

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit (*Eleasis guenesis Jacq*)

Kelapa sawit adalah anggota keluarga *Arecaceae* yang pertama kali dibudidayakan di Amerika Selatan. Sebagai komoditas unggulan, tanaman ini memegang peranan vital bagi petani dalam memproduksi minyak nabati. Dalam sektor perkebunan, kelapa sawit bernilai ekonomi tinggi karena fungsinya yang efisien sebagai bahan baku utama pembuatan minyak goreng menggantikan kelapa biasa (Rahmawati, 2023).

Dalam dunia tumbuhan tanaman kelapa sawit tersusun dalam sistematika sebagai berikut:

Divisi	: <i>Embryophyta Siphonagama</i>
Kelas	: <i>Angiospermae</i>
Ordo	: <i>Monocotyledonae</i>
Famili	: <i>Arecaceae</i>
Subfamili	: <i>Cocoideae</i>
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>E. Guineensis Jacq</i>

Secara morfologi, tanaman kelapa sawit memiliki batang tunggal yang tumbuh tegak lurus hingga mencapai ketinggian 18 meter tanpa adanya percabangan. Tanaman ini memiliki daun majemuk berwarna hijau tua dengan pelepah yang lebih terang. Setiap pohon umumnya memiliki sekitar 60 pelepah yang masing-masing panjangnya bisa mencapai 9 meter, di mana tiap pelepah menampung sekitar 380 anak daun dengan panjang masing-masing sekitar 120 cm (Wulandari et al, 2020).

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) termasuk tanaman perkebunan yang menghasilkan minyak nabati yang bahkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Hasil produksinya menjadikan komoditas ini memiliki kontribusi besar terhadap perekonomian, terutama di kawasan perkebunan. Di Indonesia, khususnya Pulau Sumatera, kondisi wilayah dinilai sangat mendukung untuk pengembangan kelapa sawit karena didukung oleh faktor iklim, karakteristik tanah, sifat fisik tanah, serta berbagai kondisi lingkungan lainnya yang sesuai (Kafrawi et al., 2023).

Minyak yang diperoleh dari tanaman kelapa sawit mempunyai beragam keunggulan jika dibanding dengan minyak yang diperoleh dari tanaman lain, oleh karena itu tanaman kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati yang handal. Adapun keunggulan yang dimiliki diantaranya adalah mempunyai kandungan kolesterol yang tergolong rendah atau bahkan di beberapa jenis tanaman sawit tidak memiliki kandungan kolesterol (Pane, 2023).

Provinsi Sumatera Utara terkhusus di Kabupaten Labuhanbatu Selatan didominasi oleh kawasan budidaya perkebunan yang memanfaatkan kondisi morfologi permukaan tanah dan lahan yang mendukung dan cocok untuk dimanfaatkan sebagai tempat budidaya tanaman kelapa sawit.

2.2 Kesuburan Tanah

Keberhasilan budidaya tanaman sangat bergantung pada kondisi tanah, mengingat perannya sebagai media tumbuh utama. Tanah tidak hanya menopang tanaman secara fisik, tetapi juga menyediakan cadangan air dan unsur hara yang menjadi kunci optimalisasi produksi pertanian.

Tanah merupakan lingkungan hidup bagi berbagai organisme, mulai dari mikroorganisme hingga makhluk hidup tingkat tinggi. Dalam fungsinya sebagai habitat, tanah memiliki peran penting dalam menyediakan unsur hara yang sangat dibutuhkan untuk mendukung proses pertumbuhan, perkembangan, serta hasil produksi tanaman (Munawar, 2011).

Tanah menjadi media kehidupan bagi beragam organisme, dari mikroorganisme hingga makhluk hidup tingkat tinggi. Sebagai tempat tumbuh, tanah berperan penting dalam menyediakan unsur hara yang diperlukan untuk

menunjang pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman kelapa sawit. Keberhasilan tersebut dipengaruhi oleh tiga aspek utama, yaitu kondisi lingkungan, karakteristik fisik lahan, serta sifat kimia tanah (Pahan, 2011).

Agar tanaman kelapa sawit dapat tumbuh optimal dan menghasilkan buah secara maksimal, diperlukan kondisi lahan yang baik dengan ketersediaan unsur hara yang cukup serta seimbang. Sebaliknya, apabila unsur hara dalam tanah tidak terpenuhi, pertumbuhan tanaman akan terganggu sehingga berdampak pada penurunan hasil produksi buah (Parulian et al, 2012).

2.3 Sifat Kimia Tanah

Pengukuran sifat fisik tanah dilakukan untuk mengevaluasi dan memantau kondisi tanah agar mampu menunjang pertumbuhan tanaman, mendukung pengelolaan lahan yang berkelanjutan, serta mengidentifikasi potensi kerusakan tanah. Karakteristik tanah sangat menentukan proses pertumbuhan dan hasil produksi tanaman, di mana salah satu aspek yang berperan penting adalah sifat fisik tanah. Sifat ini mencerminkan kemampuan tanah dalam menyimpan, mengalirkan, serta menyediakan air, udara, dan unsur hara bagi tanaman. Kondisi fisik tanah yang baik akan menciptakan lingkungan tumbuh yang optimal, sedangkan tanah yang mengalami kerusakan umumnya menunjukkan kualitas fisik yang rendah. Oleh karena itu, sifat tanah menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan dan meningkatkan produktivitas kelapa sawit (Harahap & Munir, 2022).

Semakin baik kualitas tanah, maka tingkat kesuburannya juga semakin tinggi. Kualitas tanah menggambarkan kemampuan tanah dalam menjalankan fungsinya dalam suatu penggunaan lahan atau ekosistem, seperti menopang produktivitas biologis, menjaga kualitas lingkungan, serta meningkatkan kesehatan tanaman, hewan, dan manusia (Winarso, 2005).

Sifat fisik tanah merupakan karakteristik yang dapat diamati secara langsung melalui penglihatan maupun sentuhan, dan umumnya dinyatakan dalam ukuran, intensitas, atau tingkat tertentu. Setiap jenis tanah memiliki sifat fisik yang berbeda, tergantung pada komposisi, jumlah, dan susunan komponen penyusunnya. Perbedaan sifat ini dapat memberikan pengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap pertumbuhan tanaman (Gusmara et al., 2016).

Selain itu, komponen kimia tanah memiliki peran besar dalam menentukan sifat umum tanah sekaligus tingkat kesuburannya. Unsur aktif tanah yang berfungsi dalam proses penyerapan dan pertukaran ion umumnya terdapat dalam bentuk koloid, seperti fraksi liat dan bahan organik. Kedua komponen ini berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam mengatur serta menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Hardjowigeno, 2003).

Karakteristik tanah sangat penting dalam menentukan status kesuburan tanah, kemampuan lahan, serta strategi pengelolaan yang berkelanjutan melalui penilaian sifat fisik, kimia maupun biologi tanah. Pengelolaan lahan perkebunan kelapa sawit mempengaruhi produktivitas pertumbuhan tanaman seiring dengan penambahan usia tanam (Patitis dan Mustika, 2025).

Produktivitas kelapa sawit yang tinggi ditentukan dari kondisi tanah sebagai media tumbuh utama tanaman. Produktivitas tanaman kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, dimana sifat-sifat tanah merupakan faktor kunci yang menentukan keberhasilan budidaya dan tingkat produksi kelapa sawit. Kondisi tanah yang optimal akan mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit secara maksimal melalui penyediaan lingkungan yang kondusif bagi perkembangan sistem perakaran, ketersediaan hara yang cukup, dan aktivitas mikroorganisme tanah yang menguntungkan (Lubis & Widanarko, 2018).

Lahan perkebunan kelapa sawit, khususnya pada masa tanaman belum menghasilkan (TBM), berpotensi mengalami degradasi jika tidak dikelola dengan baik. Hal ini disebabkan jarak tanam kelapa sawit yang cukup lebar dan pertumbuhan tajuk yang belum saling menutupi sehingga menimbulkan risiko erosi permukaan, rendahnya kelembaban tanah akibat penguapan yang tinggi, dan kandungan unsur hara. Pertumbuhan vegetasi yang sangat pesat menyebabkan tanaman mampu bersaing dengan tanaman kelapa sawit dalam pemanfaatan unsur

hara dari pupuk. Hal ini disebabkan tingginya curah hujan sehingga menyebabkan terjadinya pencucian (Vani *et al.*, 2024).

Sifat fisik tanah seperti tekstur, struktur, porositas, dan kemampuan menahan air, serta sifat kimia tanah seperti pH, kandungan bahan organik, ketersediaan hara makro dan mikro, dan kapasitas tukar kation memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman kelapa sawit (Hanafiah, 2014).

Parameter kimia tanah memegang peranan vital dalam mengevaluasi tingkat kesuburan lahan, yang menjadi indikator penentu sebelum dilakukannya peremajaan (*replanting*). Kegagalan dalam menjaga kesuburan tanah dapat berakibat fatal, seperti penurunan drastis hasil panen hingga kematian tanaman. Hal ini sering terjadi pada komoditas perkebunan seperti kelapa sawit, di mana minimnya perawatan memicu degradasi kualitas tanah dan produktivitas (Nst *et al.*, 2024).

2.3.1 Reaksi Tanah (pH)

pH tanah digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman yang bersifat intensitas, bukan jumlah keseluruhan asam yang terkandung di dalam tanah. Beberapa jenis tanah, seperti tanah liat berat dan tanah gambut, memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menahan perubahan tingkat keasaman dibandingkan tanah berpasir. Tanah dengan kemampuan tersebut disebut memiliki daya penyangga yang baik terhadap perubahan pH (Mukhlis, 2011).

Curah hujan merupakan salah satu factor yang memengaruhi produksi tanaman kelapa sawit. Curah hujan berkontribusi pada tingkat keasaman tanah. Air (H_2O) berinteraksi dengan karbon dioksida (CO_2) untuk membentuk asam lemah (asam karbonat = H_2CO). Daerah yang menerima curah hujan yang cukup tinggi biasanya memiliki pH tanah alami yang berkisar antara 5 hingga 7 (Nst *etal*, 2024). Kenaikan nilai pH tanah dapat terjadi ketika proses biokimia di dalam tanah menurun. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh rendahnya populasi mikroorganisme yang berperan dalam menghasilkan asam organik, sehingga kemampuan tanah untuk menurunkan pH menjadi berkurang. Selain itu, kerusakan atau berkurangnya bahan organik pada lapisan atas tanah juga dapat menghambat aktivitas mikroba. Gangguan tersebut memicu perubahan kondisi

tanah yang berpengaruh terhadap tingkat keasaman. Pada lahan permukiman yang berasal dari bekas area tambang, peningkatan pH tanah diduga berkaitan dengan kondisi bahan organik yang terdapat pada tanah tersebut (Rosita *et al.*, 2023).

Kadar pH dalam tanah mencerminkan jumlah ion (H^+) yang terkandung dalamnya. Semakin tinggi konsentrasi ion H^+ dalam tanah, maka tingkat keasaman tanah akan semakin tinggi (Soewandita, 2008). Hasil analisis nilai pH tanah berdasarkan perbedaan umur tanaman menunjukkan bahwa kategori masam hingga agak masam, tetapi terdapat dinamika yang menarik secara agronomis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Patitis dan Mustika, 2025), Hasil analisis nilai pH tanah berdasarkan perbedaan umur tanaman menunjukkan bahwa kategori masam hingga agak masam, tetapi terdapat dinamika yang menarik secara agronomis.

Derajat keasaman tanah memiliki peran penting dalam menentukan tingkat kelarutan berbagai unsur yang berada dalam keseimbangan dengan fase padat tanah. Senyawa seperti oksida dan hidroksida besi (Fe) serta aluminium (Al) sangat dipengaruhi oleh keberadaan ion hidroksil (OH^-), di mana peningkatan pH akan menurunkan tingkat kelarutannya. Selain itu, kelarutan senyawa fosfat yang berikatan dengan Fe, Al, maupun kalsium (Ca), juga sangat dipengaruhi oleh kondisi pH tanah. Hal serupa berlaku pada anion seperti molibdat (MoO_4^{2-}) dan sulfat (SO_4^{2-}) yang terikat dalam tanah (Damanik *et al.*, 2011). Standar atau kriteria nilai pH tanah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kriteria pH

No	Nilai pH	Reaksi
1	< 4.5	Sangat Masam
2	4.5 – 5.5	Masam
3	5.6 – 6.5	Asam Masam
4	6.6 – 7.5	Netral
5	7.6 – 8.5	Agak Alkalis
6	> 8.5	Alkalis

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Mengetahui tingkat keasaman tanah sangat penting karena berkaitan langsung dengan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Pada umumnya, penyerapan unsur hara berlangsung lebih optimal pada kondisi pH mendekati netral, sebab sebagian besar unsur hara berada dalam bentuk yang mudah larut. Sebaliknya, pada tanah yang bersifat asam, unsur fosfor (P) sulit

dimanfaatkan tanaman karena terikat oleh aluminium (Al). Sementara itu, pada tanah yang bersifat basa, fosfor juga tidak tersedia secara optimal karena terikat oleh kalsium (Ca) (Hardjowigeno, 2003). Untuk memperbaiki kondisi pH tanah agar lebih sesuai bagi tanaman, beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain pengapuran, penambahan bahan organik, aplikasi pupuk fosfat, serta pemanfaatan mikroorganisme tanah (Qishty, 2023).

2.3.2 C Organik

Karbon organik dalam tanah terbentuk dari hasil penguraian sisa-sisa organisme yang kemudian bercampur dengan partikel tanah. Tanah yang tergolong subur umumnya memiliki kandungan C-organik sekitar 4–5% dari total bobotnya. Keberadaan bahan organik ini sangat berperan dalam menentukan kapasitas tukar kation (KTK), bahkan hampir separuh nilai KTK dipengaruhi oleh kandungan tersebut. Dibandingkan dengan koloid mineral, bahan organik memiliki kemampuan tukar kation yang jauh lebih tinggi, yakni dapat mencapai dua hingga puluhan kali lipat, dan menyumbang sebagian besar daya jerap pada tanah mineral.

C-organik juga memiliki keterkaitan yang kuat dengan berbagai sifat kimia tanah lainnya. Hubungannya dengan KTK menunjukkan korelasi positif yang sangat signifikan. Selain itu, kandungan C-organik berbanding lurus dengan kadar liat, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) potensial, magnesium (Mg) tukar, kalium (K) tukar, serta aluminium dapat ditukar (Al-dd). Sebaliknya, hubungan antara C-organik dengan kejenuhan basa bersifat negatif yang sangat nyata (Suharta, 2007). Standar penilaian kandungan karbon tanah dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kriteria C-Organik

No	Nilai Karbon	Reaksi
1	< 1	Sangat Rendah
2	1 - 2	Rendah
3	2 - 3	Sedang
4	3 - 5	Tinggi
5	> 5	Sangat Tinggi

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Penentuan kandungan bahan organik tanah dapat dilakukan secara tidak langsung melalui pengukuran C-organik dengan menggunakan faktor konversi

tertentu. Salah satu faktor yang umum digunakan adalah faktor Van Bemmelen sebesar 1,724, yang didasarkan pada anggapan bahwa bahan organik mengandung sekitar 58% karbon. Namun demikian, berbagai studi memperlihatkan jika persentase karbon dalam bahan organik tidak selalu konstan dan dapat berbeda-beda di dalam tanah. Perbedaan ini terlihat antara lapisan tanah atas dan bawah. Pada lapisan permukaan, faktor konversi umumnya berkisar antara 1,8 hingga 2,0, sedangkan pada lapisan tanah yang lebih dalam dapat mencapai sekitar 2,5 (Mukhlis, 2011).

C-organik merujuk pada kandungan karbon yang terkandung dalam materi organik tanah, yang mengindikasikan adanya materi organik dalam tanah (Sagiarti et al., 2020). Peningkatan kadar C-organik dalam tanah dapat memberikan kontribusi penting dalam menjaga kesuburan tanah dan menjaga kualitas tanah.

2.3.3 N-Total

Nitrogen termasuk unsur hara makro yang sangat penting bagi tanaman, dengan kontribusi sekitar 1,5% dari total bobotnya, serta berperan utama dalam sintesis protein. Unsur ini tergolong tidak stabil karena mudah mengalami perubahan bentuk dan rentan hilang, baik melalui proses penguapan ke udara dalam bentuk gas N_2 maupun melalui pencucian dalam bentuk nitrat (NO_3^-). Meskipun nitrogen merupakan komponen terbesar di atmosfer dengan proporsi sekitar 80%, bentuk tersebut belum dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman. Agar dapat diserap, nitrogen harus terlebih dahulu diubah melalui proses fiksasi oleh mikroorganisme, yang mengonversi N_2 menjadi amonium (NH_4^+) sehingga tersedia bagi tanaman, baik melalui hubungan simbiosis maupun secara bebas. Standar penilaian kadar nitrogen dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Table 2. 3 Kriteria Nitrogen

No	Nilai Nitrogen	Reaksi
1	< 0.1	Sangat Rendah
2	0.1 - 0.2	Rendah
3	0.21 - 0.5	Sedang
4	0.51 - 0.75	Tinggi
5	> 0.75	Sangat Tinggi

Sumber :Balai Penelitian Tanah (2009)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Patitis dan Mustika, 2025),

bahwa kenaikan N disebabkan oleh tingginya aktivitas mikroba pada fase pertumbuhan vegetatif yang didukung oleh meningkatnya input seresah dan aktivitas pemupukan N. Selain itu, penurunan N dapat diakibatkan oleh mineralisasi yang cepat dan leaching, terutama pada tanah bertekstur halus seperti ultisol. Nilai N yang relatif rendah mengindikasikan perlunya manajemen pemupukan N yang berkelanjutan di semua kategori umur.

N-total mengacu pada jumlah keseluruhan nitrogen (N) yang ada dalam tanah (Faizal, 2021). Nitrogen dalam tanah sebagian besar berada dalam bentuk organik, sehingga belum dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Untuk mengubah nitrogen yang awalnya tidak tersedia untuk tanaman menjadi bentuk yang tersedia, diperlukan serangkaian proses, yaitu mineralisasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi (Nugroho, 2009). Untuk memperbaiki kekurangan N pada tanah dapat dilakukan dengan pemberian pupuk nitrogen seperti urea.

2.3.4 P-Total

Fosfor (P) termasuk unsur hara yang sangat penting bagi tanaman karena perannya tidak dapat digantikan oleh unsur lain. Oleh sebab itu, ketersediaan fosfor yang memadai menjadi syarat utama agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Unsur ini berperan dalam berbagai proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, pemindahan serta penyimpanan energi, hingga pembelahan dan pembesaran sel, serta proses metabolisme lainnya (Sudaryono, 2009). Adapun klasifikasi kadar fosfor dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Table 2. 4 Kriteria Fosfor

No	Nilai Fosfor	Reaksi
1	< 10	Sangat Rendah
2	10 - 20	Rendah
3	21 - 40	Sedang
4	41 - 60	Tinggi
5	> 60	Sangat Tinggi

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Ketersediaan fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor, namun pH tanah menjadi faktor yang paling menentukan. Pada kondisi tanah yang bersifat asam (pH rendah), fosfor cenderung bereaksi dengan ion besi dan aluminium sehingga membentuk senyawa yang sukar larut, seperti besi fosfat dan

aluminium fosfat, yang tidak dapat diserap oleh tanaman. Sebaliknya, pada tanah dengan pH tinggi (basa), fosfor akan berikatan dengan kalsium membentuk kalsium fosfat yang juga sulit larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Oleh karena itu, tanpa pengelolaan pH tanah yang tepat, pemberian pupuk fosfat menjadi kurang efektif (Sutedjo, 2008).

Pemanfaatan tanah secara terus-menerus juga dapat menyebabkan berkurangnya ketersediaan unsur hara akibat proses pencucian dan pengendapan, sehingga unsur tersebut tidak lagi mudah diserap oleh tanaman. Kondisi ini menjelaskan mengapa kandungan fosfor tersedia sering berada pada kategori sedang, sementara kandungan nitrogen total cenderung rendah (Isir et al., 2022).

Fosfor tersedia (P-tersedia) memiliki peran penting dalam berbagai proses pertumbuhan tanaman, antara lain dalam pembelahan sel, pembentukan bunga dan biji, percepatan pemasakan, serta perkembangan sistem perakaran (Hardjowigeno, 2007). Selain itu, unsur P juga berperan dalam proses metabolisme tanaman. Kekurangan fosfor dapat menghambat metabolisme, termasuk proses pertumbuhan dan fotosintesis. Di sisi lain, kecukupan fosfor mampu meningkatkan kualitas buah serta memperkuat ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan hasil panen (Isir et al., 2022).

2.3.5 Kalium

Kalium (K) termasuk unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman karena berperan dalam berbagai aktivitas fisiologis dan metabolisme. Unsur ini terlibat dalam proses penting seperti fotosintesis, perpindahan hasil fotosintesis (asimilat), serta pembentukan senyawa seperti pati dan protein, sekaligus berfungsi sebagai pengaktif enzim (Wirayuda et al., 2023). Selain itu, kalium juga berkontribusi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman, baik dari serangan hama, penyakit, maupun kondisi kekeringan, serta mendukung pertumbuhan jaringan tanaman secara lebih cepat (Rajiman, 2020).

Dalam komposisi tanaman, kandungan kalium rata-rata sekitar 1% dari total bobotnya. Berbeda dengan unsur seperti nitrogen, fosfor, dan sulfur yang lebih banyak berperan sebagai penyusun struktur, kalium lebih berfungsi sebagai pengatur berbagai proses fisiologis. Perannya bersifat katalitik, yaitu mendukung

berlangsungnya proses seperti fotosintesis, distribusi karbohidrat, dan sintesis protein tanpa menjadi bagian utama dari struktur sel (Hanafiah, 2005).

Kalium merupakan unsur hara ketiga yang paling banyak diserap tanaman setelah nitrogen dan fosfor, dan umumnya diserap dalam bentuk ion K^+ . Muatan positif pada ion ini berfungsi menyeimbangkan muatan negatif dari ion lain seperti nitrat dan fosfat di dalam jaringan tanaman. Ketersediaan kalium dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suplai dari luar (pemupukan), kemampuan tanah dalam mengikat atau memfiksasi kalium, serta cadangan kalium yang terdapat di dalam tanah itu sendiri (Sutedjo, 2008). Adapun klasifikasi kandungan kalium dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Kalium

No	Nilai Kalium	Reaksi
1	<10	Sangat Rendah
2	10-20	Rendah
3	21-40	Sedang
4	41-60	Tinggi
5	>60	Sangat Tinggi

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

2.3.6 KTK

Kapasitas tukar kation adalah parameter yang mengukur kemampuan tanah untuk menahan dan menukar kation-kation. Dalam istilah Taisa et al. (2021), kapasitas tukar kation dijelaskan sebagai kemampuan tanah untuk menyerap (mengikat) kation-kation tukar serta mencerminkan jumlah muatan negatif per satuan massa tanah.

Kapasitas tukar kation (KTK) adalah kemampuan tanah menahan dan menukar kation melalui muatan negatif dari humus dan liat. Kriteria nilainya dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Kriteria KTK

No	Kalium	Reaksi
1	<5	Sangat Rendah
2	5-15	Rendah
3	17-24	Sedang
4	25-40	Tinggi
5	>40	Sangat Tinggi

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan ukuran kemampuan koloid tanah dalam mengikat ion bermuatan positif serta menukarkannya dengan ion lain di sekitarnya. Nilai KTK pada suatu tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, antara lain tekstur tanah, kandungan bahan organik, serta tipe mineral liat yang ada di dalamnya. Tanah dengan dominasi fraksi liat umumnya memiliki KTK lebih tinggi dibandingkan tanah berpasir, karena partikel liat dan bahan organik (humus) berperan sebagai koloid aktif dalam tanah. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan bahan organik dan semakin reaktif jenis mineral liat yang terdapat dalam tanah, maka kemampuan KTK tanah tersebut juga akan semakin besar (Mukhlis et al., 2011).

2.4 Kelapa Sawit Belum Menghasilkan (TBM)

Pada budidaya kelapa sawit, peningkatan hasil produksi sangat bergantung pada penerapan teknik pengelolaan yang tepat, khususnya dalam hal pemupukan yang dilakukan secara terencana. Upaya ini sangat penting difokuskan pada fase Tanaman Belum Menghasilkan (TBM), karena tahap ini menentukan kualitas pertumbuhan tanaman di masa produktifnya nanti (Roosmawati et al., 2024). TBM adalah periode pemeliharaan tanaman sejak awal penanaman hingga tanaman mulai berproduksi, yang umumnya berlangsung sekitar 30–36 bulan. Kondisi pertumbuhan optimal pada fase ini dapat berbeda-beda tergantung pada faktor lingkungan, sifat genetik tanaman, serta praktik pengelolaan yang diterapkan di lapangan (Roosmawati et al., 2024).

Fase TBM pada kelapa sawit terbagi menjadi beberapa tahapan berdasarkan umur tanaman. TBM 0 menunjukkan kondisi awal lahan yang telah ditanami tanaman penutup tanah serta bibit kelapa sawit pada titik tanam. Selanjutnya, TBM 1 mencakup tanaman berumur 0–12 bulan, TBM 2 pada umur 13–24 bulan, dan TBM 3 pada umur 25 hingga sekitar 30–36 bulan. Selama periode ini, pemeliharaan yang intensif sangat diperlukan untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang seragam dan optimal. Perawatan yang baik pada fase vegetatif ini akan mendukung perkembangan fase generatif sehingga tanaman mampu menghasilkan produksi yang tinggi di masa panen (Mardhika dan Sudrajat, 2015).