara penggunaan lahan pertanian baik hortikultura kubis, pangan jagung maupun perkebunan jeruk tekstur tanahnya lebih didominasi kelas lempung berdebu. Adanya perbedaan kelas tekstur yang tidak terlalu kontras antara tanah hutan dan lahan budidaya pertanian, dikarenakan lahan-lahan budidaya pertanian pola penggunaan lahannya telah digunakan secara intensif termasuk pengolahan tanahnya, sehingga kondisi seperti ini dapat berkontribusi terhadap tekstur tanah.

Pada sisi yang lain pada lahan budidaya pertanian, lahannya lebih terbuka dibanding lahan hutan, sehingga memungkinkan bahan berupa fraksi kasar dapat terbawa oleh aliran permukaan yang menyebabkan komposisi fraksi pasir suatu lahan budidaya pertanian lebih rendah dari pada lahan hutan.

Meskipun agak bervariasi secara umum kelas tekstur di lokasi kajian tergolong berlempung. Keberadaan kelas tekstur tersebut terkait dengan bahan induk tanah dan adanya material pengaruh dari hasil erupsi gunung Sinabung yang berulang sejak tahun 2010.

Nilai Bulk Density

Hasil penetapan nilai bulk density (BD) daerah kajian berkisar 0,48 g/cm³ hingga 1,15 g/cm³, sementara nilai reratanya adalah 0,56-0,97 g/cm³ yang termasuk kepada kriteria rendah hingga sedang (Tabel 3). Nilai rata-rata BD tertinggi ditemukan pada lahan hutan, sedangkan yang terendah dijumpai pada lahan budidaya pertanian yaitu perkebunan jeruk. Meskipun nilai BD lahan hutan tersebut tertinggi namun masih < 1,0 g/cm³. Besaran nilai BD yang dijumpai mengindikasikan nilai BD yang umum dimiliki oleh tanah-tanah dari ordo Andisol, dimana tanah dari ordo ini cenderung memiliki kadar BO lebih tinggi dari beberapa ordo tanah mineral lainnya (Fiantis *et al.*, 2005; Hati *et al.*, 2021).

Tabel 3. Hasil analisis bulk density (BD) tanah daerah kajian

No	Penggunaan Tanah	kedalaman tanah (cm)	BD (g/cm ³)	Rataan (g/cm ³)	Kriteria*)
1	Hutan	0-20	0,80	0,97	sedang
		20-40	1,15		
		40-60	0,78		
		60-80	1,14		
2	Hortikultura kubis	0-20	1,00	0,91	sedang
		20-40	0,96		
		40-60	0,90		
		60-80	0,78		
3	Pangan jagung	0-20	0,53	0,71	rendah
		20-40	0,84		
		40-60	0,78		
		60-80	0,80		
4	Perkebunan Jeruk	0-20	0,60	0,56	rendah
		20-40	0,68		
		40-60	0,47		
		60-80	0,48		

Keterangan: *) Balai Penelitian Tanah Bogor, 2009

Rendahnya nilai BD tanah-tanah budidaya pertanian dibanding BD lahan hutan terkait erat dengan tekstur tanah dan pengolahan tanah. Tanah-tanah yang didominasi oleh tekstur lempung berdebu cenderung memiliki nilai BD lebih rendah daripada tanah dengan tekstur lempung berpasir. Begitu pula halnya jika tanah relatif sering diolah dengan alat pengolahan tanah yang sederhana seperti cangkul misalnya akan memungkinkan mempunyai nilai BD lebih rendah daripada tanah yang diolah menggunakan alat mekanik yang lebih besar, apalagi dilakukan dalam jangka waktu yang lama (Dudka *et al.*, 2022). Selain itu BOT juga dapat mengendalikan nilai BD tanah, pada tanah yang mempunyai BOT tinggi nilai BD tanah cenderung lebih rendah (Athira *et al.*, 2019). Oleh karena itu pula nilai BD juga merupakan salah satu komponen penentu besaran SKT.

Nilai pH, Kapasitas Tukar Kation danKejenuhan Basa

Hasil penetapan nilai pH, KTK dan KB daerah penelitian disajikan pada Tabel 4. Nilai

pH tanah berkisar 3,86 hingga 5,87, dimana nilai terendah ditemukan pada lapisan 0-20 cm pada lahan hutan, sementara nilai pH tertinggi dijumpai pada lapisan 20-40 cm lahan budidaya hortikultura kubis. Secara vertikal nilai pH terlihat relatif sama sesuai kedalaman tanah, kecuali pada penggunaan tanah hortikultura kubis yang meningkat dengan semakin dalam tanah. Apabila dilihat nilai rata-rata pH tanah yang dijumpai di lokasi penelitian nilai rata-rata paling rendah juga ditemukan pada lahan hutan, sedangkan nilai rata-rata tertinggi dijumpai pada lahan budidaya pangan jagung, diikuti lahan budidaya hortikultura kubis dan perkebunan jeruk. Rendahnya nilai pH tanah hutan berhubungan erat dengan jenis tanahnya, dimana lahan hutan yang menjadi titik sampel pengamatan memiliki jenis tanah podsolik (Yusdarifa, 2019). Podsolik dikenal sebagai tanah ultisols dalam sistem klasifikasi taksonomi tanah dan memiliki kisaran pH sangat masam hingga masam atau tanah bereaksi masam (Al-Baquy *et al.*, 2017).

Tabel 4. Nilai pH, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa daerah penelitian

Penggunaan Tanah	Kedalaman Tanah cm)	pH H ₂ O	Rerata	KTK (cmol/kg)	Rerata	KB (%)	Rerata
Hutan	0-20	3,86		14,66		5,16	
	20-40	4,53		9,12		4,35	
	40-60	4,88	4,42	9,29	9,6	4,59	4,58
	60-80	4,40		5,39		4,22	
Hortikultura Kubis	0-20	4,77		18,69		23,92	
	20-40	4,51		18,69		16,00	
	40-60	5,29	4,96	12,33	13,5	17,00	18,13
	60-80	5,28		9,37		15,60	
Pangan Jagung	0-20	5,87		26,36		42,11	
	20-40	5,69		11,83		27,48	
	40-60	5,14	5,33	9,44	17,4	11,45	22,49
	60-80	4,63		21,93		8,90	
Perkebunan Jeruk	0-20	4,85		36,63		18,96	
	20-40	4,63		12,08		8,25	
	40-60	4,95	4,79	20,78	22,3	3,69	8,56
	60-80	4,71		19,62		3,34	

Nilai KTK daerah penelitian berkisar 5,39 hingga 36.63 cmol/kg yang tergolong sangat rendah hingga tinggi (Tabel 4). Nilai sangat rendah dijumpai pada lapisan 60-80 cm lahan hutan, sedangkan yang tinggi ditemukan pada lapisan 0-20 cm lahan perkebunan jeruk. Nilai KTK menurun menurut kedalaman tanah pada semua tipe penggunaan lahan, hal ini dapat disebabkan oleh kandungan BOT, dimana tanah-tanah permukaan mempunyai kandungan BOT relatif lebih besar daripada lapisan di bawahnya. Kenyataan yang sama juga diungkap oleh Ramos *et al.* (2018), bahwa BOT merupakan salah satu tipe koloid tanah terbaik dan memiliki kemampuan KTK paling tinggi dibanding dengan koloid liat. Nilai rata-rata KTK tanah paling rendah yaitu 9,6 cmol/kg terdapat pada penggunaan lahan hutan, sementara nilai rata-rata tertinggi ditemukan pada lahan perkebunan jeruk sebesar 22,3 cmol/kg. Rendahnya nilai KTK pada lahan hutan juga berhubungan dengan jenis tanah, yang mana tanah lahan hutan yang menjadi titik pengambilan sampel tanah adalah mempunyai jenis tanah podsolik atau ultisols. Tanah-tanah podsolik diketahui memiliki KTK yang rendah, tanah ini disamping memiliki

kandungan BOT rendah juga jenis mineral liat pada tanah ini didominasi oleh mineral tipe 1:1 atau kaolinit bahkan juga memiliki mineral kelompok oksidasi-hidroksida yang memadai (Austin *et al.*, 2018). Kedua tipe mineral tersebut umumnya mempunyai KTK yang sangat rendah (Alemayehu & Teshome, 2021).

Pada daerah penelitian ini juga memperlihatkan besaran nilai KB yang sangat rendah, berkisar 3.34 hingga 42,11% (Tabel 2). Nilai paling rendah 3.34% didapat pada lapisan 60-80 cm pada penggunaan lahan perkebunan jeruk, sedangkan nilai sebesar 42,11% dijumpai pada 0-20 cm lahan budidaya pangan jagung. Nilai KB yang dijumpai menurun sesuai kedalaman tanah pada semua tipe penggunaan lahan. Nilai KB relatif bersesuaian dengan sebaran nilai pH tanah, dan pH merupakan salah satu faktor yang paling berhubungan dengan KB (Kabała & Łabaz, 2018), dan umumnya KB berkorelasi positif dengan pH tanah (Wang *et al.*, 2019). Alasan ini pula yang menyebabkan nilai KB lahan hutan lebih rendah daripada tipe penggunaan lahan lainnya, baik hortikultura kubis, pangan jagung maupun perkebunan jeruk.

Karbon Organik dan Stok Karbon Tanah

Tabel 5. Kandungan karbon organik dan stok karbon tanah daerah penelitian

Penggunaan Tanah	Kedalaman Tanah	C-org.	Rerata	SKT	Rerata
Hutan	0-20	5,38	3,2	86,08	130,17
	20-40	3,16		145,36	
	40-60	2,40		112,32	
	60-80	1,94		176,93	
Hortikultura Kubis	0-20	2,52	2,0	50,40	73,84
	20-40	3,79		145,54	
	40-60	0,72		38,88	
	60-80	0,97		60,53	
Pangan Jagung	0-20	5,24	3,2	76,74	76,35
	20-40	2,46		82,66	
	40-60	1,55		72,54	
	60-80	1,35		73,44	
Perkebunan Jeruk	0-20	3,87	3,8	46,44	99,76
	20-40	3,92		106,62	
	40-60	3,67		103,49	
	60-80	3,71		142,46	

Kandungan C-organik dan dan besaran SKT di daerah penelitian disajikan pada Tabel 5. Kandungan C-organik tanah berkisar 0,72-5,38%, dimana nilai paling rendah 0,72% ditemukan pada lapisan 40-60 cm pada lahan budidaya hortikultura kubis, sedangkan nilai tertinggi 5,38% didapat pada lapisan 0-20 cm pada penggunaan tanah hutan. Secara vertikal nilai C-organik tanah umumnya menurun sesuai kedalaman tanah. Fenomena ini dapat dipahami dimana kandungan BOT suatu tanah secara umum lebih tinggi di lapisan atas daripada lapisan bawah (Ellerbrock & Gerke, 2013). Nilai rata-rata kandungan C-organik tertinggi 3,8% dimiliki oleh lahan perkebunan jeruk, diikuti oleh lahan hutan dan lahan pangan jagung serta hortikultura kubis.

Aktivitas budidaya pada perkebunan jeruk yang memanfaatkan bahan organik lokal dan hasil dendaunan jeruk yang menempati permukaan tanah pada budidaya ini telah menjadi penyebab tingginya BO pada tanah ini, bentuk vegetasi jeruk dapat bersifat lebih baik melindungi tanah dari energi air berupa aliran permukaan maupun curah hujan, sehingga besaran C-organik tercuci dapat dieliminir. Alasan ini sejalan dengan pernyataan Hijbeek *et al.* (2018) dan Fulsen (2019) bahwa aktivitas pertanian yang memanfaatkan bahan organik cenderung meningkatkan BO dalam tanah, dan tanah-tanah dapat mempertahankan tingkat kesuburannya karena tanaman jeruk dapat memproteksi tanah dari daya rusak air.

Besaran kandungan SKT daerah kajian mulai dari 46,44 hingga 176,3 MgC.ha⁻¹, kandungan paling rendah 46,44 MgC.ha⁻¹ didapat ada lapisan 0-20 cm pada lahan perkebunan jeruk, dan tertinggi sebanyak 176,3 MgC.ha⁻¹, ditemukan pada lapisan 60-80 cm pada lahan hutan. Secara vertikal kandungan SKT pada lapisan permukaan lebih rendah dari lapisan dibawahnya, kecuali pada lahan budidaya pangan jagung. Fenomena ini berhubungan dengan nilai bulk density tanah, dimana nilai bulk density tanah juga cenderung meningkat menurut kedalaman

tanah. Bulk density merupakan salah satu penentu besaran SKT, selain kandungan C-organik (FAO, 2019). Apabila dilihat kandungan rata-rata SKT dari setiap tipe penggunaan lahan, maka diketahui nilai SKT tertinggi ditemukan pada lahan hutan sebesar 130,17 MgC.ha⁻¹ dan paling rendah dijumpai pada lahan budidaya kubis yaitu 73,84 MgC.ha⁻¹. Kondisi ini dapat dimengerti karena lahan hutan masih memiliki kandungan C-organik yang lebih tinggi melalui serasah vegetasi yang ada daripada tanah-tanah yang telah dikonversi menjadi area budidaya pertanian. Konversi lahan hutan memang telah mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah karbon organik tanah, pernyataan yang sama juga dikemukakan oleh Koga *et al.* (2020) dan Wiryono *et al.* (2021).

KESIMPULAN

Karakter tanah semua tipe penggunaan lahan yaitu tekstur tanah secara umum memiliki tekstur berlempung, sementara nilai BD berkisar rendah hingga sedang, nilai BD sedang dijumpai pada lahan hutan. Nilai pH tanah dari sangat masam hingga masam, nilai sangat masam ditemukan pada lahan hutan. Begitupun dengan nilai KTK tanah yang dapat dinyatakan bervariasi dari sangat rendah sampai tinggi, nilai KTK tinggi dimiliki oleh lahan hutan, sementara nilai KB semua penggunaan lahan terkategori rendah, dan nilai KB paling rendah terdapat pada lahan hutan.

Besaran kandungan C-organik tanah dari sangat rendah hingga sangat tinggi, yang tertinggi dijumpai pada lahan hutan. Besaran kandungan rata-rata SKT 73,84-130,17 MgC.ha⁻¹, kandungan tertinggi sebesar 130,17 MgC.ha⁻¹ dimiliki oleh lahan hutan. Hal ini mengindikasikan bahwa alih fungsi hutan menjadi lahan budidaya pertanian telah menyebabkan kehilangan atau berkurangnya karbon organik tanah tersimpan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, K., Owens, P.R., Libohova, Z., Miller, D.M., Wills, S.A., & Nemecek, J. 2019. Assessing soil organic carbon stock of Wisconsin, USA and its fate under future land use and climate change. *Science of the Total Environment*, 667, 833-845.
- Al-Baquy, M., Li, J.-Y., Xu, C.-Y., Mehmood, K., & Xu, R.-K. 2017. Determination of critical pH and Al concentration of acidic Ultisols for wheat and canola crops. *Solid Earth*, 8(1), 149-159.
- Alemayehu, B., & Teshome, H. 2021. Soil colloids, types and their properties: A review. *Open Journal of Bioinformatics and Biostatistics*, 5(1), 008-013.
- Anokye, J., Logah, V., & Opoku, A. 2021. Soil carbon stock and emission: estimates from three land-use systems in Ghana. *Ecological Processes*, 10(11), 1-13.
- Athira, M., Jagadeeswaran, R., & Kumaraperumal, R. 2019. Influence of soil organic matter on bulk density in Coimbatore soils. *Int. J. Chem. Stud*, 7(3), 3520-3523.
- Austin, J.C., Perry, A., Richter, D.D., & Schroeder, P.A. 2018. Modifications of 2: 1 clay minerals in a kaolinite-dominated Ultisol under changing land-use regimes. *Clays and Clay Minerals*, 66(1), 61-73.
- Canedoli, C., Ferrè, C., El Khair, D.A., Padoa-Schioppa, E., & Comolli, R. 2020. Soil organic carbon stock in different urban land uses: high stock evidence in urban parks. *Urban Ecosystems*, 23(1), 159-171.
- Chu, Z., Guan, Y., Ma, J., & Yuan, Y. 2022. The ways to improve the ecological benefits of carbon sequestration of garden green space. *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences. pp. 01027.
- Dudka, O., Tanchyk, S., & Pavlov, O. 2022. Bulk density of soil depending on the farming systems and soil tillage for growing spring wheat in the right bank Forest-Steppe of Ukraine. *Technium*, 4(1), 31-37.
- Ellerbrock, R., & Gerke, H. 2013. Characterization of soil organic matter composition in of top and sub soil samples from colluvial and eroded sites. *EGU General Assembly Conference Abstracts*. pp. EGU2013-10099.
- FAO. 2019. *Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: Guidelines for assessment (Version 1)*. Food and Agriculture Organization Of The United Nations, Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. Rome, FAO. 170 pp Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Fiantis, D., Hakim, N., & Van Ranst, E. 2005. Properties and utilisation of andisols in Indonesia. *JIFS*, 2, 29-37.
- Fu, C., Li, Y., Zeng, L., Zhang, H., Tu, C., Zhou, Q., Xiong, K., Wu, J., Duarte, C.M., & Christie, P. 2021. Stocks and losses of soil organic carbon from Chinese vegetated coastal habitats. *Global change biology*, 27(1), 202-214.
- Fulsen, Ö. 2019. Evaluation of soil fertility in citrus planted areas by geostatistics analysis method. *Eurasian Journal of Soil Science*, 8(4), 351-363.
- Ginting, N.A., Rauf, R., & Delvian, D. 2022. Potensi aliran permukaan dan sedimentasi pada drainase alami permukiman pengungsi erupsi gunung Sinabung di Siosar, Kabupaten Karo. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2823 - 2832.
- Gultom, T.R.P. 2018. Analisis perubahan tutupan lahan hutan menggunakan citra satelit landsat dan sistem informasi geografi (SIG) di Kabupaten Karo Sumatera Utara tahun 2006-2017, Universitas Negeri Medan.
- Gunamantha, I.M., & Suryaputra, I.G.N.A. 2017. Estimasi stok karbon organik tanah di bawah berbagai penggunaan lahan pertanian di Kabupaten Buleleng Provinsi Bali. *Prosiding Seminar Nasional*



- Penguatan Pengajaran dan Penelitian Perubahan Iklim: Bridging Gap Implementasi Kebijakan Mitigasi dan Adaptasi di Tingkat Nasional Dan Subnasional*, Yogyakarta. Fakultas Kehutanan UGM, .
- Hati, D., Gani, R., & Mulyani, A. 2021. Differences in andisols properties as affected by horticulture land use and pine forest in Lembang Sub District, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. pp. 012009.
- Hijbeek, R., Pronk, A., Van Ittersum, M., ten Berge, H., Bijtbeier, J., & Verhagen, A. 2018. What drives farmers to increase soil organic matter? Insights from the Netherlands. *Soil Use and Management*, 34(1), 85-100.
- Kabala, C., & Łabaz, B. 2018. Relationships between soil pH and base saturation—conclusions for polish and international soil classifications. *Soil Science Annual*, 69(4).
- Koga, N., Shimoda, S., Shirato, Y., Kusaba, T., Shima, T., Niimi, H., Yamane, T., Wakabayashi, K., Niwa, K., & Kohyama, K. 2020. Assessing changes in soil carbon stocks after land use conversion from forest land to agricultural land in Japan. *Geoderma*, 377, 114487.
- Lubis, S.H., Arifin, H.S., & Samsudin, I. 2013. Analisis cadangan karbon pohon pada lanskap hutan kota di DKI Jakarta. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 10(1), 1-20.
- Ramos, F.T., Does, E.F.d.C., Weber, O.L.d.S., Beber, D.C., Campelo Jr, J.H., & Maia, J.C.d.S. 2018. Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(9), 3595-3602.
- Rauf, A., Rahmawaty, & Wijoyo, H. 2015. Kajian karakteristik lahan kawasan relokasi pengungsi erupsi gunung Sinabung Kabupaten Karo sebagai dasar penggunaan lahan berbasis pengelolaan das. *Jurnal Pertanian Tropika*, 2(1), 41-53.
- Situmeang, J.P. 2017. Evaluasi karakteristik lahan pertanian di Siosar Kecamatan Merek Kabupaten Karo Universitas Negeri Medan
- Tarigan, A., & Rauf, A. 2016. Evaluasi kesesuaian lahan kentang di kawasan relokasi siosar kabupaten karo. *Jurnal Pertanian Tropik*, 3(2), 124-131.
- Wang, A., Ju, B., & Li, D. 2019. Predicting base saturation percentage by pH—a case study of red soil series in South China. *Agricultural Sciences*, 10(04), 508-517.
- Wiryono, Muktamar, Z., Desilina, Nurliana, S., Aningtias, H., & Anugrah, P.M. 2021. Soil organic carbon in forest and other land use types at Bengkulu City, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 27(3), 184-192.
- Zuazo, V.H.D., Pleguezuelo, C.R.R., Tavira, S.C., & Martínez, J.S.F. 2014. Linking soil organic carbon stocks to land-use types in a mediterranean agroforestry landscape. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(3), 667-679.