

ANALISIS KETERKAITAN SIFAT TANAH DENGAN KANDUNGAN KARBON TANAH PADA HUTAN SEKUNDER, KELAPA SAWIT, AGROFORESTRI DAN SAWAH DI KABUPATEN LUWU TIMUR

Analysis of the Relationship of Soil Properties with Soil Carbon Content in Secondary Forests, Palm Palm, Agroforestry and Rice Fields in East Luwu Regency

¹Sakti Swarno Karuru, ²Hadija, ¹Ernytha A. Galla

¹Program Studi Pengelolaan Perkebunan Kopi, Fakultas Pertanian Universitas Kristen Indonesia Toraja

²Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Kehutanan Universitas Muslim Maros

*Email : Sakti@ukitoraja.ac.id

ABSTRACT

This research aims to describe the relationship between soil properties and soil carbon content in secondary forests, oil palm, agroforestry and rice fields. Determination of soil sampling points is carried out at each land cover unit with fairly uniform vegetation conditions that represent the land cover. Soil samples were taken at 3 depth levels, namely 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm. There are two types of soil sampling carried out; disturbed land and intact land. The results of the research show that the ability of each land cover to have soil carbon value with the relationship between soil properties has different results. The highest soil carbon values in various land covers in East Luwu Regency are rice fields at 70.50 tons/ha, oil palm 59.38 tons/ha, agroforestry 58.13 tons/ha and secondary forest 54.60 tons/ha. The results of the C-organic correlation test were found to be a very influential parameter on paddy field cover, where the correlation value of C-Organic to soil carbon stocks was 0.998, showing significant correlation results at the 00.5 level with a very strong relationship.

Keywords: Soil Carbon, Secondary Forest, Oil Palm, Rice Fields Carbon

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan hubungan sifat tanah dengan kandungan karbon tanah pada hutan sekunder, kelapa sawit, agroforestri, dan sawah. Penentuan titik pengambilan sampel tanah dilakukan pada setiap satuan tutupan lahan dengan kondisi vegetasi yang cukup seragam yang mewakili tutupan lahan. Contoh tanah diambil pada 3 tingkat kedalaman yaitu 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm. Ada dua jenis pengambilan sampel tanah yang dilakukan; lahan terganggu dan lahan utuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan setiap tutupan lahan mempunyai nilai karbon tanah dengan hubungan antar sifat tanah mempunyai hasil yang berbeda-beda. Nilai karbon tanah tertinggi pada berbagai tutupan lahan di Kabupaten Luwu Timur adalah sawah sebesar 70,50 ton/ha, kelapa sawit 59,38 ton/ha, agroforestri 58,13 ton/ha dan hutan sekunder 54,60 ton/ha. Hasil uji korelasi C-Organik diketahui merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap tutupan lahan sawah, dimana nilai korelasi C-Organik terhadap cadangan karbon tanah sebesar 0,998 menunjukkan hasil korelasi yang signifikan pada taraf 00,5 dengan hubungan yang sangat kuat.

Keywords: Karbon Tanah, Hutan Sekunder, Kelapa Sawit, Karbon Sawah

PENDAHULUAN

Karbon merupakan komponen penting penyusun biomassa makhluk hidup seperti tanaman. Sekuestrasi karbon diartikan sebagai pengambilan CO₂ secara (semi) permanen oleh tumbuhan melalui fotosintesis dari atmosfer kedalam komponen organik, disebut fiksasi karbon (Hairiah et al., 2001). Potensi sekuestrasi karbon pada ekosistem dataran tergantung pada macam dan kondisi ekosistem yaitu komposisi jenis, struktur dan sebaran umur (untuk hutan), kondisi tempat tumbuh, iklim, tanah, gangguan alami, dan tindakan pengelolaan (Hairiah et al., 2001).

Daur karbon terdiri dari dua komponen utama yaitu biomasa di atas tanah dan bahan organik di dalam tanah. Di dalam suatu ekosistem yang tidak terganggu, jumlah dan proporsi kedua komponen relatif konstan, dan bahan organik yang dihasilkan oleh vegetasi berangsur-angsur dikembalikan kedalam tanah. Kejadian alami seperti kebakaran, pohon tumbang dan tanah longsor menyebabkan perubahan lokal, tetapi penebangan hutan atau tanaman tahunan menyebabkan perubahan yang cukup besar (Chen et al., 1999).

Hutan alami merupakan penyimpan karbon (C) tertinggi bila dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan pertanian. Bila hutan diubah fungsinya menjadi lahan-lahan pertanian atau perkebunan maka jumlah C tersimpan akan merosot. Jumlah C tersimpan antar lahan tersebut berbeda-beda, tergantung pada keragaman dan kepadatan tumbuhan yang ada, jenis tanahnya serta cara pengelolaannya (Hairiah dan Rahayu, 2007). Pada skala global C tersimpan dalam tanah jauh lebih besar dari pada yang tersimpan di vegetasi (Kuswinanti, T., Jayadi, M., & Larekeng, S. T. (2023). Tanah merupakan penyimpan C terbesar pada semua regional ekosistem (bioma),

sedang vegetasi penyimpan C terbesar adalah pada bioma hutan. (Ratag, 2017). Indonesia memiliki berbagai macam penggunaan lahan, mulai dari yang paling ekstensif misalnya agroforestri kompleks yang menyerupai hutan, hingga yang paling intensif sebagai sistem pertanian monokultur. Keragaman jenis tanaman pada berbagai penggunaan lahan atau tutupan lahan di kabupaten Luwu Timur tentunya memiliki kemampuan menyerap dan cadangan karbon yang bervariasi karena jenis tanaman yang berbeda dan perbedaan kegiatan dalam pengelolaan lahan oleh masyarakat sekitar menimbulkan keragaman, kepadatan tanaman dan pengelolaan lahan yang berbeda. Sehingga mengindikasikan perbedaan nilai cadangan karbon di setiap penggunaan lahan.

Jumlah cadangan karbon antar lahan bervariasi tergantung pada keragaman, kepadatan tanaman, jenis tanah dan manajemennya. Hasil penelitian mengenai analisis keterkaitan sifat tanah dengan kandungan karbon tanah pada hutan sekunder, kelapa sawit, agroforestri dan sawah di kabupaten luwu timur dapat menjadi acuan dalam pengelolaan dan pemanfaatan lahan dengan bijak.

Sehingga penelitian ini bertujuan sebagaimana keterkaitan sifat tanah dengan kandungan karbon tanah pada hutan sekunder, kelapa sawit, agroforestri dan sawah. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan pertimbangan dalam memanfaatkan dan mengelola tutupan lahan. Selain itu dapat menambah pemahaman potensi pengetahuan tentang keterkaitan sifat tanah dengan kandungan karbon tanah. Sebagai bahan penilaian dan dasar perhitungan bagi masyarakat dan pemerintah daerah dalam penjualan karbon di masa depan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023 di Luwu Timur, Sulawesi Selatan. kandungan karbon tanah pada hutan sekunder, kelapa sawit, agroforestri dan sawah. Setelah mengumpulkan sampel, analisis sampel tanah dilakukan di laboratorium kimia dan kesuburan tanah departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah GPS (Geographical Positioning System), amplop sampel, kotak besi dengan volume 4000 cm³, sekop, kantong sampel dan karet gelang, timbangan analitik 0.01 g, oven, dan pH meter digital.

Data primer adalah data yang diambil secara langsung dari lapangan menggunakan metode *destructive sampling* kemudian sampel tanah dianalisis di laboratorium. Pengumpulan data sekunder yaitu, data yang berkaitan dengan kondisi umum lokasi, curah hujan, jenis tutupan lahan, luas tutupan lahan, laporan dan publikasi ilmiah dari berbagai instansi pemerintah.

Pengumpulan Data

Penentuan titik pengambilan sampel tanah, dilakukan pada setiap unit tutupan lahan dengan kondisi vegetasi yang cukup seragam yang mewakili tutupan lahan tersebut. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 3 tingkat kedalaman yakni 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Sampel tanah yang diambil terdiri dari sampel tanah terganggu dan sampel tanah utuh, untuk analisis tekstur, berat isi tanah, pH KCl, pH H₂O dan C-organik.

Analisis Data

Penaksiran Cadangan Karbon Tanah

Cadangan karbon permukaan bawah tanah dihitung berdasarkan data kerapatan isi dan kadar C-organik dari setiap lapisan tanah. Berat tanah di setiap lapisan per satuan luas dihitung dengan rumus:

$$Mt-n = Vt-n \times BI-n$$

Mt-n = Masa tanah pada lapisan tanah

Vt-n = Volume tanah pada lapisan n

BI-n = Berat isi tanah pada lapisan

$$MCn = Mtn \times MCn$$

MCn = Masa karbon (ton) pada lapisan setebal n,

Mtn = Masa tanah kering (ton) pada lapisan setebal n

MCn = Masa karbon (ton/ton) pada lapisan setebal n, dalam satuan luas perhektar

Analisis Keterkaitan Sifat Tanah dengan Cadangan Karbon Tanah

Sifat tanah yang diukur pengaruhnya terhadap cadangan karbon terdiri dari kemasaman tanah (pH) dalam air (H₂O) dan KCl, kerapatan isi, kadar C-organik, dan tekstur tanah yang diwakili oleh kadar liat. Hasil estimasi cadangan karbon tanah dan sifat tanah, diuji dengan uji korelasi Pearson menggunakan SPSS 23. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh nantinya, menginformasikan tingkat keeratan hubungan antar variabel yang diteliti. Selain itu, nilai positif dan negatif pada koefisien korelasi menunjukkan Gambaran arah hubungan variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cadangan Karbon Tanah pada Hutan Sekunder, Kelapa Sawit, Agroforestri dan Sawah

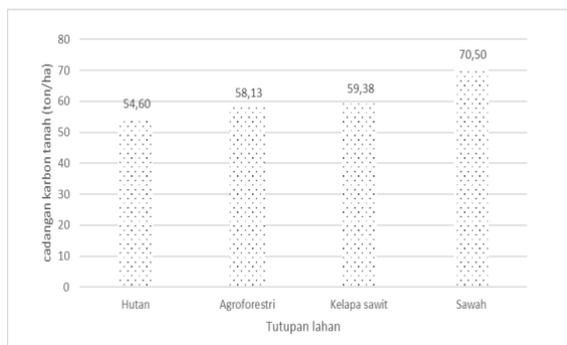
Nilai total cadangan karbon tanah dari hasil penelitian ini di sajikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Total Cadangan Karbon Tanah pada Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Tanah
Hutan Sekunder	54,60
Agroforestri	58,13
Kelapa Sawit	59,38
Sawah	70,50

Tabel (1) menunjukkan bahwa jumlah karbon tersimpan pada tanah dari berbagai

tutupan lahan ini yang memiliki kandungan karbon tertinggi berturut adalah sawah sebesar 70,50 ton/ha, kelapa sawit 59,38 ton/ha, agroforestri 58,13 ton/ha dan hutan sekunder 54,60 ton/ha. Tingginya jumlah karbon tersimpan pada tutupan lahan sawah ini disebabkan adanya penambahan atau pemberian pupuk oleh petani dan jerami yang diaplikasikan menjadi kompos akan lebih mudah terdekomposisi sehingga memiliki kandungan bahan organik, rendahnya rata-rata jumlah karbon pada tutupan lahan lainnya disebabkan oleh rendahnya pengembalian bahan organik pada tutupan lahan ini.



Gambar 1. Grafik total cadangan karbon

pada tutupan lahan hutan sekunder, kelapa sawit, agroforestri dan sawah Tabel 1 dan Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa tutupan lahan atau jenis tanaman yang berbeda dapat mempengaruhi cadangan karbon tanah. Kelompok The Alternatives to Slash and Burn (ASB) menyatakan bahwa di daerah tropika tidak hanya karbon di atas permukaan tanah yang potensial tetapi juga di dalam tanah. (Canadell, 2002), mengatakan bahwa untuk memperoleh potensial penyerapan karbon yang maksimum perlu ditekankan pada kegiatan peningkatan biomasa di atas permukaan tanah bukan karbon yang ada dalam tanah, karena jumlah bahan organik tanah yang relatif kecil dan masa keberadaannya singkat. Hal ini tidak berlaku pada tanah gambut (van Noordwijk et al., 1997).

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, diperoleh data bahwa nilai total cadangan karbon tanah hasil penelitian ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Maulana, 2010) di Distrik Yaspi Jayapura kandungan karbon pada hutan perbukitan sedang untuk karbon tanah sebesar 60,87 ton/ha, akan tetapi pada kandungan karbon tanah pada hutan pengunungan rapat sebesar 54,26 ton/ha dan hutan dataran rendah sedang sebesar 48,25 lebih kecil dibanding penelitian ini pada karbon tanah pada tutupan lahan hutan sekunder. Namun hasil penelitian yang dilakukan (Riyami, 2018) mengenai cadangan karbon tanah pada kebun Kakao pola agroforestri sederhana di Kabupaten Polewali Mandar sebesar 44,54 ton/ha. Nilai ini lebih kecil apabila dibandingkan hasil penelitian ini yaitu sebesar 58,13 ton/ha untuk cadangan karbon tanah pada tutupan lahan agroforestri. Hal senada juga didapatkan pada hasil penelitian ini masih termasuk dalam kisaran hasil penelitian (Millang, 2010) yang melakukan pengukuran kandungan karbon tanah pada beberapa pola agroforestri yang dilakukan di Kabupaten Gowa mendapatkan kandungan karbon tanah berkisar 41,68 – 62,82 ton/ha. Pada tutupan lahan hutan sekunder, agroforestri, kelapa sawit dan sawah dimana hasil dari sifat tanah yang telah dianalisis lalu dikorelasikan dengan total cadangan karbon pada masing – masing tutupan lahan. Nilai korelasi ini berfungsi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh antar sifat tanah yang dianalisis dengan cadangan karbon tanah tersimpan pada tutupan lahan yang diteliti di Kabupaten Luwu Timur. Sifat tanah tersebut memiliki nilai korelasi yang berbeda-beda terhadap cadangan karbon tanah.

Keterkaitan / Korelasi Sifat Tanah dengan Cadangan Karbon Tanah

Pada tutupan lahan hutan sekunder, agroforestri, kelapa sawit dan sawah dimana hasil dari sifat tanah yang telah dianalisis lalu dikorelasikan dengan cadangan karbon tanah pada masing – masing tutupan lahan. Nilai korelasi ini berfungsi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh antar sifat tanah yang dianalisis dengan cadangan karbon tanah tersimpan pada tutupan lahan yang diteliti di Kabupaten Luwu Timur. Sifat tanah tersebut memiliki nilai korelasi yang berbeda - beda terhadap cadangan karbon tanah.

Pada sampel tanah pada berbagai tutupan lahan dengan kedalaman yang berbeda menunjukkan bahwa kandungan C-organik tanah yang bervariasi dalam kategori renda menurut (pusat penelitian tanah,1983) yaitu nilai C-organik yang berada 1 – 2. Pada penelitian ini nilai C-organik yang terendah berada pada tutupan lahan hutan sekunder kedalam 20 – 30 cm dengan nilai 1,42 dan tertinggi pada tutupan lahan agroforestri kedalam 0 – 10 cm dan sawah kedalam 0 – 10 cm dengan nilai 1,88. Tingginya C-organik pada tutupan lahan agroforestri dan sawah ini disebabkan oleh akumulasi bahan organik hasil dekomposisi serasah yang cenderung tinggi pada lapisan tanah atas, sehingga karbon organik tanah pada lapisan tanah 0 - 10 cm cenderung lebih tinggi. C-organik tanah merupakan penyusun utama bahan organik tanah yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam tanah terutama pengaruhnya terhadap kesuburan tanah dan merupakan salah satu sifat tanah yang berkaitan dengan cadangan karbon (Hadija, H. (2017).

Setiap lokasi dan tutupan lahan memiliki jenis tekstur tanah yang berbeda tergantung dari persentase kandungan partikel tanah. Tekstur tanah berpengaruh dalam proses terikat maupun terlepasnya

bahan organik, dimana bahan organik tanah cenderung meningkat bila kandungan liat lebih tinggi seperti yang terdapat pada hasil penelitian ini pada tutupan lahan agroforestri kakao 3,5 tahun dimana % liat berbanding lurus dengan c-organik yaitu semakin meningkat c-organik tanah maka tinggi pula kandungan liatnya. Foth (1998) mengatakan bahwa terdapat kecenderungan suatu korelasi antara kandungan liat tanah dengan kandungan bahan organik. Semakin besar kandungan liat maka semakin tinggi kandungan bahan organik, karena molekul-molekul organik yang diadsorpsi oleh liat dilindungi secara parsial dari perombakan oleh mikroorganisme.

Berdasarkan persentase kandungan pasir, debu dan liat tekstur tanah pada berbagai tutupan lahan dimana % liat yang terendah beradah pada tutupan lahan agroforestri dengan kedalaman 20 – 30 cm dengan % liat 8,0 % dengan kelas tekstur lempung (sedang), sedangkan kandungan % liat yang tertinggi berada pada tutupan lahan kelapa sawit dengan kedalaman 10 – 20 cm dengan % liat 35,0 % dengan kelas tekstur lempung berliat (agak halus), dimana pada penelitian ini % liat pada berbagai tutupan lahan bervariasi dengan % liat mulai dari 8,0 % - 35,0 % dan kelas tekstur yaitu debu (sedang), lempung (sedang), lempung berdebu (sedang) dan lempung berliat (agak halus). Beragamnya % liat karena pengolahan dan manajemen lahan yang berbeda, dimana korelasi C-organik tanah dengan fraksi liat, baik pada tanah sawah maupun pada tanah tegalan/kebun menunjukkan korelasi positif. Ini berarti bahwa semakin tinggi kadar liat semakin tinggi kadar C-organik tanah.

Kemasaman tanah (pH) dapat digunakan sebagai indikasi kesuburan kimiawi tanah karena dapat mengetahui ketersediaan hara dalam tanah. Kemasaman tanah menentukan mudah tidaknya unsur – unsur hara yang diserap tanaman, dimana unsur hara mudah

diserap akar tanaman pada kemasaman tanah yang netral karena unsur hara mudah larut dalam air dan kemasaman tanah yang netral kandungan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman juga tersedia dalam jumlah yang banyak.

Pada penelitian ini nilai kemasaman tanah mulai dari 5,86 – 6,62, dimana kemasaman tanah terendah pada tutupan lahan sawah pada kedalaman 20 – 30 cm yaitu sebesar 5,86 termasuk kategori asam dan tertinggi pada tutupan lahan sawah pada kedalaman 20 – 30 cm yaitu sebesar 6,62 dengan kategori netral. Pada Tabel (2) menurut pusat penelitian tanah (1983) kategori kemasaman tanah pada penelitian ini termasuk kategori asam dan netral, dimana pada berbagai tutupan lahan yang diteliti ini tanaman masih dapat hidup dan tumbuh berkembang.

Pada penelitian ini adanya perbedaan pH tanah pada berbagai tutupan lahan disebabkan karena adanya proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah dan pemberian bahan organik pada tanah. Bahan organik tersebut mengalami humifikasi membentuk humus, proses selanjutnya yaitu mineralisasi humus tersebut akan menghasilkan kation-kation basa yang meningkatkan pH seperti yang dikemukakan oleh Hardjowigeno (2007), bahwa pupuk organik dalam kaitannya terhadap kesuburan tanah mempunyai beberapa pengaruh terhadap beberapa sifat kimia tanah, antara lain meningkatkan pH tanah sehingga unsur hara lebih mudah diserap tanaman. Ditambahkan oleh Marsono dan Sigit (2004), bahwa pupuk organik memiliki beberapa kelebihan satu di antaranya dapat menetralkan pH.

Cadangan karbon organik tanah dengan berat isi tanah memiliki korelasi positif yang berpengaruh nyata. Korelasi tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan tanah maka cadangan karbon organik tanah semakin tinggi. Menurut (Siringoringo, 2014) apabila tanah semakin padat atau kerapatan tanah semakin tinggi, maka tanah akan

mengandung massa yang lebih besar pada suatu kedalaman tertentu, sehingga cadangan karbon organik tanah lebih tinggi.

Hasil ini menunjukkan bahwa berat isi tanah pada berbagai tutupan lahan bervariasi yaitu kisaran antara 0,91 – 1,38 g/cm³. Tutupan lahan yang memiliki berat isi tanah terbesar terdapat pada sawah sebesar 1,38 g/cm³ dan terendah pada tutupan lahan agroforestri sebesar 0,91 g/cm³. Nilai berat isi tanah ini bervariasi antara tutupan lahan disebabkan oleh variasi kandungan bahan organik, tekstur tanah, kedalaman perakaran, struktur tanah, jenis fauna dan lain – lain. Nilai berat isi tanah juga sangat dipengaruhi oleh pengelolaan tanah dan nilai berat isi tanah terendah biasanya didapatkan di permukaan tanah sesudah pengolahan tanah.

Ketebalan serasah yang tersebar di permukaan tanah berperan melindungi tanah dari terpaan air hujan yang secara langsung dengan membentuk jalinan tanaman yang rapat sehingga tanah tidak menjadi padat, tidak seperti pada tutupan lahan sawah yang memiliki nilai berat isi tanah yang tinggi di akibatkan karena terkena air hujan secara langsung ke tanah dan terjadi pemadatan tanah dan di bawah lintasan traktor akan jauh lebih tinggi berat isi tanahnya dibandingkan dengan bagian tanah lainnya .

Pada penelitian ini dimana hasil analisis pada berbagai tutupan lahan menunjukkan bahwa berat isi tanah berdasarkan kedalaman tanah menunjukkan perbedaan. Kerapatan tanah lebih rendah pada lapisan tanah 0 - 10 cm dan lebih tinggi pada lapisan tanah 20-30 cm. Hal tersebut karena pada lapisan tanah 0 - 10 cm akumulasi dan jumlah akar tanaman lebih banyak dibandingkan dengan lapisan tanah 20-30 cm. Carvalho et al., (2009) menyatakan bahwa berat isi tanah yang rendah pada lapisan atas berkaitan erat dengan meningkatnya jumlah akar sedangkan kerapatan tanah yang tinggi

disebabkan oleh rendahnya volume akar. Eluozo, (2013) menyatakan bahwa lapisan bawah permukaan tanah lebih padat dan mempunyai sedikit bahan organik.

Hasil Uji Korelasi Pearson Sifat Tanah dengan Cadangan Karbon Tanah.

Berikut adalah hasil uji Keterkaitan sifat tanah dengan cadangan karbon tanah berdasarkan hasil uji korelasi Pearson disajikan pada table 2.

Tabel 2. Keterkaitan sifat tanah dengan cadangan karbon tanah berdasarkan hasil uji korelasi Pearson

Hutan Sekunder	pH (Kcl)	pH (H ₂ O)	Kerapatan Isi	C-Organik	%Liat	Cadangan Karbon
pH (Kcl)	1	0.903	0.411	-0.804	0.165	0.829
pH (H ₂ O)	0.903	1	0.763	-0.47	0.573	-0.989
Kerapatan Isi	0.411	0.763	1	0.212	0.967	-0.85
C-Organik	-0.804	-0.47	0.212	1	0.454	0.334
%Liat	0.165	0.573	0.967	0.454	1	-0.688
Cadangan Karbon	0.829	-0.989	-0.85	0.334	-0.688	1

Berdasarkan Tabel (2) di atas, terdapat 5 sifat tanah yang dikorelasikan dengan dengan cadangan karbon tanah antara lain pH (KCl), pH (H₂O), C-organik, kerapatan isi dan % liat. Tabel (3) menunjukkan bahwa total cadangan karbon tanah pada tutupan lahan hutan sekunder yang dikorelasikan dengan sifat tanah. Pada tutupan lahan hutan sekunder cadangan karbon tanah berkorelasi negatif dengan pH (H₂O) dan pH (KCl) yang memiliki tingkat hubungan sangat kuat dengan nilai berturut-turut -0,989 dan -0,829. Tesktur tanah (kandungan liat) juga merupakan salah satu sifat tanah yang berkorelasi negatif dengan cadangan karbon dengan nilai -0,688 tingkat hubungannya kuat. Nilai korelasi kerapatan isi terhadap cadangan karbon sebesar -0,85 pada hasil uji korelasi pearson menunjukkan korelasi negatif dimana tingkat hubungan sangat kuat. Namun, yang harus diperhatikan kerapatan

isi masih berkorelasi dengan C-organik tanah sekalipun tingkat hubungannya lemah. Artinya, semakin besar nilai kerapatan ini, kadar C-organik tanah naik begitu pula cadangan karbon meningkat pada tutupan lahan hutan sekunder. Pada tutupan lahan hutan sekunder sifat tanah berkorelasi positif dengan cadangan karbon adalah C-organik dengan nilai 0,334, namun tingkat hubungannya lemah. Berdasarkan Tabel (3) pada penelitian ini dapat diketahui bahwa nilai serapan CO₂ dan pelepasan oksigen berturut-turut pada berbagai tutupan lahan yaitu pada tutupan lahan hutan sekunder adalah 974,82 ton/ha dan 708,96 ton/ha, dan tutupan lahan kelapa sawit sebesar 369,93 ton/ha dan 269,04 ton/ha.

Tabel 3. Keterkaitan sifat tanah dengan cadangan karbon tanah berdasarkan hasil uji korelasi Pearson

Agroforestri	pH (Kcl)	pH (H ₂ O)	Kerapatan Isi	C-Organik	% Liat	Cadangan Karbon
pH (Kcl)	1	0.768	0.993	1**	0.941	-0.209
pH (H ₂ O)	0.768	1	0.837	0.768	0.507	0.465
Kerapatan Isi	0.993	0.837	1	0.993	0.896	-0.096
C-Organik	1**	0.768	0.993	1	0.941	-0.209
%Liat	-0.941	0.507	-0.896	-0.941	1	0.527
Cadangan Karbon	-0.209	0.465	-0.096	-0.209	0.527	1

*Korelasi signifikan pada taraf 0.01**

Berdasarkan Tabel di atas pada tutupan lahan Agroforestri keterkaitan sifat tanah dengan cadangan karbon tanah didapatkan hasil nilai korelasi pH (KCl) dengan cadangan karbon tanah sebesar -0,209 berkorelasi negatif dan memiliki tingkat hubungan lemah. Nilai korelasi pH (H₂O) terhadap cadangan karbon tanah sebesar 0,465 dengan memiliki tingkat hubungan sedang, dimana nilai pH pada tutupan lahan agroforestri memiliki pengaruh terhadap cadagan karbon, Artinya, semakin tinggi nilai pH (H₂O), cadangan karbon pada tutupan lahan agroforestri

meningkat pula. Dimana pH menpegaruhi kehidupan mikroorganisme yang mendekomposisikan bahan organik. Nilai korelasi kerapatan isi terhadap cadangan karbon tanah sebesar -0,096 hasil uji korelasi person menunjukkan korelasi negatif dengan tingkat hubungan yang sangat lemah. Namun, yang harus diperhatikan kerapatan isi ini berkorelasi dengan pH (KCl), pH (H₂O) dan C-organik tanah dengan tingkat hubungannya sangat kuat tetapi pada tekstur tanah (% liat) memiliki korelasi negatif namun tingkat hubungannya sangat kuat. Artinya, semakin besar nilai kerapatan ini, pH (KCl), pH (H₂O) akan rendah tetapi, kadar C-organik tanah naik namun cadangan karbon tanah menurun pada tutupan lahan agroforestri. Nilai korelasi C-Organik terhadap cadangan karbon sebesar -0,209 menunjukkan hasil korelasi yang negatif dengan tingkat hubungan yang lemah. Namun, C-Organik memiliki korelasi signifikan pada taraf 0,01 pada pH (KCl) dengan tingkat hubungan yang sangat kuat, kerapatan isi memiliki korelasi dengan tingkat hubungan sangat kuat, pH (H₂O) memiliki korelasi dengan tingkat hubungan kuat, artinya semakin besar nilai C-Organik pada tutupan lahan agroforestri maka rendah pula nilai pH (KCl) dan pH (H₂O) tetapi, kerapatan isi memiliki nilai tinggi. Tekstur tanah (% liat) memiliki korelasi dengan cadangan karbon dengan nilai 0,527 dengan tingkat hubungan sedang, artinya, semakin tinggi nilai tekstur tanah (% liat) maka tinggi pula cadangan karbon pada tutupan lahan tersebut. Tekstur tanah (% liat) memiliki korelasi negatif dengan C-organik, kerapatan isi dan pH (KCl) dengan tingkat hubungan sangat kuat, artinya semakin tinggi nilai tekstur tanah (% liat) maka nilai C-organik, kerapatan isi dan pH (KCl) menurun pula begitupun sebaliknya. C-organik dan bahan organik memiliki pengaruh terhadap cadangan karbon pada agroforestri. Salah satu komponen pokok tempat penyimpanan C adalah bahan

organik. jumlah C yang tersimpan pada bahan organik kecil dibandingkan jumlah total karbon pada tutupan lahan agroforestri tersebut. Hal ini dikarenakan bahan organik tersebut berada dalam proses pelapukan aktif dan menjadi mangsa serangan jasad mikro sehingga bahan organik tersebut mengalami perubahan secara terus menerus.

Tabel 4. Keterkaitan sifat tanah dengan cadangan karbon tanah berdasarkan hasil uji korelasi Pearson

Kelapa Sawit	pH (Kcl)	pH (H ₂ O)	Kerapatan Isi	C-Organik	%Liat	Cadangan Karbon
pH (Kcl)	1	0,996	-0,999*	-0,419	0,273	0,668
pH (H ₂ O)	0,996	1	-0,998*	-0,5	0,359	0,598
Kerapatan Isi	0,999*	0,998*	1	0,451	0,307	-0,642
C-Organik	0,419	-0,5	0,451	1	0,988	0,395
%Liat	0,273	0,359	0,307	0,988	1	0,533
Cadangan Karbon	0,668	0,598	-0,642	0,395	0,533	1

* Korelasi signifikan pada taraf 0.05*

Berdasarkan table (4) di atas pada tutupan lahan kelapa sawit keterkaitan sifat tanah dengan cadangan karbon didapatkan hasil nilai korelasi pH (KCl) dengan cadangan karbon sebesar 0,668 berkorelasi dan memiliki tingkat hubungan kuat. Sedangkan, nilai korelasi pH (H₂O) terhadap cadangan karbon sebesar 0,598 dengan memiliki tingkat hubungan sedang, dimana nilai pH pada tutupan lahan kelapa sawit memiliki pengaruh terhadap cadagan karbon, Artinya, semakin rendah nilai pH (KCl) dan pH (H₂O), cadangan karbon pada tutupan lahan kelapa sawit meningkat pula. Nilai korelasi kerapatan isi terhadap cadangan karbon sebesar -0,642 pada hasil uji korelasi person menunjukkan korelasi negatif dengan tingkat hubungan yang kuat. Namun, kerapatan isi ini berkorelasi signifikan pada taraf 0.05 dengan pH (KCl) dengan nilai -0,999 dan pH (H₂O) dengan nilai -0,998 dengan tingkat hubungannya sangat kuat, Artinya, semakin besar nilai kerapatan isi pada tutupan lahan kelapa sawit maka nilai

cadangan karbon naik pula, berbeda dengan pH (KCl) dan pH (H₂O) yang nilainya menurun. Nilai korelasi C-Organik terhadap cadangan karbon tanah sebesar 0,395 menunjukkan hasil korelasi dengan tingkat hubungan yang lemah. Namun, C-Organik memiliki korelasi pada %liat dengan nilai 0,988 yang tingkat hubungan yang sangat kuat, artinya semakin besar nilai C-Organik pada tutupan lahan kelapa sawit maka naik pula tekstur tanah (% liat) begitupun dengan cadangan karbon pada tutupan lahan tersebut. Tekstur tanah (% liat) memiliki korelasi dengan cadangan karbon dengan nilai 0,533 dengan tingkat hubungan sedang, dimana semakin tinggi nilai tekstur tanah (% liat) maka nilai cadangan karbon dan C-organik naik pula pada tutupan lahan kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena liat berfungsi dalam memegang air yang berpengaruh terhadap pertukaran udara yang semakin tidak baik. Aerasi yang kurang baik berpengaruh terhadap aktivitas mikrobial tanah dalam melapukkan bahan organik menjadi terhambat. (Foth dan Cline, 1998) juga mengatakan bahwa terdapat kecenderungan suatu korelasi antara kandungan liat tanah dengan kandungan bahan organik. Semakin besar kandungan liat maka semakin tinggi kandungan bahan organik, karena molekul-molekul organik yang diadsorpsi oleh liat dilindungi secara parsial dari perombakan oleh mikroorganisme. Hal yang hampir sama juga dikemukakan oleh (Darmawijaya, 1990) bahwa fraksi liat paling berpengaruh terhadap kadar bahan organik tanah karena fraksi liat mempunyai luas permukaan jenis paling besar yaitu mencapai 800 m²/g (Luas permukaan jenis yang besar sangat aktif dalam adsorpsi air). Oleh karena itu, tanah yang didominasi oleh fraksi liat mempunyai daya pegang air yang besar dan pori aerasi yang rendah. Keadaan yang pertukaran udara tidak lancar atau semi anaerob akan berpengaruh terhadap dekomposisi bahan organik, yaitu

bahan organik akan mengalami proses humifikasi sehingga dihasilkan senyawa-organik yang tahan terhadap pelapukan (Stevenson, 1982).

Tabel 5. Keterkaitan sifat tanah dengan total cadangan karbon berdasarkan hasil uji korelasi Pearson

Sawah	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	Kerapatan Isi	C-Organik	%Liat	Cadangan Karbon
pH (KCl)	1	0,999*	0,385	0,398	0,953	0,346
pH (H ₂ O)	0,999*	1	0,416	0,366	0,942	0,314
Kerapatan Isi	0,385	0,416	1	-0,693	0,672	-0,733
C-Organik	0,398	0,366	-0,693	1	0,068	0,998*
%Liat	0,953	0,942	0,672	0,068	1	0,012
Cadangan Karbon	0,346	0,314	-0,733	0,998*	0,012	1

* Korelasi signifikan pada taraf 0.05*

Berdasarkan Tabel (5) pada tutupan lahan sawah keterkaitan sifat tanah dengan cadangan karbon tanah didapatkan hasil nilai korelasi pH (KCl) dan pH (H₂O) dengan cadangan karbon tanah sebesar 0,346 dan 0,314 berkorelasi dan memiliki tingkat hubungan lemah, dimana nilai pH pada tutupan lahan sawah memiliki pengaruh terhadap cadangan karbon, Artinya, semakin rendah nilai pH (KCl) dan pH (H₂O), cadangan karbon pada tutupan lahan sawah meningkat pula. Nilai korelasi kerapatan isi terhadap cadangan karbon sebesar -0,733 pada hasil uji korelasi person menunjukkan korelasi negatif dengan tingkat hubungan yang kuat, Artinya, semakin rendah nilai kerapatan isi pada tutupan lahan sawah maka nilai cadangan karbon tinggi begitu untuk untuk C-organik. Nilai korelasi C-Organik terhadap cadangan karbon sebesar 0,998 menunjukkan hasil korelasi signifikan pada taraf 0.05 dengan tingkat hubungan yang sangat kuat. Namun, C-Organik memiliki korelasi pada %liat dengan nilai 0,068 yang tingkat hubungan yang sangat lemah, artinya semakin besar nilai C-Organik pada tutupan lahan sawah maka naik pula tekstur tanah (% liat) begitupun dengan cadangan karbon pada tutupan lahan tersebut. Tekstur tanah (% liat) memiliki korelasi dengan cadangan karbon dengan nilai 0,012 dengan tingkat

hubungan sangat lemah, dimana semakin tinggi nilai tekstur tanah (% liat) maka nilai cadangan karbon dan C-organik naik pula pada tutupan lahan sawah. Tetapi, tekstur tanah % liat memiliki korelasi dengan pH (KCl) dan pH (H₂O) dengan nilai 0,953 dan 0,942 dengan tingkat hubungan sangat kuat, artinya semakin tinggi nilai tekstur tanah (% liat) maka pH (KCl) dan pH (H₂O) memiliki nilai rendah.

KESIMPULAN

Karbon tanah pada berbagai tutupan lahan di Kabupaten Luwu Timur yang paling tinggi berturut – turut yaitu sawah sebesar 70,50 ton/ha, kelapa sawit 59,38 ton/ha, agroforestri 58,13 ton/ha dan hutan sekunder 54,60 ton/ha, dimana hasil uji korelasi person C-organik didapati sebagai parameter yang sangat berpengaruh terhadap tutupan lahan sawah yang nilai korelasi C-Organik terhadap cadangan karbon sebesar 0,998 menunjukkan hasil korelasi signifikan pada taraf 00,5 dengan tingkat hubungan yang sangat kuat

DAFTAR PUSTAKA

- Canadell, J.G., 2002. Land use effects on terrestrial carbon sources and sinks. *Sci. CHINA Ser. C LIFE Sci. Ed.* 45, 1–9.
- Carvalho, J.L.N., Carlos Eduardo Pelegrino, C., Feigl, B.J., Píccolo, M. de C., Godinho, V. de P., Herpin, U., Cerri, C.C., 2009. Conversion of Cerrado into agricultural land in the south-western Amazon: Carbon stocks and soil fertility. *Sci. Agric.* 66, 233–241.
- Chen, L., McBranch, D.W., Wang, H.-L., Helgeson, R., Wudl, F., Whitten, D.G., 1999. Highly sensitive biological and chemical sensors based on reversible fluorescence quenching in a conjugated polymer. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96, 12287–12292.
- Darmawijaya, M.I., 1990. *Klasifikasi Tanah: dasar teori bagi peneliti tanah dan pelaksana pertanian di Indonesia.* Gadjah Mada University Press.
- Eluozo, S.N., 2013. Predictive model to monitor the rate of bulk density in fine and coarse soil formation influenced variation of porosity in coastal area of Port Harcourt. *Am. J. Eng. Sci. Technol. Res.* 1.
- FAO, 2009. *The state of food and agriculture, 2009.* Rome, Italy.
- Foth, D., Cline, J.M., 1998. Effects of mammalian and plant estrogens on mammary glands and uteri of macaques. *Am. J. Clin. Nutr.* 68, 1413S-1417S.
- Foth, H.D., 1998. *The principle of soil science.*
- Hadija, H. (2017). Manajemen peningkatan kadar air tanah dengan residu jerami padi pada sawah tadah hujan. *Jurnal Agrotan*, 3(02), 31-41.
- Hairiah, K., Rahayu, S., 2007a. Pengukuran Karbon Tersimpan Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan, Bogor, World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office 1.
- Hairiah, K., Sitompul, S.M., Van Noordwijk, M., Palm, C., 2001. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. ICRAF Bogoi.
- Hardjowigeno, S., 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perancangan Tataguna Lahan.* Gadjah Mada University Press.
- Kuswinanti, T., Jayadi, M., & Larekeng, S. T. (2023). Soil function analysis in determining the soil quality index of paddy fields in Salassae Village, Bulukumba Regency, South Sulawesi Province, Indonesia. *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, 43(1), 40-45.
- Maulana, S.I., 2010. *Pendugaan Densitas Karbon Tegakan Hutan Alam di Kabupaten Jayapura, Papua.* Penelit.

- Sos. dan Ekon. Kehutan. Vol. 7 No. 4 261–274.
- Millang, S., 2010. Potensi Simpanan Karbon Berdasarkan Struktur Tinggi Tanaman Pola-Pola Agroforestry di Kecamatan Tinggimoncong dan Parigi Kabupaten Gowa, Sulawesi-Selatan. *Biocelbes* 4.
- Ratag, semuel P., 2017. Peran Pohon Dalam Upaya Mitigasi Perubahan Iklim. Kementerian Riset, Teknologi, Dan Pendidikan Tinggi Universitas Sam Ratulangi Fakultas Pertanian.
- Riyami, 2018. Cadangan karbon dan keterkaitannya dengan beberapa sifat tanah pada kebun kakao pola agroforestri sederhana 1–56.
- Stevenson, F.J., 1982. Organic forms of soil nitrogen. *Nitrogen Agric. soils* 22, 67–122.
- van Noordwijk, M., Cerri, C., Woomer, P.L., Nugroho, K., Bernoux, M., 1997. Soil carbon
- Walkey, A., Black, T.A., 1934. An examination of the Dugtijaraff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chronic and titration method. *Soil Sci* 37,
- Yuliyanto, 2015. Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan Pada Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Dan Analisis Kesuburan Tanah Di Perkebunan Pt Daria Dharma Pratama Ipuh Bengkulu. Institut Pertanian Bogor.