

KARAKTERISTIK BEBERAPA SIFAT KIMIA ULTISOL AKIBAT MASA BERA PADA SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG (TAHUN TANAM KE-37)

CHARACTERISTICS OF ULTISOL CHEMICAL PROPERTIES AFFECTED BY FALLOW PERIODS UNDER LONG-TERM TILLAGE AND NITROGEN FERTILIZATION (37TH CROPPING SEASON)

Irene Zaqyah¹, Nur Afni Afianti^{2*}, Roby Fernandi², Hery Novpriansyah², Sri Yusnaini³, Rusdi Evizal³, Tandaditya Ariefandra Airlangga¹, Hafiz Luthfi¹, Suprianto¹, dan Kresna Shifa Usodri¹

¹Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Polinela, Bandar Lampung, Indonesia

²Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Unila, Bandar Lampung, Indonesia

³Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Unila, Bandar Lampung, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: nur.afni@fp.unila.ac.id

ARTICLE HISTORY:

Received: 3 March 2025

Peer Review: 27 April 2025

Accepted: 30 October 2025

KATA KUNCI:

Masa bera, pemupukan nitrogen, pengolahan tanah, sifat kimia tanah, Ultisol.

KEYWORDS:

Fallow period, nitrogen fertilization, soil tillage, soil chemical properties, Ultisol.

ABSTRAK

Praktik pengolahan tanah dan pemupukan jangka panjang merupakan bagian kegiatan budidaya tanaman yang mempengaruhi secara langsung kesuburan tanah. Pemilihan tidak tepat metode praktik dapat menyebabkan penurunan kesuburan tanah, akibat penipisan kandungan bahan organik tanah, erosi, atau akibat leaching dan memicu terjadinya degradasi tanah. Masa bera adalah fase istirahat tanah yang bertujuan untuk peningkatan dan pemulihan kesuburan tanah secara alami. Tujuan penelitian yaitu untuk mengkaji karakteristik beberapa sifat kimia Ultisol akibat masa bera pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang (tahun tanam ke-37). Tempat pelaksanaan penelitian adalah lahan percobaan tanpa olah tanah jangka panjang Polinela dan Laboratorium Ilmu Tanah FP Unila. Penelitian dirancang dengan RAK 2 faktor dan 4 ulangan yaitu praktik olah tanah jangka panjang (T1 = olah tanah intensif, T2 = olah tanah minimum, dan T3 = tanpa olah tanah) dan pemupukan N jangka panjang (N0 = tanpa pupuk N dan N2 = pemupukan N 200 kg ha⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa masa bera mampu meningkatkan pH tanah dan C-organik untuk semua perlakuan. Masa bera meningkatkan KTK tanah pada perlakuan pemupukan N jangka panjang. Praktik olah tanah dan pemupukan N jangka panjang sebagai faktor tunggal memberikan pengaruh signifikan terhadap pH tanah setelah masa bera dengan nilai pH tanah tertinggi pada perlakuan OTI dan pemupukan N jangka panjang.

ABSTRACT

Long-term soil tillage and fertilization practices are part of crop cultivation activities that directly affect soil fertility. Improper agricultural practices can reduce soil fertility, either due to depletion of soil organic matter, erosion, or leaching and cause soil degradation. The fallow period is a phase of soil rest. The fallow period aims to increase and restore soil fertility naturally. The objective of this study was to examine the characteristics of selected chemical properties of Ultisol as affected by fallow periods under long-term tillage and nitrogen fertilization (37th cropping year). The research was conducted on long-term no-tillage experimental field at Lampung State Polytechnic and Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Unila. The experiment was arranged in a 2-factor RBD and 4 replicates, namely long-term soil tillage (T1 = intensive tillage, T2 = minimum tillage, and T3 = no tillage) and long-term N fertilization (N0 = no N fertilizer and N2 = 200 kg ha⁻¹ N fertilization). The study found that the fallow period was able to increase soil pH and soil organic carbon content for all treatments. The fallow period increased soil CEC but only in the long-term N fertilization treatment. Long-term soil tillage and N fertilization as single factors had a significant effect on soil pH after the fallow period, with the highest soil pH in the long-term OTI and N fertilization treatment.

1. PENDAHULUAN

Kesuburan tanah serta keberlanjutan (*sustainability*) kegiatan pertanian dipengaruhi oleh cara petani mengelola tanah, salah satunya dari praktik olah tanah yang diterapkan. Praktik olah tanah yang diterapkan secara jangka panjang dapat membentuk kondisi tertentu dari tanah, baik kondisi tanah secara fisik, kimia, maupun biologi. Penelitian Sangotayo *et al.*, (2023) menyatakan bahwa sifat-sifat tanah dapat dipengaruhi oleh praktik pengolahan tanah yang diterapkan, apalagi jika penerapannya dilakukan jangka panjang. Penelitian Sun *et al.*, (2023) juga menyatakan bahwa kandungan bahan organik tanah dapat dipengaruhi oleh praktik olah tanah jangka panjang. Praktik ini juga mempengaruhi ketersediaan di tanah akan unsur hara sehingga mempengaruhi kualitas tanah dan pertumbuhan tanaman.

Praktik olah tanah jangka panjang dapat berdampak pada berbagai perubahan sifat tanah. Praktik yang tepat dapat meningkatkan dan mempertahankan keberadaan bahan organik di tanah. Hal ini mempengaruhi berbagai sifat tanah lainnya yaitu kemasaman tanah dan KTK tanah yang merupakan kemampuan tanah sebagai penyediaan hara bagi tanaman. Sebaliknya, praktik yang tidak tepat dapat menyebabkan turunnya kandungan bahan organik tanah baik akibat erosi, pencucian hara, ataupun laju dekomposisi yang tinggi. Hal ini akan memicu terjadinya degradasi tanah.

Tanah Ultisol memiliki ciri yaitu tingginya tingkat kemasaman dan rendahnya kandungan bahan organik yang menyebabkan tanah ini memiliki kemampuan tanah sebagai penyedia hara rendah bagi tanaman (Wati *et al.*, 2025 dan Idwar *et al.*, 2025). Hal ini dapat diperparah dengan praktik budidaya contohnya praktik olah tanah. Praktik olah tanah intensif pada tanah masam dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik, meningkatkan resiko terjadinya erosi dan *leaching*, sehingga penipisan bahan organik dan unsur hara di tanah lebih cepat terjadi. Sebaliknya, praktik olah tanah konservasi (olah tanah minimum/OTM) dan tanpa olah tanah/TOT), dimana praktik ini diterapkan berdasarkan pada prinsip-prinsip konservasi tanah. Praktik ini menekankan pada upaya mempertahankan akumulasi bahan organik tanah lebih lama di tanah yang memberikan dampak pada peningkatan kesuburan tanah. Penelitian Ramos *et al.*, (2018) menyampaikan bahwa praktik tanpa olah tanah dapat meningkatkan penyimpanan karbon tanah. Thomas *et al.*, (2007) juga menyatakan kandungan karbon organik pada solum tanah praktik OTM dan TOT lebih tinggi dari pada praktik OTI.

Praktik pemupukan nitrogen jangka panjang juga dapat berdampak pada berbagai perubahan sifat kimia tanah. Pemberian pupuk N jangka panjang berpotensi meningkatkan kemasaman tanah, mempercepat *leaching* kation-kation basa, serta dapat mengganggu keseimbangan hara di tanah. Selain itu, penipisan bahan organik tanah juga disebabkan pemberian jangka panjang pupuk N. Hal ini disebabkan cepatnya laju dekomposisi bahan organik akibat tingginya kandungan nitrogen tanah. Penipisan bahan organik tanah ini juga dapat memicu terjadinya erosi tanah. Namun demikian, pemberian pemupukan sesuai rekomendasi diharapkan dapat meminimalisir dampak negatif ini terhadap tanah. Lin *et al.*, (2014) dan Zhang *et al.*, (2024) menyatakan dalam penelitiannya bahwa kegiatan jangka panjang dari pemberian pupuk N dapat menyebabkan kenaikan nilai kemasaman tanah. Kandungan bahan organik dan aktivitas organisme tanah juga menurun seiring dengan kenaikan kemasaman tanah tersebut. Hal ini akan menyebabkan penurunan kesuburan tanah. Namun, Ren *et al.*, (2022) menyatakan bahwa penggunaan pupuk nitrogen yang didasarkan pada rekomendasi pemupukan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen, mengurangi surplus nitrogen di tanah serta hilangnya N akibat pencucian hara, penurunan keseimbangan hara, dan degradasi tanah. Duan *et al.* (2024) menyatakan bahwa pemupukan nitrogen pada dosis optimal dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan mempertahankan C-organik, N-total, aktivitas mikroba, dan fungsi tanah secara optimal.

Salah satu fase penting dalam mencapai keberlanjutan kegiatan pertanian adalah masa bera. Masa bera atau yang disebut dengan fase istirahat merupakan suatu periode waktu dimana lahan dibiarkan tanpa ditanami. Praktik ini bertujuan untuk peningkatan dan pemulihan kesuburan tanah secara alami, dimana kesuburan tanah ini dapat menurun akibat aktivitas budidaya yang dilakukan secara intensif dan jangka panjang, termasuk penerapan praktik jangka panjang dari olah tanah dan pemupukan. Wapongnangsang *et al.*, (2021) menyampaikan masa bera mampu memperbaiki sifat fisikokimia tanah menjadi lebih baik. Temjen *et al.*, (2022) juga menyatakan bahwa masa bera mampu meningkatkan karbon tanah, ketersediaan hara N, P, dan K, serta kapasitas tukar kation tanah.

Penelitian ini telah berlangsung selama 37 tahun di Ultisol, lahan penelitian tanpa olah tanah jangka panjang Polinela. Tahun ke-37 merupakan masa bera selama ± 20 bulan. Pada masa bera ini, praktik olah tanah dan pemupukan N ini tidak dilakukan, sehingga pada masa ini dapat diketahui secara objektif dampak praktik ini terhadap sifat-sifat tanah dan kesuburan tanahnya. Sehingga, tujuan penelitian yaitu untuk mengkaji karakteristik beberapa sifat kimia Ultisol akibat masa bera pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang (tahun tanam ke-37).

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan jangka panjang TOT Polinela. Tahun 1987 merupakan musim tanam pertama penerapan praktik olah tanah dan pemupukan nitrogen. Lokasi penelitian tepatnya berada pada titik geografis 105°13'45,5"–105°13'48,0" BT dan 05°21'19,6"–05°21'19,7" LS. Masa Bera lahan percobaan dimulai pada bulan Desember 2022 dan pengambilan sampel dilaksanakan pada masa setelah bera lahan yaitu bulan Juni 2024. Pelaksanaan analisis terhadap sampel tanah di Laboratorium Ilmu tanah FP Unila yaitu Mei-Juni 2025.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah plastik sampel, label, ayakan untuk preparasi tanah, pH meter, AAS, spektrofotometer, botol kocok 100 ml, dispenser 50 ml/gelas ukur, mesin pengocok, labu semprot 500 ml, tabung perkolasi, labu ukur 50 ml dan 100 ml dan labu semprot. Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah contoh tanah yang telah dipreparasi, Larutan buffer pH 7 dan 4, akuades, etanol 96%, NaCl, asam sulfat pekat dan kalium dikromat 2 N.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Sejarah penelitian

Kajian penelitian adalah melihat pengaruh jangka panjang dari praktik olah tanah dan pemupukan N. Kajian ini diawali pada tahun 1987. Rancangan pola rotasi tanam penelitian adalah tanaman sereal dan tanaman legum. Penelitian ini juga dilakukan masa bera sebanyak empat (4) kali yaitu pada tahun 1997, 2002, 2017, dan 2023. Masa bera merupakan periode pemulihan kondisi tanah dengan cara tidak dilakukan penanaman tanaman dan atau dilakukan pengolahan tanah kembali dan pengapuran. Masa bera menjadi saat yang tepat untuk mengetahui pengaruh jangka panjang dari praktik yang diterapkan pada kajian ini terhadap beberapa sifat tanah yang berkaitan erat dengan kesuburan tanahnya.

2.3.2 Rancangan penelitian

Penelitian dirancang secara acak kelompok (Gambar 1), 2 faktor dan 4 ulangan, sehingga total satuan percobaan penelitian ini adalah 24 satuan percobaan. Praktik olah tanah jangka panjang

menjadi faktor pertama, yaitu olah tanah intensif (T1), olah tanah minimum (T2), dan tanpa olah tanah (T3). Praktik aplikasi pupuk N jangka panjang menjadi faktor kedua, yaitu tanpa pemupukan N (N0) dan pemupukan N/urea 200 kg ha⁻¹ (N2). Kombinasi perlakuan dari percobaan ini, yaitu N0T1 (tanpa pemupukan N+OTI), N0T2 (tanpa pemupukan N+OTM), N0T3 (tanpa pemupukan N+TOT), N2T1 (pemupukan N 200 kg ha⁻¹ + OTI), N2T2 (pemupukan N 200 kg ha⁻¹ + OTM), dan N2T3 (pemupukan N 200 kg ha⁻¹ +TOT).

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pengambilan Sampel

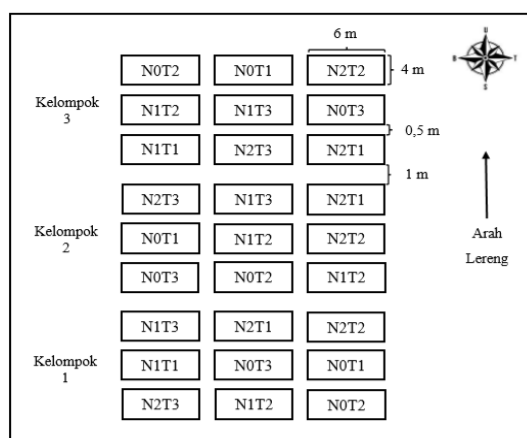
Lahan percobaan sebelumnya ditanami jagung manis (tahun tanam ke-34) dan kacang hijau (tahun tanam ke-35). Sehingga, sampel tanah awal merupakan sampel tanah sebelum masa bera (akhir musim tanam ke-35) yaitu pada bulan Oktober 2022 dan pengambilan sampel tanah akhir dilakukan setelah masa bera (akhir musim tanam ke-36) yaitu pada bulan Juni 2024. Sampel tanah diambil di 3 titik kedalaman 0-20 cm pada setiap plot dengan menggunakan bor tanah. Hasil sampling 3 titik kemudian dikompositkan dan siap untuk dipreparasi dan di analisis.

2.4.2 Preparasi dan Analisis Tanah

Sampel tanah yang telah disampling dari lahan percobaan kemudian dipreparasi sebelum dilakukan analisis di laboratorium, berupa pemisahan antara sampel tanah dengan sisa tanaman maupun batuan, mengeringkan sampel tanah pada suhu ruang (sampel kering angin); penghalusan dengan penumbukan sampel; dan pengayakan hingga diperoleh sampel berukuran partikel tanah (<2 mm). Sampel ini siap untuk dianalisis di laboratorium.

2.4.3 Variabel Pengamatan

Variabel utama pengamatan penelitian adalah pH tanah, C-organik, dan KTK tanah yang merupakan parameter utama penentu kesuburan tanah. pH tanah dianalisis dengan menggunakan metode elektrode gelas (pH meter) dimana pelarut yang digunakan adalah aquades dengan perbandingan 1:2,5. Metode analisis C-organik tanah yang digunakan adalah metode Walkley & Black dengan prinsip dimana bahan organik tanah dioksidasi oleh larutan kalium dikromat (K₂Cr₂O₇) pada suasana asam. Analisis KTK menggunakan metode ammonium asetat 1 N pH 7 dan 0,01 N (Thom dan Utomo, 1991).



Gambar 1. Rancangan Uji Coba TOT. N0T1 = Tanpa pemupukan N+olah tanah intensif, N0T2 = Tanpa pemupukan N+olah tanah minimum, N0T3 = Tanpa pemupukan N+tanpa olah tanah, N2T1 = pemupukan N+olah tanah intensif, N2T2 = pemupukan N+olah tanah minimum, dan N2T3 = pemupukan N+tanpa olah tanah.

2.5 Analisis Data

Analisis data penelitian yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Data perbandingan antara sebelum dan setelah bera menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis data kualitatif dilakukan dengan melakukan pengharkatan data yang didasarkan pada kriteria penilaian hasil analisis tanah Eviati *et al.*, (2023). Sedangkan analisis data kuantitatif dilakukan untuk membandingkan secara statistik rerata data antara sebelum dan sesudah bera menggunakan Uji T berpasangan (*Pair T-Test*). Analisis data pengaruh masa bera pada berbagai sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang menggunakan analisis ragam. Analisis data dimulai dari Uji Barlett (homogenitas ragam data) dan Uji Tukey (aditivitas data). Jika asumsi dari kedua uji terpenuhi (data homogen dan aditif), maka analisis data bisa dilanjutkan. Data dapat dilanjutkan Uji BNT 5% jika diketahui ada pengaruh signifikan dari hasil Analisis Ragam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Beberapa Sifat Kimia Tanah pada Sebelum dan Setelah Masa Bera (Musim Tanam ke-37) Akibat Pengaruh Jangka Panjang Praktik Olah Tanah dan Pemupukan N di Ultisol

Masa bera adalah periode istirahat bagi tanah. Pada masa ini, tanah *me-recovery* kondisi tanah secara alami yang terganggu akibat penggunaan tanah jangka panjang sebagai lahan budidaya pertanian. Tanah akan mengalami penurunan kesuburan akibat penggunaan jangka panjang, namun secara alami akan memperbaiki kondisinya ketika masa bera. Kintché *et al.*, (2015) dalam jurnalnya yang menggunakan data percobaan selama ± 40 tahun menyatakan bahwa sistem pertanaman intensif tanpa masa bera menyebabkan produktivitas tanaman dan kesuburan tanah menurun (penurunan karbon dan basa-basa tanah). Adanya pergiliran secara periodik untuk masa bera (selama 2-3 tahun) secara periodik, dapat meminimalisir penurunan kesuburan tanah. Penelitian oleh Tamuli dan Bhattacharya (2025) dan Yao *et al.*, (2025) menyatakan bahwa penerapan masa bera pada lahan pertanian mampu memulihkan kesuburan tanah, diantaranya dengan meningkatkan C-organik, kandungan nitrogen tanah, ketersediaan P, serta aktivitas enzim di tanah.

Bagian kegiatan budidaya yang dapat menurunkan kesuburan tanah jika dilakukan dalam jangka panjang yaitu pemilihan praktik yang tidak tepat dari olah tanah. Hasil penelitian Haddaway *et al.* (2017), rendahnya kandungan bahan organik tanah pada *top soil* dapat disebabkan perbedaan praktik perlakuan OTI dengan praktik OTM dan TOT. Menurut Jakab *et al.* (2023), pengurangan intensitas pengolahan tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah di lapisan atas melalui akumulasi karbon organik yang lebih stabil. Afrianti *et al.* (2023) juga menyampaikan OTI dan tanpa pupuk N mampu menyebabkan penurunan kandungan asam humat berpengaruh signifikan, yang merupakan komponen bahan organik, dibandingkan olah tanah minimum dan pemupukan N. Cruz-Macías *et al.* (2020) menyampaikan bahwa sejumlah ion H^+ yang menempati koloid tanah menurun akibat meningkatnya kandungan bahan organik tanah sehingga kemasaman tanah menurun. Hubungannya berbentuk fungsi eksponensial negatif yaitu penurunan awalnya cepat, lalu melandai. Menurut Ramos *et al.*, (2018) keberadaan karbon tanah tinggi korelasinya terhadap KTK tanah, dimana penipisan karbon tanah menyebabkan penurunan KTK tanah.

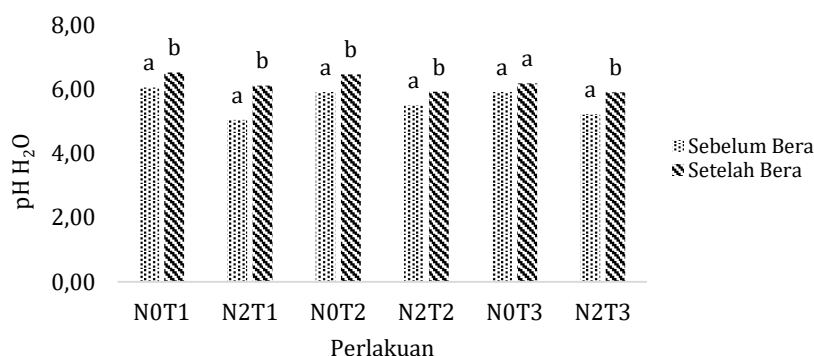
Data penelitian (Tabel 1) pada masa sebelum bera, pH tanah pada perlakuan pemupukan N memiliki pH masam sedangkan pada perlakuan tanpa pemupukan memiliki pH agak masam di kondisi pengolahan tanah yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan N memberi pengaruh terhadap penurunan pH tanah. Pupuk N yang diaplikasikan pada lahan penelitian adalah pupuk urea yang ketika terhidrolisis di tanah dapat meningkatkan kemasaman tanah. Menurut Shetty (2019), pemberian pupuk urea dapat mengakibatkan kemasaman tanah. Hasil ini juga memperlihatkan adanya tren peningkatan pH tanah antara sebelum bera dengan setelah bera pada seluruh kombinasi

perlakuan, dan tren peningkatan ini bersifat signifikan berdasarkan uji t berpasangan (Gambar 2), kecuali pada perlakuan tanpa aplikasi N dan tanpa olah tanah. Tren peningkatan ini menunjukkan masa bera menjadi faktor penyebab adanya peningkatan pH tanah. Penelitian Nkwopara *et al.* (2020) menyatakan bahwa masa bera dapat menaikkan nilai pH tanah. Hal ini berkaitan dengan pencucian basa-basa yang berkurang akibat tidak adanya kegiatan budidaya tanaman yang menyebabkan pH tanah meningkat.

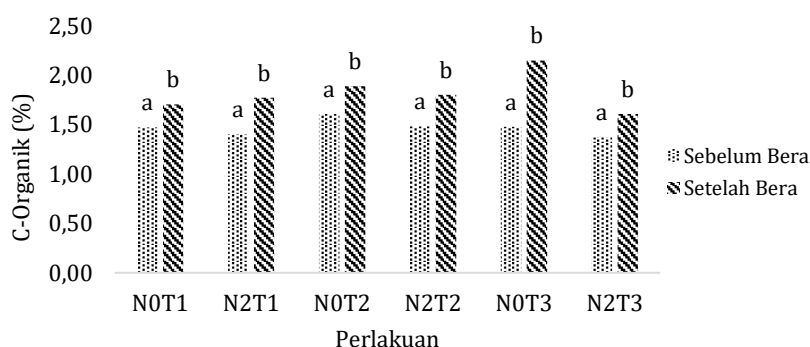
Tabel 1. Beberapa Sifat Kimia Tanah Sebelum dan Setelah Bera (Musim Tanam Ke-37) Akibat Pengaruh Jangka Panjang Praktik Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen.

Perlakuan	pH H ₂ O		C-organik (%)		KTK (cmol(+) kg ⁻¹)	
	Sebelum Bera	Setelah Bera	Sebelum Bera	Setelah Bera	Sebelum Bera	Setelah Bera
N0T1	6,05 ^{AM}	6,52 ^{AM}	1,47 ^R	1,70 ^R	15,91 ^R	15,62 ^R
N2T1	5,04 ^M	6,11 ^{AM}	1,40 ^R	1,77 ^R	12,61 ^R	15,30 ^R
N0T2	5,90 ^{AM}	6,46 ^{AM}	1,61 ^R	1,89 ^R	16,31 ^R	15,80 ^R
N2T2	5,49 ^M	5,92 ^{AM}	1,48 ^R	1,80 ^R	15,43 ^R	16,65 ^R
N0T3	5,91 ^{AM}	6,17 ^{AM}	1,48 ^R	2,15 ^S	15,96 ^R	14,98 ^R
N2T3	5,22 ^M	5,90 ^{AM}	1,37 ^R	1,61 ^R	14,61 ^R	21,55 ^S

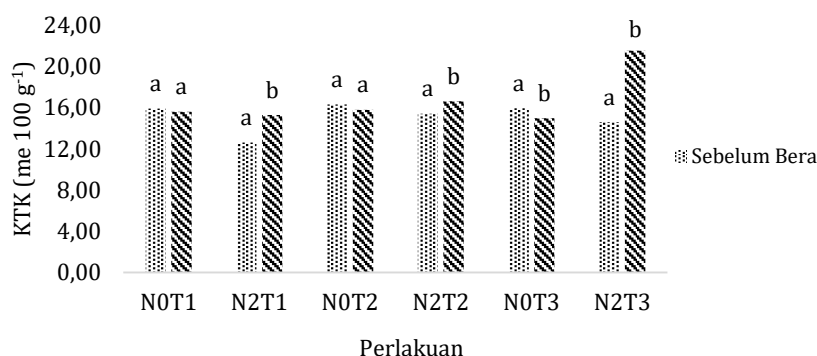
Keterangan: N0T1 = Tanpa pemupukan N+olah tanah intensif, N0T2 = Tanpa pemupukan N+olah tanah minimum, N0T3 = Tanpa pemupukan N+tanpa olah tanah, N2T1 = pemupukan N+olah tanah intensif, N2T2 = pemupukan N+olah tanah minimum, dan N2T3 = pemupukan N+tanpa olah tanah. Kriteria penilaian hasil analisis tanah Eviati *et al.* (2023): R = rendah; S = sedang; M = masam; AM = agak masam.



Gambar 2. pH Tanah Akibat Pengaruh Jangka Panjang Praktik Olah Tanah dan Pemupukan N pada Sebelum dan Setelah Bera (Musim Tanam 37) Berdasarkan Hasil Uji t Berpasangan (*Pair t-test*). Angka dengan Huruf Sama Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji t Berpasangan.



Gambar 3. C-Organik Tanah Akibat Pengaruh Jangka Panjang Praktik Olah Tanah dan Pemupukan N pada Sebelum dan Setelah Bera (Musim Tanam 37) Berdasarkan Hasil Uji t Berpasangan (*Pair t-test*). Angka dengan Huruf Sama Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji t Berpasangan.



Gambar 4. KTK Tanah Akibat Pengaruh Jangka Panjang Praktik Olah Tanah dan Pemupukan N pada Sebelum dan Setelah Bera (Musim Tanam 37) Berdasarkan Hasil Uji t Berpasangan (*Pair t-test*). Angka dengan Huruf Sama Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji t Berpasangan.

Kandungan C-organik masa sebelum bera memiliki kriteria rendah yang berkisar 1,37 – 1,61%, sedangkan masa setelah bera menunjukkan adanya tren peningkatan kandungan C-organik tanah pada seluruh kombinasi perlakuan dibandingkan sebelum masa bera, dengan nilai berkisar 1,61 – 2,15% (Tabel 1) dan tren peningkatan ini bersifat signifikan berdasarkan uji t berpasangan (Gambar 3). Adanya tren peningkatan kandungan C-organik tanah pada masa setelah bera diduga karena sebelum masa bera tanaman yang ditanam adalah tanaman legum yang diketahui merupakan pupuk hijau yang merupakan sumber bahan organik dan nitrogen. Adanya pembiaran sisa tanaman legum dan gulma yang tumbuh di lahan menjadi penutup tanah yang mampu meminimalisir kehilangan bahan organik tanah baik akibat erosi dan *run off* maupun *leaching*. Selain itu juga menjadi sumber bahan organik tanah. Hal inilah yang menyebabkan kandungan C-organik tanah mengalami peningkatan setelah masa bera. Penelitian Nkwopara *et al.* (2020) menyatakan bahwa lahan bera memiliki lebih besar kandungan karbon organik dan bahan organik, serta total basa yang dapat dipertukarkan daripada lahan pertanian intensif. Penyebabnya adalah massa dari bahan organik meningkat selama masa bera, seperti serasah tanaman, sisa akar tanaman sebelumnya, vegetasi yang tumbuh saat bera, dimana massa organik ini akan terdekomposisi menjadi bahan organik tanah dan peningkatannya dapat meningkatkan kesuburan tanah Ultisol setelah masa bera.

KTK tanah pada masa sebelum bera memiliki kriteria rendah (Tabel 1). Hasil penelitian ini menunjukkan adanya tren peningkatan KTK tanah pada perlakuan pemupukan N setelah masa bera dibandingkan sebelum masa bera. Pada perlakuan tanpa pemupukan N terjadi tren penurunan KTK tanah pada masa setelah bera dibandingkan sebelum masa bera. Tren perubahan KTK tanah antara sebelum masa bera dengan setelah masa bera bersifat signifikan berdasarkan uji t berpasangan (Gambar 4). Penyebabnya yaitu adanya residu N yang berasal dari pemupukan N dari kegiatan budidaya sebelumnya. Hal ini menstimulus laju proses dekomposisi bahan organik sehingga menghasilkan humus yang memiliki peranan dalam meningkatkan KTK tanah. Sebaliknya, tidak adanya pemupukan N pada pertanian sebelumnya menyebabkan pada masa bera proses dekomposisi bahan organik berjalan lebih lambat dibandingkan adanya pemupukan N. Zhang *et al.* (2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian N dapat meningkatkan laju dekomposisi serasah. Dekomposisi residu tanaman diuraikan sehingga menghasilkan materi organik terlarut dan substansi organik yang lebih kompleks atau humus yang mampu meningkatkan KTK tanah (Wershaw, 2004).

Perlakuan pemupukan N dan tanpa olah tanah memiliki KTK tanah tertinggi pada setelah masa bera. Pada perlakuan ini terjadi peningkatan KTK tanah diduga, selain karena adanya pemupukan N pada pertanian sebelumnya menyisakan residu N yang dapat memacu laju proses dekomposisi bahan organik sehingga menghasilkan humus, peningkatan KTK juga diduga pengaruh praktik tanpa olah tanah. Praktik ini artinya tanpa gangguan pada tanah dan permukaan tanahnya dilindungi

dengan mulsa. Hal ini dapat menyebabkan laju dekomposisi bahan organik tanah diperlambat dan juga meminimalisir terjadinya kehilangan bahan organik tanah karena mampu menekan terjadinya erosi dan *run off* tanah, sehingga bahan organik tanah bertahan lebih lama di tanah dan berkontribusi terhadap peningkatan KTK tanah. Menurut Nkwopara *et al.* (2020), masa bera akan meningkatkan massa bahan organik, seperti seresah dan sisa-sisa perakaran dari budidaya sebelumnya, hingga vegetasi yang tumbuh saat bera, sebagai sumber bahan organik. Berdasarkan data beberapa sifat kimia Ultisol (pH tanah, C-organik, dan KTK) pada penelitian ini menunjukkan bahwa masa bera bersama pengelolaan olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang berkontribusi terhadap perbaikan sifat kimia Ultisol.

3.2 Beberapa Sifat Kimia Tanah Setelah Masa Bera (Musim Tanam 37) Akibat Pengaruh Jangka Panjang Pengolahan Tanah dan Pemupukan N di Ultisol

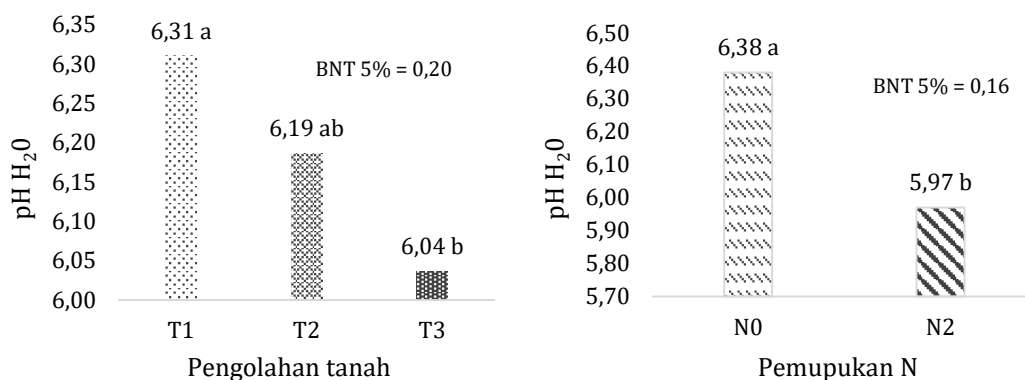
Salah satu bagian penting pada kegiatan budidaya adalah ketepatan pemilihan praktik olah tanah dan pemupukan. Ketidaktepatan dalam memilih metode pengolahan tanah dan pemupukan dapat menyebabkan terjadinya degradasi tanah. Penelitian (Tabel 2 dan Gambar 5) memperlihatkan adanya pengaruh signifikan pada pH tanah setelah masa bera akibat pengaruh jangka panjang dari praktik olah tanah dan pemupukan N. Namun, C-organik dan KTK tanah tidak dipengaruhi praktik ini. Praktik olah tanah intensif memiliki nilai pH tanah tertinggi, signifikan lebih tinggi dari praktik tanpa olah tanah, namun pada praktik olah tanah minimum tidak berbeda signifikan. Selain itu, pH tanah tertinggi pada masa bera yaitu petak perlakuan tanpa pemupukan N.

Praktik olah tanah intensif memiliki pH tanah tertinggi diduga karena tingginya laju pelapukan bahan organik. Penyebabnya yaitu tanah pada praktik ini digemburkan dengan alat pengolahan tanah dan menyebabkan hancurnya agregat tanah. Hal ini menyebabkan peningkatan porositas tanah yang artinya memperbesar ruang bagi oksigen di tanah yang akan mendorong terjadinya laju dekomposisi bahan organik meningkat dan melepaskan kation-kation basa yang dapat meningkatkan pH tanah. Berbeda dengan olah tanah minimum yang praktik olahnya seperlunya dan praktik tanpa olah tanah dengan tidak sama sekali melakukan pengolahan tanah yang menyebabkan porositas tanah pada

Tabel 2. Beberapa Sifat Kimia Tanah Setelah Masa Bera (Musim Tanam 37) Akibat Pengaruh Jangka Panjang Pengolahan Tanah dan Pemupukan Nitrogen

Perlakuan	pH H ₂ O	C-organik (%)	KTK (me 100 g ⁻¹)
N0T1	6,52 ± 0,11	1,70 ± 0,13	15,62 ± 0,28
N2T1	6,11 ± 0,15	1,77 ± 0,25	15,30 ± 2,03
N0T2	6,46 ± 0,09	1,89 ± 0,62	15,80 ± 1,06
N2T2	5,92 ± 0,19	1,80 ± 0,09	16,65 ± 2,39
N0T3	6,17 ± 0,31	2,15 ± 0,30	14,98 ± 0,72
N2T3	5,90 ± 0,12	1,61 ± 0,08	21,55 ± 5,87
Uji F	**	tn	tn
	F-hitung		
T	4,30*	0,39 ^{tn}	2,10 ^{tn}
N	28,60**	1,91 ^{tn}	4,19 ^{tn}
TxN	1,04 ^{tn}	1,82 ^{tn}	3,39 ^{tn}

Keterangan: N0T1 = Tanpa pemupukan N+olah tanah intensif, N0T2 = Tanpa pemupukan N+olah tanah minimum, N0T3 = Tanpa pemupukan N+tanpa olah tanah, N2T1 = pemupukan N+olah tanah intensif, N2T2 = pemupukan N+olah tanah minimum, dan N2T3 = pemupukan N+tanpa olah tanah.



Gambar 5. Nilai pH H₂O akibat pengaruh jangka panjang praktik olah tanah dan pemupukan N setelah masa bera (musim tanam 37) di Ultisol. Angka dengan huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%. T1 = olah tanah intensif, T2 = olah tanah minimum, T3 = tanpa olah tanah, N0 = tanpa pemupukan N, dan N2 = pemupukan N.

perlakuan ini akan lebih rendah dan laju pelapukan bahan organik pada lahan menjadi lambat. Tingginya pH tanah pada masa bera pada petak perlakuan tanpa pemupukan N dari pada dengan pemupukan N menunjukkan bahwa residu pupuk N diduga mempengaruhi pH tanah yang kemudian menyebabkan penurunan pH tanah pada petak tersebut. Hasnat *et al.* (2022) menyatakan bahwa nitrogen meningkatkan mineralisasi karbon (C) dan menunjukkan bahwa optimalisasi N sangat penting untuk memastikan pertambahan C tanah. Yang *et al.* (2025) juga menyatakan bahwa keberadaan nitrogen menambah akumulasi karbon tanah labile dan memengaruhi stabilitas total C.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kandungan C-organik dan KTK tanah pada masa bera tidak berbeda signifikan pada seluruh perlakuan, baik olah tanah maupun pemupukan N jangka panjang. Padahal, masa bera adalah mengistirahatkan tanah dengan tidak memanfaatkan lahan untuk kegiatan pertanian. Nkwopara *et al.* (2020) mengemukakan bahwa pada masa bera terjadi perombakan bahan organik secara alami dari sisa tanaman dan gulma. Pada akhir proses tersebut akan menghasilkan humus yang berperan dalam peningkatan KTK tanah. Tidak adanya perbedaan signifikan pada seluruh perlakuan terhadap C-organik tanah dikarenakan efek pengolahan tanah terhadap C-organik tanah dapat disebabkan pengaruh variasi alami tanah maupun kondisi lingkungan (iklim, tekstur, kandungan mineral liat, aktivitas mikroba, dan lain-lain), sehingga kombinasi perlakuan tidak selalu menghasilkan perubahan yang sama pada kadar karbon (Wuest *et al.*, 2023). Sedangkan efek dari penambahan nitrogen dapat meningkatkan biomassa tanaman namun juga mempercepat dekomposisi mikroba, sehingga kandungan SOC tidak selalu meningkat secara signifikan (Chu *et al.*, 2024). Menurut Putri *et al.* (2024), kandungan C-organik berkorelasi positif dengan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, sehingga peningkatan C-organik dapat meningkatkan KTK. Perubahan kandungan C-organik tanah akan memengaruhi nilai KTK, dan sebaliknya.

4. KESIMPULAN

Masa bera berpengaruh positif terhadap sifat kimia Ultisol pada tahun tanam ke-37. Sifat kimia tanah Ultisol antara sebelum masa bera dengan setelah masa bera menunjukkan bahwa pH tanah dan kandungan C-organik mengalami peningkatan secara signifikan pada hampir seluruh perlakuan, sedangkan KTK tanah mengalami peningkatan pada perlakuan pemupukan nitrogen, namun pada perlakuan tanpa pemupukan nitrogen menunjukkan penurunan KTK.

Perlakuan pemupukan nitrogen dan olah tanah mempengaruhi kemasaman tanah pada masa bera. pH tanah tertinggi yaitu pada perlakuan praktik olah tanah intensif dan tanpa pemupukan

nitrogen jangka panjang secara tunggal dibandingkan perlakuan lainnya. Sedangkan kandungan C-Organik dan KTK tanah tidak dipengaruhi oleh praktik olah tanah maupun pemupukan nitrogen jangka panjang.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan disampaikan ke LPPM Unila untuk kontribusi pendanaan terhadap penerbitan jurnal dan kepada Politeknik Negeri Lampung yang memberikan fasilitas di lahan percobaan penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Angon, P.B., N. Anjum, Mst. M. Akter, Shreejana KC, R.P. Suma, & S. Jannat. 2023. An overview of the impact of tillage and cropping systems on soil health in agricultural practices. *Advances in Agriculture*. Article ID. 8861216: 1-14.
- Chu, H., W. Su, S. Fan, X. He, & Z. Huang. 2024. Impact of nitrogen fertilizer application on soil organic carbon and its active fractions in Moso Bamboo Forests. *Forests*. 15: 1483.
- Cruz-Macías, W.O., L.A. Rodríguez-Larramendi, M.Á. Salas-Marina, V. Hernández-García, R.A. Campos-Saldaña, M.H. Chávez-Hernández, & A. Gordillo-Curiel. 2020. Effect of organic matter and cation exchange capacity on the acidity of soils cultured with corn in two regions of Chiapas, Mexico. *Revista Terra Latinoamericana*. 38(3): 475–480.
- Duan, Y., M. Cao, W. Zhong, Y. Wang, Z. Ni, M. Zhang, J. Li, Y. Li, X. Meng, & L. Wu. 2024. Moderate N fertilizer reduction with straw return modulates cropland functions and microbial traits in a meadow soil. *Soil*. 10(2): 779–794.
- Eviati, S., L. Herawaty, L. Anggria, Usman, H.E. Tantika, R. Prihatini, & P. Wuningrum. 2023. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Bogor.
- Haddaway, N.R., K. Hedlund, L. E. Jackson, T. Kätterer, E. Lugato, I.K. Thomsen, H. B. Jørgensen, & P. Isberg. 2017. How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. *Environmental Evidence*. 6(30): 1-48.
- Hasnat, M., M.A. Alam, M. Khanam, B.I. Binte, M.H. Kabir, M.S. Alam, M.Z.U. Kamal, G.K.M.M. Rahman, M.M. Haque, & M.M. Rahman. 2022. Effect of nitrogen fertilizer and biochar on organic matter mineralization and carbon accretion in soil. *Sustainability*. 14: 3684.
- Idwar, Nelvia, Irfandri, N. Lubis, & S. Veronica. 2025. Analisis sifat kimia Ultisol setelah pemberian kompos solid dan fly ash batubara. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 27(1): 1-6.
- Jakab, G., B. Madarász, M. Masoudi, M. Karlik, C. Király, D. Zacháry, T. Filep, I. Dekemati, C. Centeri, T. Al-Graiti, & Z. Szalai. 2023. Soil organic matter gain by reduced tillage intensity: Storage, pools, and chemical composition. *Soil and Tillage Research*. 226: 105584.
- Kintché, K., H. Guibert, B. Bonfoh, & P.A. Tittonell. 2015. Long-term decline in soil fertility and responsiveness to fertiliser as mitigated by short fallow periods in sub-Saharan area of Togo. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 101(3): 333–350.
- Lin, H., C.M. Jing, & J.H. Wang. 2014. The influence of long-term fertilization on soil acidification. *Advanced Materials Research*. 955–959: 3552–3555.
- Nkwopara, U.N., C.M. Ahukaemere, C.O. Ezekwere, S.U. Onwudike, & A.F. Osi. 2020. Characterization and classification of selected soil under different land fallow length in an Ultisol in a humid tropical environment. *International Academic Journal of Applied Bio-Medical Sciences*. 1(1): 1–8.

- Putri, T. J., M. Sule, & B. Fitriatin. 2024. Analisis korelasi karakteristik tanah (P tersedia, bakteri pelarut fosfat, C organik, dan kapasitas tukar kation) terhadap produktivitas jagung di Kecamatan Cibugel, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 11(1): 81-86.
- Ramos, F.T., E.F.C. Dores, O.L.D.S. Weber, D.C. Beber, J.H. Jr. Campelo, & J.C.S. Maia. 2018. Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. *J Sci Food Agric*. 98(9):3595-3602.
- Ren, K., M. Xu, R. Li, L. Zheng, S. Liu, S. Reis, H. Wang, C. Lu, W. Zhang, H. Gao, Y. Duan, & B. Gu. 2022. Optimizing nitrogen fertilizer use for more grain and less pollution. *Journal of Cleaner Production*. 360: 132180.
- Tamuli, T.M. & P. Bhattacharya . 2025. Effects of jhum (shifting) cultivation fallow period on soil physicochemical properties, West Garo Hills District, Meghalaya, India. *Indian Journal of Science and Technology*. 18(27): 2214-2220.
- Sangotayo, A.O., J. Chellappa, U. Sekaran, S. Bansal, P. Angmo, P. Jasa, S. Kumar, & J. Iqbal. 2023. Long-term conservation and conventional tillage systems impact physical and biochemical soil health indicators in a corn–soybean rotation. *Soil Science Society of America Journal*. 87: 1056–1071.
- Shetty, P., C. Acharya, & N. Veeresh. 2019. Effect of urea fertilizer on the biochemical characteristics of soil. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*. 7(4): 414–420.
- Sun, Q., P. Zhang, X. Liu, H. Zhang, S. Liu, X. Sun, & Jiang W. 2023. Long-term tillage alters soil properties and rhizosphere bacterial community in lime concretion black soil under winter wheat–summer maize double-cropping system. *Agronomy*. 13(3): 790.
- Temjen, W., M.R. Singh, & T. Ajungla. 2022. Effect of shifting cultivation and fallow on soil quality index in Mokochung district, Nagaland, India. *Ecol Process*. 11: 42.
- Thom, W.O. & M. Utomo. 1991. Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Thomas, G.A., R.C. Dalal, & J. Standley. 2007. No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. *Soil and Tillage Research*. 94(2) : 295-304.
- Wang, H., S. Wang, Q. Yu, Y. Zhang, R. Wang, J. Li, & X. Wang. 2020. No tillage increases soil organic carbon storage and decreases carbon dioxide emission in the crop residue–returned farming system. *Journal of Environmental Management*. 261: 110261.
- Wapongnungsang, E. Ovung, K.K. Upadhyay, & SK. Tripathi. 2021. Soil fertility and rice productivity in shifting cultivation: impact of fallow lengths and soil amendments in Lengpui, Mizoram northeast India. *Heliyon*. 7(4):e06834.
- Wati, K.R., R. Hazriani, & R. Manurung. 2025. Evaluasi status kesuburan tanah Ultisol pada dua penggunaan lahan di Desa Pak Bulu Kecamatan Anjongan Kabupaten Mempawah. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 12(1): 107-116.
- Wershaw, R.L. 2004. Evaluation of conceptual models of natural organic matter (humus) from a consideration of the chemical and biochemical processes of humification. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
- Wuest, S.B., W.F. Schillinger, & S. Machado. 2023. Variation in soil organic carbon over time in no-till versus minimum tillage dryland wheat-fallow. *Soil and Tillage Research*. 229: 105677.
- Yang, X., S. Ma, E. Huang, D. Zhang, G. Chen, J. Zhu, C. Ji, B. Zhu, L. Liu, & J. Fang. 2025. Nitrogen addition promotes soil carbon accumulation globally. *Sci China Life Sci*. 68(1): 284-293.
- Yao, W., Q. Liu, Y. Wen, K.Z. Mganga, B. Tian, Y. Yang, Z. Zeng, Z. Qi, D.L. Jones, & H. Zang. 2025. Increased seasonal fallow intensity enhanced the soil fertility of latosol in a tropical multi-cropping region. *Soil and Tillage Research*. 246: 106362.

- Zhang, L., Z. Zhao, B. Jiang, B. Baoyin, Z. Cui, H. Wang, Q. Li, & J. Cui. 2024. Effects of long-term application of nitrogen fertilizer on soil acidification and biological properties in China: a meta-analysis. *Microorganisms*. 12(8):1683.
- Zhang, J., J. Zhou, H. Lambers, Y. Li, Y. Li, G. Qin, M. Wang, J. Wang, Z. Li, & F. Wang. 2022. Nitrogen and phosphorus addition exerted different influences on litter and soil carbon release in a tropical forest. *Science of The Total Environment*. 832: 155049.