

Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Aplikasi Limbah Cair Pabrik dan Janjang Kosong di PT. Buana Tunas Sejahtera, Seriang Estate, Kalimantan Barat

Ahmad Khairul Rifki Sitorus^{*)}, Dian Pratama Putra, Neny Andayani
Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi ahmadkhoirulrifkisitorus@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik, kimia dan data produksi kelapa sawit pada lahan kelapa sawit dengan aplikasi limbah cair pabrik dan janjang kosong di Seriang Estate, Kalimantan Barat. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Institut Pertanian Stiper Yogyakarta dan laboratorium Jungle Point pada tanggal 30 Januari 2025 sampai 26 Februari 2025. Pada penelitian ini ada 9 blok yang di analisis sifat fisik dan kimia, yaitu 3 blok untuk kontrol, 3 blok aplikasi Janjang Kosong dan 3 blok LCPKS. Pada masing-masing blok memiliki 2 kedalaman yaitu kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm dengan total sampel sebanyak 18 sampel. Penelitian ini juga membutuhkan data produksi dan data pemupukan selama 4 tahun terakhir yaitu dari tahun 2021 sampai dengan 2024. Data analisis sifat fisik dan kimia kemudian dilakukan uji t dengan uji DMRT pada jenjang nyata 5%, sedangkan untuk data produksi di uji dengan uji One Way ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan Kapasitas Tukar Kation memiliki perbedaan signifikan antara perlakuan, di mana nilai KTK pada tanah dengan aplikasi janjang kosong lebih rendah dibandingkan kontrol dan LCPKS. Sedangkan data produksi TBS tahun 2024 menunjukkan hasil signifikan, yaitu perlakuan janjang kosong menghasilkan produksi lebih rendah dibandingkan kontrol dan LCPKS, sementara tahun-tahun lainnya tidak berbeda nyata.

Kata Kunci: Sifat Fisik, Sifat Kimia, Janjang Kosong, Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) adalah tanaman perkebunan yang berperan signifikan sebagai sumber minyak nabati, yang dimanfaatkan untuk produksi minyak goreng dan biodiesel. Pengembangan kelapa sawit di Indonesia mulai dilakukan pada tahun 1970 dan mengalami perkembangan yang pesat pada dekade 1980-an. Perkebunan kelapa sawit memberikan keuntungan ekonomi yang tinggi bagi industri, sehingga mendorong terjadinya konversi lahan hutan menjadi perkebunan. Saat ini, Indonesia dikenal sebagai salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia, dengan persebaran perkebunan yang dominan di wilayah Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi.

Industri kelapa sawit merupakan salah satu penyumbang devisa terbesar bagi Indonesia. Dalam kurun waktu lima tahun terakhir, luas areal perkebunan kelapa sawit menunjukkan peningkatan yang signifikan, Pada tahun 2015 tercatat sekitar 11 juta hektare, lalu bertambah hingga melampaui 14 juta hektare pada tahun 2019. Peningkatan tersebut mencerminkan tingginya peran subsektor kelapa sawit dalam mendukung perekonomian nasional, baik melalui penyerapan tenaga kerja, penyediaan bahan baku industri, maupun kontribusinya terhadap ekspor minyak sawit mentah (CPO) (Ditjenbun, 2019). Kondisi tersebut berkaitan erat dengan adanya peningkatan permintaan terhadap kelapa sawit yang

mampu memberikan kontribusi dalam bentuk diversifikasi produk turunannya, baik pada sektor pangan, energi, maupun kosmetik. Namun demikian, peningkatan produksi industri kelapa sawit juga berimplikasi pada meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan. Secara umum, limbah industri kelapa sawit dapat dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat meliputi tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang, serabut, dan lumpur, sedangkan limbah cair terutama berasal dari sisa proses ekstraksi minyak yang dikenal sebagai limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) (Sitorus & Mardiana, 2020).

Limbah pada industri kelapa sawit merupakan buangan yang timbul selama proses pengolahan tandan buah segar menjadi produk utama. Secara umum, limbah tersebut dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu padat, cair, dan gas. Limbah cair dihasilkan dari kegiatan pengolahan minyak sawit mentah (CPO) serta inti sawit (kernel) di pabrik kelapa sawit (PKS). Sementara itu, limbah padat meliputi tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang atau tempurung, serabut, lumpur (*sludge*), serta bungkil. Adapun limbah gas terutama berasal dari emisi cerobong dan uap air yang dilepaskan selama proses produksi di PKS.

Pemupukan pada tanaman kelapa sawit memerlukan alokasi biaya yang paling tinggi, yaitu berkisar antara 40–60% dari total biaya pemeliharaan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menekan biaya pemupukan sekaligus meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan memanfaatkan bahan organik dalam bentuk kompos. Aplikasi kompos terbukti mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nitrogen oleh tanaman. Selain itu, kompos relatif mudah diperoleh, cepat diaplikasikan, serta lebih ekonomis dibandingkan dengan pupuk anorganik (Ariyanti *et al.*, 2018).

Pupuk organik berperan penting dalam memengaruhi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Dari sisi kimia, pupuk organik berfungsi sebagai sumber hara makro esensial, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang dibutuhkan tanaman. Dari sisi biologi, pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas organisme tanah, baik mikrofauna maupun makroflora, yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik serta siklus hara. Sementara itu, dari sisi fisik, pupuk organik mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, serta memperbaiki aerasi tanah sehingga mendukung pertumbuhan akar tanaman (Jenira *et al.*, 2016).

Limbah cair diklasifikasikan sebagai salah satu kelompok limbah yang memerlukan perhatian khusus karena berpotensi tinggi merusak lingkungan. Pada industri kelapa sawit, setiap produksi 1 ton minyak sawit dapat menghasilkan sekitar 5–7 ton Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) atau *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Limbah cair ini memiliki bau yang kurang sedap serta kandungan parameter *chemical oxygen demand* (COD) dan *biochemical oxygen demand* (BOD) yang sangat tinggi. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran serius terhadap lingkungan, khususnya terhadap kualitas air permukaan maupun air tanah di sekitarnya (Paramitadevi *et al.*, 2017).

Sistem kolam merupakan metode yang paling konvensional dan banyak digunakan dalam pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit. Sebagian besar pabrik kelapa sawit di Indonesia, yaitu lebih dari 85%, diketahui tetap mengandalkan sistem kolam sebagai teknologi utama dalam pengolahan limbahnya (Paramitadevi *et al.*, 2017). Namun, hanya sebagian kecil yang dioperasikan dalam skala penuh karena berbagai kendala, antara lain kinerja yang kurang memuaskan, kebutuhan penanaman modal dalam jumlah yang relatif besar, memerlukan lahan yang luas, menimbulkan bau tidak sedap, berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca, serta membutuhkan waktu retensi hidrolis yang relatif

lama (Suryawan *et al.*, 2020). Untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair pabrik kelapa sawit, berbagai metode alternatif mulai dikembangkan. Pada periode beberapa tahun terakhir, peneliti secara intensif telah melakukan pengkajian terhadap teknologi pengolahan baru sebagai solusi atas keterbatasan sistem kolam, salah satunya adalah *Advanced Oxidation Processes* (AOPs) atau proses oksidasi lanjutan (Saeed *et al.*, 2016). Selain itu, beberapa metode alternatif lain yang juga mulai dikembangkan antara lain membran filtrasi, koagulasi/flokulasi, dan adsorpsi. Meskipun saat ini sebagian besar masih diterapkan pada skala laboratorium, metode-metode tersebut telah menunjukkan potensi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah cair pabrik kelapa sawit.

Limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan dari industri kelapa sawit dan hingga saat ini pemanfaatannya masih terbatas. Jika cangkang buah kelapa sawit telah dimanfaatkan secara luas digunakan sebagai bahan bakar boiler di pabrik pengolahan, maka TKKS belum dimanfaatkan secara masif. Selama ini, TKKS umumnya hanya digunakan sebagai penimbun tanah atau diolah menjadi kompos, sementara sebagian besar lainnya dibiarkan menumpuk di sekitar pabrik. Penumpukan TKKS yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan, khususnya dalam bentuk peningkatan volume sampah organik (Gusman, 2016).

Pengolahan kelapa sawit di industri selain menghasilkan produk utama berupa minyak sawit, tetapi juga menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup besar. Apabila limbah tersebut tidak dikelola dengan baik, maka dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, setiap pabrik dituntut untuk melakukan pengolahan limbah secara terpadu dan berkelanjutan. Salah satu limbah padat yang dihasilkan dari proses pengolahan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), yang jumlahnya mencapai sekitar 23–30% dari total tandan buah segar (TBS) yang diolah. TKKS merupakan bahan organik yang kaya akan unsur hara sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah maupun sumber pupuk organik (Susilawati & Supijatno, 2015).

METODE PENELITIAN

Untuk menganalisis sifat Fisik dan kimia tanah diambil sampel tanah pada lahan yang diaplikasi pupuk LCPKS, JJK dan tanpa aplikasi. Pengambilan sampel menggunakan metode *stratified* dengan 3 kali pengulangan pada masing-masing tanah yang akan di analisis, titik pengambilan sampel dibuat menjadi 3 titik yang mana setiap titiknya berbeda blok untuk tiap aplikasi maupun tanpa aplikasi, yaitu 3 blok untuk kontrol, 3 blok untuk aplikasi JJK dan 3 blok untuk aplikasi LCPKS.

Pengambilan sampel menggunakan bor tanah yang kemudian tanah dimasukkan ke plastik dan diberi nama aplikasi, kedalaman, nama blok dan ulangan. Analisis dilakukan di laboratorium Institut Pertanian Stiper Yogyakarta, untuk data pendukung yang berupa data produksi selama 4 tahun dan data pemupukan pada lahan LCPKS, TKKS dan tanpa aplikasi yang di ambil di lahan PT. Buana Tunas Sejahtera. Analisis data sifat fisik dan kimia tanah dilakukan menggunakan uji t independen (independent sample t-test) untuk mengetahui perbedaan yang signifikan. Sementara itu, data produksi dianalisis menggunakan uji ANOVA satu arah (one-way analysis of variance) guna mengidentifikasi perbedaan yang signifikan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap sifat fisik tanah, kimia tanah, uji T, data produksi dan data pemupukan pada kedalaman 0–30 cm dan 30–60 cm di Blok J (kontrol), Blok K (perlakuan jangjang kosong), dan Blok M (perlakuan limbah cair pabrik) ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Sifat Fisik Tanah Pada Blok Kontrol, JJK dan LCPKS

Blok	Kedalaman	Tekstur tanah	Kepadatan Massa Tanah (g/cm ³)	Porositas Tanah (%)	Kapasitas Menahan Air	Warna Tanah
J16	0 - 30 cm	Pasir Berlempung	1,389	77,34	Sedang	Abu-abu gelap
J16	30 - 60 cm	Pasir Berlempung	1,338	81,12	Sedang	Abu-abu gelap
J17	0 - 30 cm	Lempung Berpasir	1,39	77,81	Sedang	Coklat pucat
J17	30 - 60 cm	Lempung Berpasir	1,775	63,34	Sedang	Abu-abu
J18	0 - 30 cm	Pasir Berlempung	1,566	68,77	Sedang	Coklat keabu-abuan
J18	30 - 60 cm	Pasir Berlempung	1,43	73,4	Sedang	Abu-abu
K17	0 - 30 cm	Lempung Berpasir	1,683	70,36	Sedang	Kuning
K17	30 - 60 cm	Lempung Berpasir	1,365	73,27	Sedang	Kuning kecoklatan
K18	0 - 30 cm	Lempung Berpasir	1,657	71,72	Sedang	Abu-abu
K18	30 - 60 cm	Lempung Berpasir	1,387	83,13	Lambat	Abu-abu
K19	0 - 30 cm	Lempung Berpasir	1,407	79,57	Sedang	Abu-abu gelap
K19	30 - 60 cm	Lempung Berpasir	1,666	73,8	Sedang	Abu-abu muda
M16	0 - 30 cm	Lempung Berpasir	1,48	73,71	Lambat	Abu-abu
M16	30 - 60 cm	Lempung Berpasir	1,8	68,16	Sedang	Abu-abu muda
M17	0 - 30 cm	Lempung Berpasir	1,454	69,98	Lambat	Coklat kecoklatan
M17	30 - 60 cm	Lempung Berpasir	1,408	78,24	Sedang	Coklat kecoklatan
M18	0 - 30 cm	Lempung Berpasir	1,26	69,12	Sedang	Coklat
M18	30 - 60 cm	Lempung Berpasir	1,422	74,7	Sedang	Coklat

Sifat fisik tanah pada ketiga perlakuan menunjukkan variasi yang relatif serupa dengan tekstur didominasi lempung berpasir dan pasir berlempung. Nilai kepadatan massa berkisar antara 1,26–1,80 g/cm³, di mana pada lahan LCPKS cenderung lebih tinggi dibanding kontrol dan JJK. Porositas tanah berada pada kisaran 63,34–83,13%, dengan lahan JJK menunjukkan nilai porositas tertinggi. Kapasitas menahan air umumnya tergolong sedang, meskipun pada beberapa titik lahan JJK (K18) dan LCPKS (M16, M17) menunjukkan kategori lambat. Warna tanah bervariasi dari abu-abu, abu-abu gelap, hingga coklat kekuningan yang mengindikasikan adanya perbedaan kandungan bahan organik dan kondisi drainase antar perlakuan.

Tabel 2. Sifat Kimia Tanah Pada Blok Kontrol, JJK dan LCPKS

Blok	Kedalaman	pH	Kapasitas Tukar Kation (C mol ⁺ kg ⁻)	N (%)	P (mg/kg)	K (C mol ⁺ kg ⁻)
J16	0 - 30 cm	4,5	116,55	0,155	227,38	0,486
J16	30 - 60 cm	4,3	118,32	0,224	26,03	0,384
J17	0 - 30 cm	4,8	114,57	0,18	17,44	1,304
J17	30 - 60 cm	4,7	93	0,189	405,68	4,450
J18	0 - 30 cm	5	132,52	0,234	197,11	1,151
J18	30 - 60 cm	3,6	116,4	0,206	688,44	4,015
K17	0 - 30 cm	4,5	73,99	0,118	25,95	0,691
K17	30 - 60 cm	4,5	81,24	0,131	31,93	0,588
K18	0 - 30 cm	4,5	84,27	0,149	344,5	2,148
K18	30 - 60 cm	5,1	102,86	0,226	795,07	8,056
K19	0 - 30 cm	4,1	130,44	0,244	316,12	3,581
K19	30 - 60 cm	4,8	72,43	0,128	246,5	2,864
M16	0 - 30 cm	4,7	106,14	0,203	357,05	3,299
M16	30 - 60 cm	4,5	95,04	0,162	483,51	1,407
M17	0 - 30 cm	4,5	125,66	0,202	38,41	0,153
M17	30 - 60 cm	4,4	136,68	0,252	316,44	1,228
M18	0 - 30 cm	4,2	111,12	0,181	64,3	0,921
M18	30 - 60 cm	4,4	105,91	0,255	30,8	0,384

Sifat kimia tanah pada ketiga perlakuan menunjukkan bahwa nilai pH tanah tergolong masam dengan kisaran 3,6–5,1. Kapasitas Tukar Kation (KTK) berada pada kisaran 72,43–136,68 C mol⁺ kg⁻, di mana lahan LCPKS dan kontrol cenderung lebih tinggi dibanding lahan JJK. Kandungan N-total relatif rendah dengan kisaran 0,118–0,255%. Unsur P tersedia menunjukkan variasi cukup besar, berkisar antara 17,44–795,07 mg/kg, dengan nilai tertinggi pada lahan JJK (K18, 30–60 cm). Kandungan K berada pada kisaran 0,153–8,056 C mol⁺ kg⁻, dengan nilai tertinggi juga ditemukan pada lahan JJK (K18). Secara umum, LCPKS memberikan peningkatan KTK dan P, sedangkan JJK lebih berkontribusi pada peningkatan K.

Tabel 3. Uji t Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Parameter	Perlakuan (Blok)		
	Kontrol	JJK	LCPKS
Kepadatan Massa Tanah (g/cm ³)	1,48 a	1,52 a	1,47 a
Porositas Tanah (%)	73,63 a	75,30 a	72,31 a
pH Tanah	4,48 a	4,58 a	4,45 a
KTK (C mol ⁺ kg ⁻)	115,22 a	90,87 ab	113,42 a
N (%)	0,19 a	0,16 a	0,20 a
P (mg/kg)	260,34 a	293,34 a	215,08 a
K (C mol ⁺ /kg ⁻)	76,83 a	116,83 a	48,16 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada tingkat 5%.

Hasil uji t sifat fisik tanah yang dilakukan pada kepadatan massa tanah (bulk density) dan porositas tanah menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata secara statistik antara blok dengan aplikasi limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS), jangjang kosong, maupun kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan tidak cukup berpengaruh terhadap perubahan sifat fisik tanah, khususnya kepadatan massa dan porositas. Nilai p yang lebih besar dari taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa hipotesis nol yang menyatakan tidak ada perbedaan antarperlakuan diterima. Dengan demikian, aplikasi LCPKS dan jangjang kosong tidak menyebabkan perubahan signifikan terhadap sifat fisik tanah dibandingkan dengan kontrol. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Indriyani *et al.*, 2023) yang melaporkan bahwa penerapan LCPKS tidak memberikan perubahan signifikan pada sifat fisika tanah, termasuk kepadatan massa dan porositas.

Hasil uji t pada sifat kimia tanah tidak menunjukkan beda nyata yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antara blok dengan aplikasi LCPKS, jangjang kosong, dan kontrol. Kecuali pada KTK antara blok J (kontrol) dan K (jangjang kosong): ditemukan perbedaan signifikan karena tanah kontrol tidak mengalami gangguan dekomposisi bahan organik baru, sehingga struktur koloid dan muatan negatifnya relatif stabil serta mempertahankan KTK yang tinggi, sedangkan pada blok jangjang kosong (JJK), proses awal dekomposisi bahan organik justru sementara mengurangi ketersediaan kation yang terikat di kompleks pertukaran mengakibatkan turunnya KTK secara signifikan. Secara statistik, perbedaan ini cukup besar, yaitu sekitar 24,35 C mol⁺/kg⁻ dan konsisten antar replikasi, sehingga uji t menemukan beda yang signifikan. Fenomena ini didukung oleh penelitian (Balqies *et al.*, 2018) yang melaporkan bahwa aplikasi kompos dan zeolit pada Ultisol meningkatkan KTK secara nyata dibanding perlakuan tanpa aplikasi, terutama pada kedalaman yang lebih dangkal, sebagai akibat stabilitas struktur tanah dan pengikatan ion oleh bahan organik yang sudah terdekomposisi sempurna.

Tabel 4. Produksi Kelapa Sawit Tahun 2021 s/d 2024 Dengan Lahan Aplikasi Janjang Kosong dan LCPKS

tahun produksi	perlakuan		
	kontrol	janjang kosong	LCPKS
2021	23,10 a	24,46 a	26,53 a
2022	22,56 a	24,90 a	25,33 a
2023	19,26 a	19,96 a	21,60 a
2024	22,66 a	20,56 b	24,36 a

Pada data produksi tahun 2021, lahan yang diberi perlakuan janjang kosong dan LCPKS menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan lahan kontrol. Hal ini kemungkinan disebabkan karena selain mendapat pupuk kimia, kedua lahan tersebut juga memperoleh tambahan pupuk organik berupa janjang kosong dan LCPKS. Meskipun kandungan unsur hara dalam pupuk organik tidak setinggi pupuk kimia, penggunaan janjang kosong dan LCPKS mampu meningkatkan kandungan hara tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Janjang kosong diketahui mengandung unsur hara lengkap seperti N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, dan B, sementara LCPKS mengandung N, P, K, dan Mg. Kombinasi ini berkontribusi pada peningkatan produktivitas tanaman dibandingkan lahan kontrol yang hanya mendapat perlakuan pupuk kimia (Pohan *et al.*, 2022).

Pada 2022 memiliki data hasil produksi yang sama pada setiap perlakuan, hal ini diduga pada perlakuan LCPKS hanya diberikan sedikit tambahan pupuk kimia, begitu juga dilahan yang di aplikasikan janjang kosong, sedangkan pada lahan kontrol diberikan pupuk kimia yang lebih banyak dan rata di setiap blok yang di amati. Hal ini dikarenakan ketersediaan pupuk yang terbatas. Tahun 2023 pada lahan dengan perlakuan LCPKS dan janjang kosong memiliki hasil terbaik dibandingkan lahan kontrol, hal ini diduga karena sedang terjadi fenomena el nino, karena LCPKS merupakan pupuk organik cair dan janjang kosong membantu meningkatkan kelembaban tanah sehingga memberikan ketersediaan air yang cukup di dalam tanah (BMKG, 2025).

Perbedaan signifikan produksi pada tahun 2024 tidak hanya dipengaruhi oleh faktor pemupukan, tetapi juga erat kaitannya dengan perbedaan luasan blok dan jumlah pokok yang cukup besar antar perlakuan. Blok dengan aplikasi LCPKS (M16–M18) memiliki luasan lebih luas (29–30 ha) dengan jumlah pokok lebih banyak (± 3.900 – 4.050 pokok) dibandingkan blok kontrol (J16–J18: 24–28 ha, 3.199–3.672 pokok) maupun blok janjang kosong (K17–K19: 27–28 ha, 3.608–3.778 pokok). Dengan jumlah pokok yang lebih besar, potensi produksi TBS juga lebih tinggi. Pada tahun 2024, intensitas pemupukan meningkat (Tabel 5), sehingga blok dengan luasan dan jumlah pokok lebih besar memberikan respons yang lebih nyata, terutama pada perlakuan LCPKS yang unsur haranya lebih cepat tersedia dibandingkan JJK. Hal ini sejalan dengan (Siregar *et al.*, 2018) bahwa produktivitas kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh manajemen pemupukan, kerapatan tanaman (jumlah pokok per hektar), dan luas areal efektif yang dipelihara.

Tabel 5. Data Pemupukan Kelapa Sawit di Seriang Estate

Data Pemupukan/Ton				
Blok	2021	2022	2023	2024
J16	32,77	26,89	37,99	37,26
J17	34,71	24,99	21,72	37,06
J18	33,20	23,08	30,38	41,83
K17	35,31	31,95	32,44	47,08
K18	20,57	18,81	26,86	45,31
K19	20,57	18,81	26,86	45,31
M16	8,57	-	0,39	9,75
M17	22,72	21,61	15,05	47,95
M18	12,41	4,61	5,36	13,10

Tabel 6. Jenis Pupuk dan Dosis Yang Digunakan

Tahun	Jenis Pupuk dan Dosis (kg/pokok)					
	Urea	MOP	Dolomit	Kieserit	HGFB	SP36
2021	1,75	2	2	1	1,5	-
2022	1,75	1	1	-	1	-
2023	1,75	2	2	1	1,5	1
2024	1,75	2	2	-	-	1

Tabel 6 menunjukkan bahwa jumlah pemupukan kelapa sawit di Seriang Estate bervariasi antar blok dan tahun. Secara umum, terjadi peningkatan pemupukan pada tahun 2024, dengan blok M17 mencatat jumlah tertinggi (47,95 ton), sementara pemupukan terendah terjadi di blok M16 pada 2023 (0,39 ton) dan nihil pada 2022 dikarenakan pengiriman pupuk dari pusat terhambat sehingga ketersediaan pupuk di Gudang central tidak ada. Beberapa blok seperti K17 dan K18 menunjukkan tren pemupukan meningkat tiap tahun, mengindikasikan penerapan manajemen pemupukan yang lebih intensif. Ketidakteraturan pemupukan di beberapa blok kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi lahan, status tanaman, atau alokasi pupuk yang tidak merata. Pemupukan yang tepat dan konsisten penting untuk mendukung produktivitas dan kesuburan tanah (Siregar *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi LCPKS dan JJK tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar sifat fisik dan kimia tanah, kecuali pada KTK yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kontrol dan JJK.
2. Produksi Tandan Buah Segar (TBS) tahun 2021–2023 tidak berbeda nyata antarperlakuan, namun pada tahun 2024 terjadi perbedaan signifikan terutama pada lahan aplikasi LCPKS dan JJK.
3. Aplikasi LCPKS dan JJK berpotensi sebagai pupuk organik untuk mendukung kesuburan tanah serta mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik, meskipun belum dapat menggantikannya sepenuhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, M., Dewi, R. I., Maxiselly, Y. 2018. *Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Dengan Komposisi Media Tanam Dan Interval Penyiraman Yang Berbeda*. J. Pen Kelapa Sawit 26(1).
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, (2025). *Ketika Laut Memanas, Dunia Berubah: El Niño Super 2023–2024 dan Dampaknya*. BMKG. Accessed July 22, 2025. <https://gaw-bariri.bmkg.go.id/index.php/karya-tulis-dan-artikel/artikel/245-ketika-laut-memanas-dunia-berubah-el-nino-super-2023-2024-dan-dampaknya>
- Balqies, S. C., Prijono, S., & Sudiana, I. M. (2018). *Pengaruh zeolit dan kompos terhadap retensi air, kapasitas tukar kation, dan pertumbuhan tanaman sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench) pada Ultisol*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 5(1), 755-764.
- Ditjenbun. 2019. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019*. Retrived from: <http://bps.go.id/publication/download.html>. pdf.
- Gusman, Hanif 2016. *Peningkatan Kualitas Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Produk Torefaksi Basah Skala Pilot Sebagai Bahan Bakar Padat Bersih*. Teknik Mesin ITB.
- Indriyani, F., Prasetyo, M., & Hidayat, A. (2023). Respons sifat fisika tanah terhadap penerapan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(3), 84–89. Universitas Tanjungpura.
- Jenira, H., Sumarjan dan Armiani, S. 2016. *Pengaruh kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap produksi kacang tanah (Arachis hypogae L), varietas lokal bima dalam upaya pembuatan brosur bagi masyarakat*. Jurnal Ilmiah Biologi Vol. 5(1):1–12.
- Paramitadevi. dan Rahmatullah. 2017. *Technical problems of wastewater treatment plant in crude palm oil industry A case study in PT Socfin Indonesia Kebun Sungai Liput, Nang groe Technical problems of wastewater treatment plant in crude palm oil industry A case study in PT Socfin Indonesia*.
- Pohan, A. K. S., Wirianata, H., & Hastuti, P. B. (2022). *Efektivitas Pengaplikasian Tandan Kosong dan LCPKS pada Lahan Mineral untuk Meningkatkan Produksi Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.)*. AGROISTA: Jurnal Agroteknologi, 6(2). <https://doi.org/10.55180/agi.v6i2.278>.
- Saeed, M. O., Azizli, K. A. M., Isa, M. H. dan Ezechi, E. H. 2016. *Treatment of POME using Fenton oxidation process: removal efficiency, optimization, and acidity condition*. Desalination and Water Treatment 57(50): 23750–23759.
- Siregar, L. A. M., Sipayung, A., & Simamora, A. P. (2018). *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 15(1), 25–33.
- Siregar, L. A. M., Sipayung, A., & Simamora, A. P. (2018). *Pengaruh Manajemen Pemupukan terhadap Produktivitas Kelapa Sawit*. Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi, 15(1), 25–33.
- Sitorus, Y. R., dan Mardina, V. 2020. *Karakteristik Kimia dari Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit PTPN Y*. Jurnal Envscience, Vol.2(2):58-66.
- Suryawan et al. 2020. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability Energy Conversion of Industrial Wastewater on Microbial Fuel Cell*.
- Susilawati dan Supijatno. 2015. *Pengelolaan limbah kelapa sawit (Elaeisguineensis Jacq.) di perkebunan kelapa sawit, riau waste*. Bul. Agrohorti 3(2):32-37.