

Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kesuburan Fisik dan Kimia Tanah Pasiran

Aura Anindita Siregar^{*)}, Enny Rahayu, Fani Ardiani

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi: auraanindita204@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh macam kompos dan lama inkubasi terhadap kesuburan fisik dan kimia tanah pasiran. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Institut Pertanian Stiper Yogyakarta pada periode Januari sampai Maret 2026. Desain penelitian yang diterapkan yaitu Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama berupa jenis kompos yang terdiri atas 4 taraf, meliputi kontrol, kompos tkks, kompos kotoran sapi dan kompos *Mucuna bracteata*. Faktor kedua berupa waktu inkubasi yang memiliki 3 taraf, meliputi 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu. Kombinasi dari kedua faktor tersebut menghasilkan 12 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga total unit percobaan yang digunakan berjumlah 36 sampel. Evaluasi kelas kesuburan tanah mengacu pada kriteria harkat klas kesuburan tanah. Analisis data dilakukan dengan uji ANOVA pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji beda DMRT. Parameter yang diamati meliputi sifat fisik tanah berubah tekstur, BV, BJ dan porositas. Selain itu juga diamati sifat kimia tanah meliputi pH tanah, kandungan C-organik dan KTK tanah.

Kata Kunci: Kompos, Lama Inkubasi, Tanah Pasiran, Kesuburan Tanah.

PENDAHULUAN

Luas perkebunan kelapa sawit yang berkembang pesat menyebabkan semakin berkurangnya ketersediaan lahan dengan tingkat kesuburan tinggi. Kondisi ini mendorong pemanfaatan lahan suboptimal, termasuk lahan berpasir, yang memiliki berbagai kendala bagi pertumbuhan tanaman (Setiawan dkk., 2023). Pemanfaatan lahan pasiran juga dianggap belum optimal karena berbagai kendala, seperti daya ikat air yang rendah, sedikitnya bahan organik dan nutrisi, serta struktur tanah yang mudah terurai (Aprilia & Sukur, 2022).

Tanah berpasir mempunyai pori-pori besar dan struktur yang mudah lepas, sehingga kapasitas menahan air dan hara menjadi sangat rendah. Upaya perbaikan dapat diberikan adalah menambahkan bahan organik yang berfungsi meningkatkan daya simpan air. Penambahan bahan organik telah terbukti efektif memperbaiki sifat fisik tanah berpasir, sekaligus meningkatkan kualitas kimia dan biologi tanah (Tria Santari dkk., 2021). Selain sifat fisik, sifat kimia tanah juga harus sesuai dengan kebutuhan tanaman, seperti tersedianya unsur hara esensial, kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), serta pH yang optimal. KTK merupakan kemampuan tanah mengikat dan menukarkan kation, sehingga KTK yang tinggi menunjukkan tanah mampu menyediakan unsur hara dengan lebih baik. Kandungan bahan organik sangat berperan dalam meningkatkan KTK karena unsur hara dalam tanah umumnya terikat pada permukaan koloid tanah.

Tingkat kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik yang terdapat di dalamnya, sehingga keberadaan bahan organik memegang peranan penting dalam menjaga kualitas tanah. Bahan organik berasal dari sisa-sisa tumbuhan, hewan maupun organisme lainnya yang mengalami proses penguraian secara bertahap oleh mikroorganisme di dalam tanah. Setelah mengalami dekomposisi, bahan organik memberikan manfaat bagi tanah, di antaranya meningkatkan pembentukan agregat yang lebih mantap, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap dan menyimpan air. Oleh karena itu, bahan organik banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah melalui pemberian kompos atau bahan organik lain yang telah mengalami proses dekomposisi sehingga unsur-unsur yang terkandung di dalamnya lebih mudah dimanfaatkan oleh tanah (Praditya dkk., 2025).

TKKS merupakan limbah organik yang jumlahnya berkisar 20–27% dari total Tandan Buah Segar (TBS) yang diproses. Kompos TKKS mengandung unsur hara seperti sebesar N 1,5%, sebesar P 0,3%, sebesar K 2,00%, sebesar Ca 0,72%, sebesar Mg 0,4% dan rasio C/N 15,03 serta kadar air 45–50% (Fauzi & Puspita, 2017). Secara umum, pupuk kandang sapi mengandung unsur hara makro berupa N sebesar 0,60%, P (P_2O_5) sebesar 0,15%, dan K (K_2O) sebesar 0,45%. Selain sebagai sumber hara, pupuk kandang sapi berperan dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas dan kemampuan infiltrasi, serta mempertahankan kesuburan tanah secara berkelanjutan (Rahmayuni dkk., 2025). Banyak kebun yang tidak memanfaatkan atau bahkan membuang sisa-sisa tanaman dari *Mucuna bracteata* sebagai sumber nutrisi dan bahan organik. *Mucuna bracteata* sebagai material organik memiliki kandungan N sebesar 3,71%, P 0,38%, K 2,92%, Ca 2,02%, Mg 0,36%, C-organik 31,4% dan rasio C/N 8,46% (Wahyuni dkk., 2020).

Inkubasi tanah bertujuan untuk mendukung proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah (Dwiratna & Suryadi, 2017). Dalam penelitian ini, sebelum mengukur sifat fisik dan kimia tanah, inkubasi dilakukan terlebih dahulu agar kompos memiliki waktu yang cukup untuk berinteraksi dengan tanah serta menjalani proses dekomposisi dan mineralisasi. Pada 2–4 minggu pertama, biasanya sudah terlihat peningkatan aktivitas mikroba, sedikit kenaikan pH, dan mulai terbentuk struktur tanah yang lebih baik. Jika inkubasi diperpanjang hingga 6–8 minggu, perbaikan tanah menjadi lebih jelas, seperti meningkatnya kapasitas tukar kation, ketersediaan hara, serta kemampuan tanah menahan air. Pada inkubasi lebih dari 8 minggu, bahan organik umumnya telah terurai dengan baik sehingga kandungan C-organik meningkat dan tanah menjadi lebih stabil. Oleh karena itu, lama inkubasi sangat berpengaruh terhadap kualitas tanah pasiran sebelum digunakan untuk kegiatan budidaya (Mulyani dkk., 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Institut Pertanian Stiper Yogyakarta pada periode Januari sampai Maret 2026. Desain penelitian yang diterapkan yaitu Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama berupa jenis kompos yang terdiri atas 4 taraf, meliputi kontrol, kompos tkks, kompos kotoran sapi dan kompos *Mucuna bracteata*. Faktor kedua berupa waktu inkubasi yang memiliki 3 taraf, meliputi 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu. Kombinasi dari kedua faktor tersebut menghasilkan 12 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga total unit percobaan yang digunakan berjumlah 36 sampel. Evaluasi kelas kesuburan tanah mengacu pada kriteria harkat klas kesuburan tanah. Analisis data dilakukan dengan uji ANOVA pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji beda DMRT.

Parameter yang diamati meliputi sifat fisik tanah berubah tekstur, BV, BJ dan porositas. Selain itu juga diamati sifat kimia tanah meliputi pH tanah, kandungan C-organik dan KTK tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil sidik ragam, terdapat interaksi yang nyata antara macam kompos dan lama inkubasi terhadap parameter kesuburan fisik dan kimia tanah pasiran, kecuali BV dan C-Organik tanah.

Tabel 1. Kombinasi macam kompos dan lama inkubasi terhadap seluruh parameter

Perlakuan	Tekstur	BV	BJ	Porositas	pH	C-Organik	KTK
K0M1	81,39 b	1,16 a	2,33 b	49,38 abc	6,66 d	3,94 a	1,66 c
K0M2	80,83 b	1,10 a	2,65 a	58,47 a	7,70 a	4,63 a	2,00 bc
K0M3	71,31 d	1,22 a	2,24 b	45,35 abcd	6,73 cd	4,87 a	3,00 a
K1M1	81,40 b	1,03 a	2,14 b	51,51 ab	6,30 f	4,21 a	1,66 c
K1M2	81,79 b	1,05 a	1,58 cd	33,69 d	7,36 b	4,79 a	3,00 a
K1M3	74,79 c	1,16 a	1,70 cd	30,94 d	7,36 b	5,02 a	3,00 a
K2M1	85,50 a	1,06 a	2,11 b	49,55 abc	6,50 e	4,27 a	2,00 bc
K2M2	81,01 b	1,02 a	1,79 bc	42,91 bcd	6,86 c	3,77 a	2,66 b
K2M3	75,60 c	1,05 a	1,71 cd	36,53 cd	6,00 gh	4,12 a	2,00 bc
K3M1	83,12 ab	1,19 a	2,12 b	43,80 bcd	5,46 i	3,55 a	3,00 a
K3M2	82,45 ab	1,07 a	1,86 c	42,27 bcd	6,73 cd	5,55 a	3,00 a
K3M3	75,74 c	1,09 a	1,76 cd	37,69 bcd	5,90 h	4,29 a	2,00 bc

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama itu menunjukkan interaksi nyata berdasarkan DMRT pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil penelitian pada tabel 1 macam kompos dan lama inkubasi menunjukkan interaksi nyata pada beberapa parameter dan menunjukkan tidak ada interaksi nyata pada beberapa parameter. Pada kombinasi perlakuan pada parameter tekstur, kandungan pasir paling rendah ada pada perlakuan K0M3 yaitu sebesar 71,31 % sedangkan kandungan pasir paling tinggi ada pada perlakuan K2M1 yaitu sebesar 85,50 %. Tanah dengan fraksi pasir tinggi memiliki pori-pori besar yang mendukung respirasi tanaman, namun kemampuan menahan air menjadi rendah sehingga kelembapan tanah berkurang. Kondisi tanah yang kering dengan kelembapan rendah menyebabkan proses penguraian bahan organik serta penyerapan unsur hara menjadi terhambat ini (Solekhah dkk., 2024).

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara macam kompos dan lama inkubasi terhadap BV tanah. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh berbagai jenis kompos terhadap BV tanah tidak dipengaruhi oleh lama inkubasi yang diberikan. Sementara itu berat jenis tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang menunjukkan massa partikel padat tanah per satuan volume, tanpa memperhitungkan ruang pori (Aji dkk., 2024).

Hasil analisis porositas menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara macam kompos dan lama inkubasi terhadap sifat fosok tanah pasiran. Mengacu pada kriteria harkat kesuburan tanah, porositas pada semua perlakuan berada dalam rentang 30-50% dan tergolong sedang. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa tanah masih masih cukup baik dalam menyediakan ruang pori. Ruang pori tersebut berfungsi untuk kelancaran pergerakan air dan udara di dalam tanah sehingga pertumbuhan serta perkembangan akar tanaman dapat berjalan dengan optimal.

Perlakuan macam kompos dan lama inkubasi memberikan perbedaan terhadap nilai pH tanah. Nilai pH tanah tertinggi sebesar 7,70 dicapai pada perlakuan kontrol dengan inkubasi 8 minggu. Sementara itu, pH terendah 5,46 dicapai pada perlakuan kompos *Mucuna bracteata* dengan lama inkubasi 4 minggu. Secara keseluruhan, pH tanah pada semua perlakuan berkisar antara agak masam sampai netral. Nilai pH berperan penting terhadap kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman karena berkaitan erat dengan mikroorganisme tanah dan ketersediaan hara. Pada tanah yang bersifat sangat asam, kinerja bakteri pengurai bahan organik akan menurun sehingga penguraian bahan organik berjalan lambat. Dampaknya, bahan organik terakumulasi di dalam tanah dan penyerapan unsur hara oleh tanaman menjadi terhambat. Namun, pada pH yang mendekati netral, aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik dapat berjalan optimal. Hal ini menyebabkan unsur hara mudah tersedia di dalam tanah (Yanis, 2024).

Pada perlakuan macam kompos dan lama inkubasi menunjukkan tidak adanya interaksi nyata terhadap parameter C-organik tanah. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rerata pada setiap perlakuan yang relatif hampir sama serta notasi huruf yang sama pada masing-masing perlakuan. Meskipun demikian, secara umum nilai C-organik pada setiap perlakuan masih menunjukkan adanya perubahan selama proses inkubasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penambahan bahan organik dari berbagai macam kompos belum mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah secara signifikan dalam waktu inkubasi yang digunakan. Menurut penelitian terdahulu (Farrasati dkk., 2020), kandungan C-organik berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah serta keberlanjutan ekosistem tanah. Semakin tinggi kandungan C-organik, maka kondisi tanah cenderung menjadi lebih baik karena bahan organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation, memperbaiki struktur tanah, dan mendukung aktivitas mikroorganisme tanah.

Berdasarkan tabel tersebut, perlakuan macam kompos dan lama inkubasi menunjukkan adanya pengaruh terhadap nilai KTK tanah. Nilai KTK tertinggi diperoleh pada perlakuan tandan kosong kelapa sawit pada lama inkubasi 8 dan 12 minggu serta perlakuan *Mucuna bracteata* pada inkubasi 4 dan 8 minggu dengan nilai 3,00. Sementara itu, nilai KTK terendah terdapat pada perlakuan kontrol dan tandan kosong kelapa sawit pada inkubasi 4 minggu dengan nilai 1,66. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa pemberian bahan organik dan lama inkubasi tertentu mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan dan mempertukarkan unsur hara.

Tabel 2. Pengaruh macam kompos terhadap seluruh parameter tanah

Parameter	Macam Kompos			
	Kontrol	TKKS	Kotoran Sapi	<i>Mucuna Bracteata</i>
Tekstur	77,84 b	79,32 ab	80,70 a	80,44 a
BV	1,16 a	1,08 a	1,04 a	1,11 a
BJ	2,40 a	1,81 b	1,87 b	1,91 b
Porositas	51,06 a	38,71 b	43,00 b	41,34 b
pH	7,03 a	6,60 b	6,45 c	6,03 d
C-Organik	4,48 a	4,67 a	4,05 a	4,46 a
KTK	2,22 b	2,55 ab	2,22 b	2,66 a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda dalam satu baris menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT jenjang 5%.

Dari hasil penelitian pada tabel 2 macam kompos memberikan pengaruh nyata pada beberapa parameter dan tidak ada pengaruh nyata pada beberapa parameter. Berat volume tanah dipengaruhi oleh bagian rongga pori tanah, struktur tanah, pertumbuhan akar, aktivitas mikroorganisme dan peningkatan bahan organik (Mansyur dkk., 2023). Nilai BV tertinggi diperoleh pada perlakuan kompos *Mucuna bracteata* yaitu 1,12 g/cm³ sedangkan nilai BV terendah diperoleh pada perlakuan kompos kotoran sapi yaitu sebesar 1,04 g/cm³. Rendahnya nilai BV pada perlakuan kompos kotoran sapi diduga karena kandungan bahan organik yang lebih mudah terdekomposisi sehingga mampu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan pembentukan agregat yang lebih stabil. Kondisi tersebut menyebabkan tanah menjadi lebih gembur dan memiliki ruang pori yang lebih banyak, sehingga nilai BV menurun. Sebaliknya, pada perlakuan kompos *Mucuna bracteata* menghasilkan nilai BV yang tinggi, yang menunjukkan bahwa perbaikan struktur tanah yang terjadi belum sebesar pada perlakuan kompos sapi. Dari hasil pengamatan berat jenis tanah didapati berat jenis tanah terkecil pada perlakuan macam kompos TKKS dengan nilai 1,81 g/cm³ yang menunjukkan partikel tanah didominasi partikel yang lebih halus, sedangkan nilai berat jenis tertinggi pada perlakuan kontrol dengan nilai 2,41 yang menunjukkan partikel tanah didominasi oleh partikel tanah yang kasar.

Porositas tanah pada semua perlakuan macam kompos terdapat berbeda nyata pada perlakuan TKKS dengan nilai terendah 38,71 dan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 51,07. Perbedaan nilai porositas antar perlakuan diduga disebabkan oleh karakteristik bahan organik yang berbeda, baik dari segi kandungan bahan organik maupun kecepatan dekomposisinya. Bahan organik yang telah terdekomposisi dapat memengaruhi pembentukan agregat tanah dan distribusi pori tanah, sehingga berdampak pada nilai porositas yang dihasilkan.

Nilai pH tanah tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 7,03, sedangkan nilai pH terendah terdapat pada perlakuan *Mucuna bracteata* yaitu sebesar 6,03. Secara umum, nilai pH tanah pada seluruh perlakuan berada pada kisaran agak masam hingga netral. Nilai C-organik tanah pada setiap perlakuan masih menunjukkan adanya perubahan dari berbagai macam kompos, walaupun belum mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah. Peningkatan nilai KTK diduga terjadi karena proses dekomposisi bahan organik selama inkubasi menghasilkan muatan negatif yang mampu mengikat kation di dalam tanah. Semakin banyak bahan organik yang terdekomposisi, maka kemampuan tanah dalam menyerap unsur hara juga semakin meningkat.

Tabel 3. Pengaruh lama inkubasi terhadap seluruh parameter tanah

Parameter	Lama Inkubasi (Minggu)		
	4	8	12
Tekstur	82,85 a	81,52 a	74,36 b
BV	1,11 a	1,06 a	1,13 a
BJ	2,17 a	1,97 b	1,85 b
Porositas	48,56 a	44,33 a	37,69 b
pH	6,23 b	7,16 a	6,19 b
C-Organik	3,99 a	4,68 a	4,57 a
KTK	2,08 b	2,66 a	2,50 a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda dalam satu baris menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT jenjang 5%.

Dari hasil penelitian pada tabel 3 lama inkubasi memberikan pengaruh nyata pada beberapa parameter dan tidak ada pengaruh nyata pada beberapa parameter. Berdasarkan lama inkubasi pada parameter tekstur tanah, perlakuan 4 minggu umumnya memiliki kandungan pasir lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara itu, pada inkubasi 12 minggu kandungan pasir cenderung menurun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu inkubasi, bahan organik semakin terdekomposisi dan berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, terutama pada tanah bertekstur pasir yang memiliki kemampuan simpan air dan unsur hara rendah.

Perlakuan lama inkubasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap BV tanah diduga karena rentang waktu inkubasi yang digunakan belum mampu menghasilkan perubahan struktur tanah yang cukup besar untuk mempengaruhi BV secara signifikan. Selain itu, tanah bertekstur pasir yang digunakan dalam penelitian memiliki stabilitas struktur yang relatif rendah sehingga perubahan BV akibat proses dekomposisi bahan organik berlangsung secara lambat dan tidak berbeda nyata antar waktu inkubasi.

Pada parameter BJ dengan perlakuan lama inkubasi dengan nilai terendah 1,85 pada inkubasi 12 minggu dan nilai tertinggi pada inkubasi 4 minggu dengan nilai 2,18. Bahan organik berperan dalam merekatkan tanah, semakin banyak bahan organiknya maka berat volume dan berat jenis semakin rendah. Nilai berat jenis tanah dipengaruhi oleh komposisi penyusun tanah, terutama kandungan mineral dan bahan organik. Tanah yang memiliki kandungan mineral lebih tinggi umumnya menunjukkan nilai BJ yang lebih besar, sedangkan peningkatan kandungan humus cenderung menurunkan nilai BJ karena bahan organik memiliki massa jenis yang lebih rendah dibandingkan partikel mineral. Oleh karena itu, nilai berat jenis dapat digunakan sebagai indikator untuk menggambarkan karakteristik partikel padat yang terdapat di dalam tanah (Aji dkk., 2024).

Secara umum, rata-rata porositas tanah mengalami penurunan seiring bertambahnya lama inkubasi, penurunan tersebut menunjukkan adanya perubahan susunan partikel tanah selama proses inkubasi yang memengaruhi jumlah ruang pori tanah. Perubahan porositas dapat terjadi akibat proses dekomposisi bahan organik yang berlangsung selama masa inkubasi, sehingga memengaruhi struktur dan pembentukan agregat tanah.

Berdasarkan nilai rerata lama inkubasi, inkubasi 8 minggu memberikan nilai pH tertinggi yaitu 7,16 dibandingkan inkubasi 4 minggu sebesar 6,23 dan 12 minggu sebesar 6,50. Hal ini menunjukkan bahwa pada masa inkubasi 8 minggu proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih optimal sehingga mampu meningkatkan pH tanah. Namun, seiring bertambahnya waktu inkubasi, proses mineralisasi bahan organik dapat menghasilkan asam-asam organik yang menyebabkan pH tanah kembali menurun. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kemasaman (pH) tanah sangat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara bagi tanaman, karena nilai pH menunjukkan tingkat kemasaman atau kebasahan tanah (Hilungka dkk., 2020).

Secara umum nilai C-organik pada setiap perlakuan masih menunjukkan adanya perubahan selama proses inkubasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penambahan bahan organik dari berbagai macam kompos belum mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah secara signifikan dalam waktu inkubasi yang digunakan.

KESIMPULAN

1. Terdapat interaksi yang nyata antara macam kompos dan lama inkubasi terhadap kesuburan fisik dan kimia tanah pasiran kecuali BV dan C-Organik tanah.
2. Berbagai sumber bahan organik mampu mempengaruhi kesuburan fisik dan kimia tanah pasiran dan yang terbaik adalah kompos dari kotoran sapi.
3. Lama inkubasi selama 12 minggu mampu memperbaiki kesuburan fisik dan kimia tanah pasiran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, K., Nasution, L. A., Sufia, R., Robo, S., & Hartati, T. M. (2024). Karakteristik Geomorfologi Tanah pada Formasi Geologi Kuartar Gunung Api Holocen di Wilayah Kepulauan Maluku Utara. *Jurnal Ecosolum*. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v13i2.39868>
- Aprilia, R. L., & Sukur. (2022). Kajian Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Pada Tanah Berpasir Di Beberapa Wilayah Indonesia. <https://doi.org/https://doi.org/10.53863/agronu.v1i02.475>
- Dwiratna, S., & Suryadi, E. (2017). Pengaruh Lama Waktu Inkubasi Dan Dosis Pupuk Organik Terhadap Perubahan Sifat Fisik Tanah Inceptisol di Jatinangor. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2. <https://doi.org/10.33661/jai.v2i2.1182>
- Farrasati, R., Pradiko, I., Rahutomo, S., Sigit Sutarta, E., Santoso, H., & Hidayat, F. (2020). C-organik Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit Sumatera Utara: Status dan Hubungan dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Tanah dan Iklim*. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n2.2019.157-165>
- Fauzi, A., & Puspita, F. (2017). Pemberian Kompos TKKS dan Pupuk P Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Pembibitan Utama. Dalam *JOM FAPERTA* (Vol. 4, Nomor 2). <https://www.neliti.com/publications/200159/pemberian-kompos-tkks-dan-pupuk-p-terhadap-pertumbuhan-bibit-kelapa-sawit-elaeis>
- Hilungka, E., Bachri, S., Kubangun, S. H., & Baan, S. (2020). Karakteristik sifat fisik dan pH tanah pada lahan percobaan Manggoapi Fakultas Pertanian Universitas Papua Manokwari. *Jurnal Agrotek*. <https://faperta.unipa.ac.id/>
- Mansyur, N. I., Antonius, & Titing, D. (2023). Karakteristik Fisika Tanah pada Beberapa Lahan Budidaya Tanaman Hortikultura Lahan Marginal. Dalam *Jurnal Ilmiah Respati* (Vol. 14, Nomor Desember). <https://ejournal.urindo.ac.id/index.php/pertanian>
- Mulyani, S., Zahrah, S., Salman, S., Fathurrahman, & Ernita. (2024). Lama Masa Inkubasi Pupuk Organik Dan Anorganik Untuk Perbaikan Sifat Fisik Tanah Pada Persiapan Media Tanam Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Agrotek Tropika*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jat.v12i4.7254>
- Praditya, R. E. N., Putra, D. P., & Rahayu, E. (2025). Pemanfaatan By Product Kelapa Sawit Terhadap Kesuburan Tanah Pasiran. *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*. https://eprints.instiperjogja.ac.id/id/eprint/2974/10/Hasil%20Cek%20Turnitin%20Jurnal_22389.pdf
- Rahmayuni, E., Inggriani, T., Herman, W., & Elfarisna, D. (2025). Optimalisasi Pemanfaatan Pupuk Kandang Sapi terhadap Budidaya Jagung Ungu (*Zea mays* L. ceratina Kulesh). <https://doi.org/https://doi.org/10.33964/jp.v34i2.893>
- Santari, P. T., Amin, M., & Mulyawan, R. (2021). Perbaikan Sifat Tanah pada Lahan Berpasir Dengan Pemberian Pupuk Kandang dan Pupuk Hayati. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/2296>
- Setiawan, B., Andayani, N., & Rochmiyati, S. M. (2023). Aplikasi By Product pada Tanah Pasir dan Lempung terhadap Produktivitas Kelapa Sawit di Perkebunan Tanjung Paring Estate (Vol. 1). <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/848>
- Solekhah, B. A., Priyadarshini, R., & Maroeto. (2024). Kajian Pola Distribusi Tekstur Terhadap Bahan Organik Pada Berbagai Penggunaan Lahan. *Agricultural Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.37637/ab.v7i1.1571>

- Wahyuni, M., Maharany, R., & Dlm, A. C. H. (2020). Pengaruh Aplikasi Kompos Hijauan *Mucuna bracteata* dan Mikoriza Terhadap Kadar Hara P dan Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). Jurnal Agrium. <https://doi.org/10.29103/agrium.v17i2.2850>
- Yanis, M. N. (2024). Analisis Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Pada Lahan Agrowisata Politeknik Seruyan. Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan. <https://doi.org/https://doi.org/10.70134/penarik.v1i1.10>