

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan komoditas perkebunan strategis yang memiliki peran sangat penting dalam perekonomian Indonesia. Indonesia adalah penghasil dan eksportir kelapa sawit terbesar di dunia dengan luas areal perkebunan mencapai 16,38 juta hektar dan total produksi Crude Palm Oil (CPO) sebesar 48,31 juta ton per tahun (BPS, 2023). Industri kelapa sawit nasional telah berkembang pesat sejak tahun 1980-an dan kini menjadi salah satu sumber devisa terbesar negara dengan nilai ekspor mencapai USD 37,8 miliar pada tahun 2022, sekaligus menyerap sekitar 17,8 juta tenaga kerja baik secara langsung maupun tidak langsung (Kementerian Perdagangan, 2023; Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia, 2022). Provinsi Sumatera Utara, khususnya Kabupaten Langkat, merupakan salah satu sentra produksi kelapa sawit utama di Indonesia yang memberikan kontribusi signifikan terhadap produksi minyak kelapa sawit nasional dengan kondisi geografis dan iklim yang sangat mendukung pengembangan perkebunan kelapa sawit (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022).

Meskipun memiliki posisi strategis sebagai produsen kelapa sawit terbesar dunia, produktivitas kelapa sawit Indonesia masih menunjukkan variasi yang cukup besar dengan rata-rata nasional berkisar 3,5-4,2 ton CPO per hektar per tahun, sementara potensi maksimal dapat mencapai 6-8 ton CPO per hektar per tahun (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2022). 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). 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).

Topografi lahan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi karakteristik dan variabilitas sifat-sifat tanah dalam suatu kawasan perkebunan. Perbedaan ketinggian tempat, kemiringan lereng, dan bentuk lahan akan menciptakan variasi signifikan dalam hal distribusi air hujan, intensitas erosi tanah, akumulasi bahan organik, laju infiltrasi, dan berbagai proses pedogenesis atau pembentukan tanah (Hardjowigeno, 2015). Pada lahan dengan topografi yang bervariasi, terjadi perbedaan dalam proses geomorfologi dan hidrologi yang akan mempengaruhi sifat fisik tanah seperti tekstur, struktur, porositas, kedalaman tanah, dan kemampuan menahan air, serta sifat kimia tanah seperti pH, kandungan hara, kapasitas tukar kation, dan tingkat kejenuhan basa. Variasi topografi juga mempengaruhi distribusi dan akumulasi bahan organik tanah, dimana pada posisi lereng atas cenderung mengalami kehilangan bahan organik akibat erosi, sementara pada posisi lereng bawah dan lembah terjadi akumulasi bahan organik yang lebih tinggi (Sutedjo, 2016).

Variasi topografi di areal perkebunan kelapa sawit umumnya terdiri dari lahan datar (0-3% kemiringan), berombak (3-8% kemiringan), beregelombang (8-

15% bergelombang - berbukit), (15% 30% berbukit), hingga bergelombang (>30%) dimana setiap kondisi topografi memiliki karakteristik tanah yang berbeda-beda yang akan mempengaruhi tingkat produktivitas tanaman kelapa sawit. Pada topografi datar, umumnya terjadi akumulasi air dan bahan organik yang lebih tinggi akibat laju aliran permukaan yang lambat, namun dapat mengalami masalah drainase berlebihan yang menyebabkan kondisi anaerob dan pembentukan senyawa-senyawa toksik. Sementara pada topografi bergelombang hingga berbukit, terjadi proses erosi yang intensif dapat menyebabkan hilangnya lapisan tanah atas (topsoil) yang kaya akan bahan organik dan hara, mengurangi kedalaman efektif tanah, dan menurunkan kemampuan tanah dalam menyimpan air dan hara. Tingkat erosi pada lereng-lereng dengan kemiringan >15% dapat mencapai 50-200 ton/ha/tahun, jauh melebihi batas toleransi erosi yang diizinkan untuk tanaman tahunan seperti kelapa sawit (Arsyad, 2010).

Berbagai penelitian mengenai pengaruh sifat fisik dan kimia tanah terhadap produktivitas kelapa sawit telah dilakukan di berbagai lokasi dengan hasil yang menunjukkan bahwa parameter-parameter tanah seperti pH, kandungan bahan organik, nitrogen total, fosfor tersedia, kalium dapat tukar, kapasitas tukar kation, serta sifat fisik tanah seperti tekstur, struktur, dan kemampuan menahan air memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi tandan buah segar kelapa sawit (Winarna et al., 2015). Penelitian Sutarta et al., (2016) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif yang kuat antara kandungan bahan organik tanah dengan produksi kelapa sawit, dimana peningkatan 1% bahan organik tanah dapat meningkatkan produksi hingga 2-3 ton TBS/ha/tahun. Sementara itu, penelitian Lubis et al., (2017) di Sumatera Utara menemukan bahwa sifat fisik tanah seperti

porositas, kemampuan menahan air, dan kepadatan lindak berkorelasi signifikan dengan pertumbuhan vegetatif dan produksi kelapa sawit. Namun demikian, kajian yang spesifik dan komprehensif mengenai variabilitas sifat tanah pada kondisi topografi yang berbeda dan hubungannya dengan produksi kelapa sawit, khususnya di Indonesia, masih sangat terbatas dan memerlukan penelitian lebih mendalam.

PT. Perkebunan Nusantara II (PTPN II) Kebun Air Tenang di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, merupakan salah satu unit usaha perkebunan kelapa sawit milik BUMN yang memiliki kondisi topografi yang sangat bervariasi dan representatif untuk kajian ini. Kebun Air Tenang memiliki luas areal sekitar 4.850 hektar dengan kondisi topografi mulai dari datar (0-3% kemiringan) pada bagian pesisir dan lembah sungai, berombak hingga bergelombang (3-15% kemiringan) pada bagian tengah, bergelombang hingga berbukit (>15% kemiringan) pada bagian selatan yang berbatasan dengan kaki Bukit Barisan, dengan ketinggian berkisar antara 5-150 meter di atas permukaan laut (PTPN II, 2023). Variasi topografi yang signifikan ini menciptakan keragaman kondisi edafik dan iklim mikro yang memberikan peluang sangat baik untuk melakukan kajian komprehensif mengenai pengaruh perbedaan topografi terhadap variabilitas sifat-sifat tanah dan hubungannya dengan tingkat produksi tanaman kelapa sawit. Kondisi geologi kawasan ini didominasi oleh formasi alluvial yang terbentuk dari endapan sungai dan material vulkanik dengan jenis tanah yang beragam mulai dari Inceptisols pada posisi lembah, Ultisols pada lereng dan perbukitan, hingga Entisols pada posisi-posisi tertentu, sehingga memberikan variabilitas sifat tanah yang tinggi untuk dikaji.

Pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik variabilitas sifat tanah pada berbagai kondisi topografi sangat penting dan strategis untuk optimalisasi pengelolaan lahan perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan. Informasi ilmiah yang komprehensif tentang hubungan antara topografi, sifat tanah, dan produksi kelapa sawit dapat digunakan sebagai dasar ilmiah dalam penyusunan strategi pengelolaan tanah yang tepat dan spesifik lokasi (*site-specific management*), program pemupukan berimbang yang sesuai dengan kondisi kesuburan tanah pada setiap posisi topografi, serta upaya konservasi tanah dan air untuk menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka panjang (Mangoensoekarjo & Semangun, 2008). Penerapan konsep *precision agriculture* dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit memerlukan informasi detail tentang variabilitas spasial sifat-sifat tanah yang dapat digunakan untuk zonasi lahan berdasarkan tingkat kesuburan dan potensi produksi, sehingga input produksi seperti pupuk, kapur, dan bahan organik dapat diberikan secara tepat sasaran dan efisien. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi penggunaan input produksi tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan sistem produksi kelapa sawit (Corley & Tinker, 2016).

Selain itu, kajian mendalam mengenai hubungan antara sifat tanah dengan produksi kelapa sawit pada berbagai kondisi topografi akan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pengelolaan perkebunan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mengetahui faktor-faktor pembatas produksi dan karakteristik sifat tanah yang spesifik pada setiap kondisi topografi, dapat dirancang strategi pengelolaan yang lebih efektif dan efisien untuk meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit tanpa mengorbankan

kelestarian lingkungan. Informasi ini juga sangat penting untuk pengembangan teknologi budidaya kelapa sawit yang adaptif terhadap kondisi lahan marginal dan sub-optimal, mengingat ekspansi perkebunan kelapa sawit ke depan akan lebih banyak diarahkan ke lahan-lahan dengan kondisi topografi yang lebih menantang (Pahan, 2015).

Berdasarkan uraian diatas maka penulis melakukan penelitian tentang “Kajian Beberapa Sifat Tanah pada Topografi yang Berbeda Serta Hubungan dengan Produksi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)”.

## **2.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis beberapa sifat-sifat tanah pada topografi yang berbeda serta hubungannya terhadap produktivitas tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq.) di Kebun Air Tenang PT Perkebunan Nusantara II Kabupaten Langkat.

## **2.3 Hipotesis Penelitian**

Ada pengaruh sifat-sifat tanah pada topografi yang berbeda serta hubungannya terhadap produktivitas tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq.) di Kebun Air Tenang PT Perkebunan Nusantara II Kabupaten Langkat.

## **3.4 Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini berguna dalam memberikan kontribusi ilmu dan pemikiran bagi mahasiswa serta informasi dibidang budidaya tanaman kelapa sawit. Selain itu sebagai bahan masukan bagi peneliti lain khususnya bagi pihak-pihak yang terkait untuk meneliti dibidang tanaman kelapa sawit.



Potensi produksi kelapa sawit di Kebun Air Tenang masih dibawah potensi produksi yang telah ditetapkan sesuai standarisasi PPKS  
 ←←←←

Banyak Upaya yang dilakukan management kebun dalam meningkatkan potensi produksi, salah satunya mencukupi hara tanah tanaman dengan pemupukan, serta membuat kultur teknis sebaik mungkin, melalui pembuatan teras tanaman untuk mempermudah akses panen dan pengangkutan  
 →→→→



**Berdasarkan Kelas Kesesuaian Lahan**

Produktivitas kelapa sawit sangat bergantung pada kondisi lingkungan, kultur teknis serta perlakuan yang diberikan. Kondisi lingkungan merupakan faktor pembatas yang akan menentukan tingkat kesesuaian lahan untuk penanaman kelapa sawit.

Umur	Produksi TBS (ton/ha)			Rerata Jumlah Tendan			Rerata Bobot Tendan (kg/tandan)		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
3	4.0	5.0	4.0	10.9	9.4	8.0	4.2	4.0	8.8
4	16.0	14.0	12.0	16.1	16.8	15.1	6.7	6.3	6.8
5	18.0	17.0	15.0	14.3	17.2	16.0	7.8	7.5	7.1
6	23.0	21.0	19.0	17.1	16.1	15.5	10.2	9.9	9.3
7	26.0	26.0	23.0	16.1	15.4	15.1	13.2	12.8	11.5
8	32.0	28.0	26.0	15.3	14.8	14.3	15.8	14.3	13.9
9	34.0	30.0	27.0	14.1	13.0	12.4	18.2	17.5	16.3
10	35.0	31.0	28.0	13.0	12.5	12.2	20.4	19.9	17.4
11	35.0	32.0	29.0	12.2	11.5	10.9	21.8	21.1	20.4
12	35.0	32.0	30.0	11.4	10.8	10.6	23.2	22.2	21.4
13	34.0	32.0	30.0	10.8	10.6	10.2	23.9	22.9	22.3
14	33.0	31.0	29.0	10.2	9.9	9.6	24.9	23.7	23.3
15	32.0	30.0	28.0	9.1	8.9	8.7	26.4	25.5	24.8
16	30.0	28.0	27.0	8.2	7.9	7.7	28.2	27.2	26.6
17	29.0	27.0	26.0	7.6	7.4	7.2	28.9	28.2	27.4
18	28.0	27.0	25.0	7.1	6.9	6.7	30.0	29.6	28.3
19	27.0	26.0	24.0	6.7	6.5	6.1	30.5	30.3	29.8
20	26.0	25.0	23.0	6.2	6.0	5.8	31.8	31.4	31.1
21	25.0	24.0	22.0	5.9	5.7	5.3	32.8	31.9	31.9
22	25.0	23.0	21.0	5.7	5.4	5.0	33.2	32.3	31.8
23	24.0	22.0	20.0	5.4	5.1	4.7	33.6	32.7	32.2
24	23.0	21.0	19.0	5.0	4.6	4.4	34.8	33.9	33.5
25	22.0	21.0	19.0	4.9	4.5	4.2	35.0	33.4	33.1
Rerata	27.1	25.8	23.8	13.4	9.8	9.8	23.3	22.8	22.9

Perlu dilakukan penelitian dan pengujian, sudah maksimalkah yang telah dilakukan management, sehingga berpengaruh positif ataukah tidak terhadap sifat – sifat fisik, dan kimia tanah, serta teknik budidaya / kultur teknis bagaimana yang lebih maksimal, dan tentunya akan berujung ke penggunaan biaya yang optimal dalam memaksimalkan potensi produksi.

Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman perkebunan penting yang berasal dari Afrika Barat dan kini menjadi salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Tanaman ini dikenal sebagai penghasil minyak nabati yang digunakan secara luas dalam industri pangan, kosmetik, hingga energi terbarukan (Wahid et al., 2011). Pertumbuhan dan produksi kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama sifat fisik dan kimia tanah, iklim, serta topografi (Siregar, 2014).

### 2.2 Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman industri penting yang berasal dari Afrika Barat dan kini menjadi komoditas unggulan di Indonesia sebagai penghasil minyak nabati. Tanaman ini termasuk ke dalam famili Arecaceae (Palmae), yang memiliki ciri khas batang tunggal, daun menyirip, serta mampu hidup hingga puluhan tahun.

Secara taksonomi, kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut:

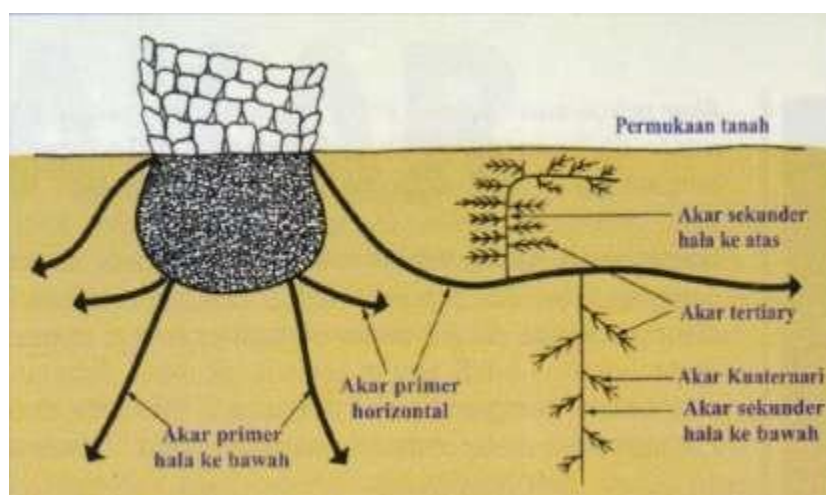
Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Tracheophyta*  
Sub Divisi : *Spermatophyta*  
Kelas : *Monocotyledonae*  
Ordo : *Arecales*  
Famili : *Arecaceae* (Palmae)  
Genus : *Elaeis*  
Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq (Wahid, 2011).

Kelapa sawit bersifat monoecious (berbunga jantan dan betina dalam satu individu), memiliki tandan buah segar (TBS) sebagai komoditas utama. Minyak sawit (CPO) diperoleh dari daging buah (mesokarp), sedangkan minyak inti sawit (PKO) dari biji (endosperm). Produktivitas kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti jenis tanah, iklim, topografi, dan pengelolaan agronomis (Wahid et al., 2011).

## 2.3 Morfologi Tanaman Kelapa Sawit

### 2.3.1 Akar

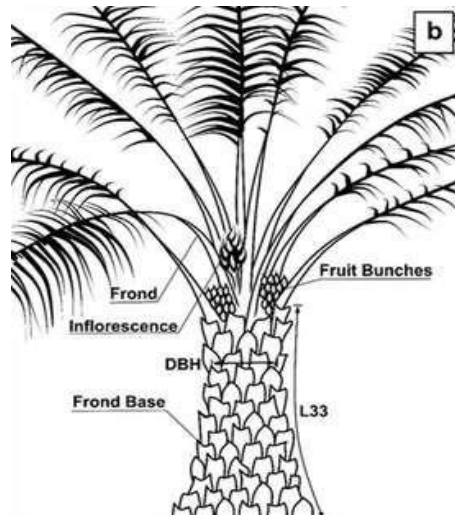
Tanaman kelapa sawit memiliki sistem perakaran serabut yang terdiri dari akar primer, sekunder, tersier, dan kuartier. Akar primer tumbuh dari pangkal batang dengan diameter sekitar 8–10 mm dan panjang mencapai 18 cm. Akar sekunder berkembang dari akar primer dengan diameter 2–4 cm, sementara akar tersier memiliki diameter 0,7–1,5 mm dan panjang hingga 15 cm. Sebagian besar perakaran kelapa sawit berada di lapisan permukaan tanah, hanya sedikit yang berkembang hingga kedalaman 90 cm (Mangoensoekarjo & Semangun, 2005).



Gambar 2.1 : Morfologi Akar Kelapa Sawit  
(Sumber : <http://7-0.png> (1154×663) (docplayer.info))

### 2.3.2 Batang

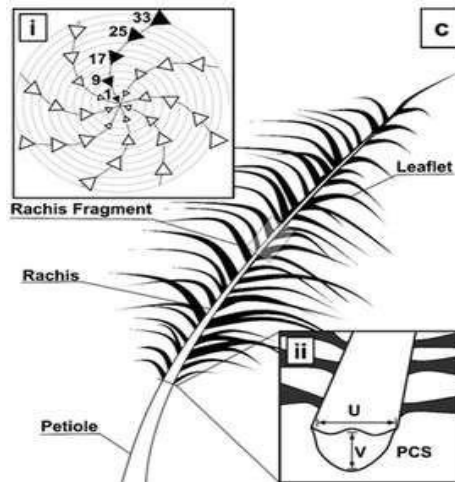
Batang kelapa sawit bersifat tunggal dan tidak bercabang, dengan diameter berkisar antara 25–65 cm. Pertumbuhan tinggi batang dapat mencapai 45 cm per tahun, dan pada kondisi optimal, dapat mencapai 100 cm per tahun. Tinggi batang dewasa berkisar antara 15–20 m, dengan pertumbuhan yang stabil seiring bertambahnya usia tanaman (Sianturi, 1990).



Gambar 2.2 Morfologi Batang Kelapa Sawit  
(Sumber : <https://andre4088.blogspot.com/2012/02/klasifikasi-dan-morfologi-kelapa-sawit.html>)

### 2.3.3 Daun

Daun kelapa sawit merupakan daun majemuk yang tersusun menyirip pada ujung batang. Tanaman dewasa memiliki 40–55 daun, dengan laju pembentukan daun baru sekitar 2–3 daun per bulan. Daun berwarna hijau tua, dengan pelepah berwarna sedikit lebih muda. Setiap pelepah memiliki panjang sekitar 55–65 cm dan lebar 2,5–4 cm, serta menguncup dengan jumlah helai daun mencapai 100 pasang (Hartono, 2002).



Gambar 2.3 Morfologi Daun Kelapa Sawit  
 (Sumber : <https://andre4088.blogspot.com/2012/02/klasifikasi-dan-morfologi-kelapa-sawit.html>)

### 2.3.4 Bunga

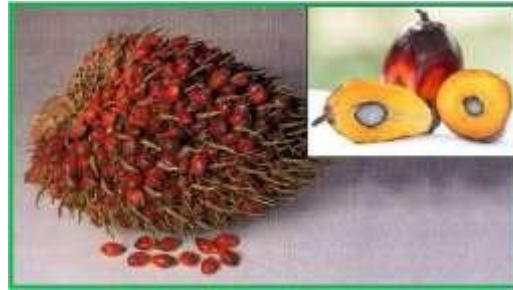
Kelapa sawit bersifat monoecious, artinya memiliki bunga jantan dan betina dalam satu individu. Bunga jantan berbentuk lancip dan panjang, sementara bunga betina lebih besar dan mekar. Bunga-bunga ini tumbuh pada ketiak daun. Tandan bunga jantan terdiri dari sejumlah spliket sepanjang 12–20 cm, dengan setiap spliket mengandung 600–1200 bunga kecil berwarna kuning dan berbau khas. Jumlah serbuk sari yang dihasilkan dapat mencapai 20–50 gram dalam 2–3 hari (Hartono, 2002).



Gambar 2.4 Morfologi Bunga Kelapa Sawit  
 (Sumber : <https://images.app.goo.gl/2rXSgZL8ho1wgnVL7>)

### 2.3.5 Buah

Buah kelapa sawit berbentuk bulat lonjong dengan diameter sekitar 4–5 cm. Buah matang berwarna merah jingga dan terdiri atas tiga bagian utama: eksokarp (kulit luar), mesokarp (daging buah), dan endokarp (cangkang biji). Minyak sawit (CPO) diperoleh dari mesokarp, sementara minyak inti sawit (PKO) dari biji (endosperm) (Hartono, 2002).



Gambar 2.4 Morfologi Buah Kelapa Sawit  
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/38rf9jhemmorbqH2A>)

### 2.3.6 Pelepah

Pelepah kelapa sawit merupakan bagian dari helai daun yang menghubungkan daun dengan batang. Setiap pelepah memiliki panjang sekitar 55–65 cm dan lebar 2,5–4 cm. Jumlah pelepah yang dihasilkan meningkat hingga 30–40 pada usia 3–4 tahun, kemudian menurun menjadi 18–25 pelepah pada usia dewasa. Pelepah matang berukuran sekitar 7,5 cm dengan petiolus sekitar  $\frac{1}{4}$  dari panjangnya dan memiliki duri (Hartono, 2002).

## 2.4 Syarat Tanaman Kelapa Sawit

### 2.4.1 Iklim

Kelapa sawit merupakan tanaman tropis yang tumbuh baik di daerah dengan suhu rata-rata tahunan antara 24–28°C. Tanaman ini dapat bertahan pada suhu minimum 18°C dan maksimum 32°C. Kelembaban udara yang ideal berkisar

antara 80–90%. Tanaman ini memerlukan sinar matahari yang cukup, dengan lama penyinaran sekitar 5–7 jam per hari (Ruang Pertanian, 2014).

#### **2.4.2 Tanah**

Tanah yang cocok untuk kelapa sawit adalah tanah yang gembur, subur, dan memiliki drainase yang baik. Jenis tanah yang sesuai antara lain latosol, podsolik merah kuning, hidromorf kelabu, aluvial, dan organosol/gambut tipis. Kemasaman tanah (pH) yang optimal berkisar antara 5,0–6,0, meskipun kelapa sawit masih dapat tumbuh pada pH lebih rendah, seperti pada tanah gambut dengan pH 3,5–4,0 (Lubis, 2008).

#### **2.4.3 Suhu**

Suhu udara yang ideal untuk pertumbuhan kelapa sawit adalah antara 22–33°C, dengan suhu optimum sekitar 27°C. Suhu yang terlalu rendah atau tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman (Ruang Pertanian, 2014).

#### **2.4.4 Ketinggian Tempat**

Kelapa sawit dapat tumbuh baik pada ketinggian 0–500 m dpl, dengan pertumbuhan optimal pada ketinggian maksimum 400 m dpl. Tanaman ini dapat bertahan pada ketinggian hingga 1000 m dpl, namun dengan penurunan produktivitas yang signifikan (Ruang Pertanian, 2014).

#### **2.4.5 Curah Hujan**

Curah hujan yang ideal untuk kelapa sawit berkisar antara 2000–2500 mm per tahun, dengan distribusi merata sepanjang tahun. Tanaman ini memerlukan bulan kering yang tidak lebih dari 3 bulan per tahun. Curah hujan kurang dari 1250 mm per tahun atau bulan kering lebih dari 3 bulan dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan kelapa sawit (Ruang Pertanian, 2014).

#### **2.4.6 Sinar Matahari**

Kelapa sawit memerlukan sinar matahari yang cukup untuk proses fotosintesis dan pembentukan bunga serta buah. Lama penyinaran yang optimal adalah antara 5–7 jam per hari. Kekurangan sinar matahari dapat menghambat proses asimilasi dan mengurangi produktivitas tanaman (Ruang Pertanian, 2014).

#### **2.5 Topografi Lahan**

Topografi lahan kebun kelapa sawit terdiri dari beberapa jenis, yaitu datar, miring dan sangat miring. Semakin tidak datarnya lahan maka semakin sulit kegiatan pemanenannya. Untuk areal berbukit pada umumnya kondisi medan kebun lebih berat bagi pemanen untuk melakukan pergerakan karena kondisi tanah yang labil dan adanya tanjakan dan turunan. Pemanen harus menyesuaikan cara kerja pemanenan sesuai dengan kondisi topografi lahan pemanenan. Tingkat kesulitan areal (topografi) sangat mempengaruhi tingkat losses produksi (Nurzam, 2014). Menurut Santosa dan Andreas (2014) kondisi topografi perkebunan kelapa sawit yang beragam menjadi permasalahan tersendiri dalam pengelolaan panen kelapa sawit. Beragamnya lahan perusahaan kelapa sawit menyebabkan keberagaman produktivitas kelapa sawit. Produksi yang sangat baik diperoleh jika kelerengan kurang dari 11,65 % (Mimboro, 2015). Selain kondisi topografi lahan kebun kelapa sawit, tinggi pohon kelapa sawit juga berpotensi menimbulkan permasalahan dalam pemanenan

Topografi adalah relief atau kenampakan alami maupun natural (buatan) permukaan bumi, berbentuk tiga dimensi yang meliputi perbedaan tinggi rendahnya permukaan bumi dari permukaan laut (relief), bentuk wilayah, kemiringan, dan bentuk lereng (Wulandari, 2022).

Karakteristik fisik lahan merupakan faktor penting dalam budidaya tanaman kelapa sawit. Lahan yang miring memiliki potensi terjadinya kerusakan tanah akibat erosi, seperti turunnya kandungan bahan organik tanah yang diikuti dengan berkurangnya kandungan unsur hara dan ketersediaan air tanah bagi tanaman. Tanah-tanah yang mengalami erosi berat umumnya memiliki tingkat kepadatan yang tinggi sebagai akibat terkikisnya lapisan atas tanah yang lebih gembur (Yahya, 2010). Kondisi fisik lahan seperti diuraikan diatas terutama kelerengan cenderung menurunkan laju pertumbuhan dan produksi tanaman termasuk kelapa sawit. Hal tersebut cukup banyak terjadi pada lahan perkebunan kelapa sawit yang telah menghasilkan.

## **2.6 Produktivitas Kelapa Sawit**

Kelapa sawit dapat berproduksi optimal tentunya melalui proses yang panjang dan tentunya membutuhkan banyak biaya dan kultur teknis yang harus benar benar terkontrol. Pada umumnya proses budidaya sawit meliputi fase TBM (Tanaman Belum Menghasilkan) dan TM (Tanaman Menghasilkan), dan selanjutnya proses berulang kurang lebih saat umur sawit mencapai 25 tahun atau sudah memiliki nilai ekonomis yang rendah bagi perusahaan. Dalam Suwandi (2011), dinyatakan bahwa ; Tanaman belum menghasilkan (TBM) adalah tanaman yang dipelihara sejak bulan penanaman pertama (TBM-I) sampai panen pada umur 28-36 bulan (TBM-3). Pemeliharaan TBM adalah usaha untuk mendorong pertumbuhan vegetatif guna memperpendek masa tidak produktif .

Setelah melewati masa TBM, tanaman kelapa sawit memasuki fase selanjutnya yaitu fase TM (Tanaman Menghasilkan). Pada fase ini tanaman kelapa sawit diharapkan dapat digali potensi produksinya setelah mengeluarkan biaya

investasi yang tidak kecil pada masa fase TBM. Teknis budidaya yang telah dilakukan di TBM tentunya akan disesuaikan karena tanaman sudah tumbuh meninggi dan juga fokus pengamatan dan pengawasan selain pertumbuhan vegetatif tentunya juga dilakukan pengawasan pertumbuhan generatif, karena tanaman sudah menghasilkan buah yang akan menjadi produksi dalam bentuk TBS (Tandan Buah Segar). Penggalan produksi atau kegiatan panen, berdasarkan Suwandi (2011) yaitu : adalah serangkaian kegiatan dimulai dari memotong tandan matang panen sesuai kriteria matang panen, mengumpulkan dan mengutip brondolan serta menyusun tandan ditempat pengumpulan hasil (TPH) berikut berondolan. Tujuan panen adalah memperoleh minyak sawit dan inti sawit yang optimal dari tandan buah segar (TBS) dengan mutu ALB (Asam Lemak Bebas) yang standart.

Produktivitas kelapa sawit atau yang biasa disebut Protas ialah potensi produksi tanaman kelapa sawit yang biasanya merupakan tujuan yang diharapkan dapat dicapai dari suatu budidaya tanaman kelapa sawit. Luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2021 tercatat melalui Badan Pusat Statistik mencapai 14 juta hektar, (BPS, 2021); 45 % diantaranya adalah perkebunan rakyat. Produksi perkebunan rakyat pada umumnya jauh dibawah perkebunan milik Negara maupun perkebunan swasta dengan tingkat produktivitas antara 12 hingga 16 ton tandan buah segar (TBS) per hektar sementara potensi produksi komoditas ini bisa mencapai 30 ton/ha. Produktivitas CPO perkebunan rakyat rata-rata 2.5 ton dan 0.33 ton minyak inti (PKO) per hektar sementara pada perusahaan perkebunan rata-rata mencapai 4.82 ton CPO dan 0.91 ton PKO per hektar (BBP2TP, 2008).

Tiga konsep yang berhubungan dengan produksi kelapa sawit adalah Produksi Secara Genetik, *Site Yield Potential*, dan Produksi Aktual. Pertama, produksi secara genetik merupakan potensi produksi maksimal yang dimiliki oleh bahan tanaman pada suatu lingkungan tanpa atau sedikit mengalami hambatan baik faktor lingkungan, maupun teknik budidaya dan manajemen. Kedua, *Site Yield Potential* merupakan produksi yang dapat dicapai oleh bahan tanaman tertentu sesuai dengan kondisi suatu tempat setelah mengalami hambatan oleh faktor pembatas yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia seperti faktor iklim. Ketiga, produksi aktual merupakan produksi yang telah dicapai oleh bahan tanaman tertentu pada suatu lokasi setelah mengalami hambatan oleh faktor pembatas yang tidak dapat dikendalikan. Untuk mendapatkan produksi yang optimal maka seluruh faktor produksi yang mempengaruhi harus diusahakan pada kondisi yang optimal. Hal ini dikarenakan faktor penentu produksi tersebut saling terkait dan saling mempengaruhi satu sama lain (Lubis, 2018)

## **2.7 Kesesuaian Lahan**

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mengalami laju pertumbuhan yang sangat pesat di Sumatera Utara khususnya di wilayah Kabupaten Langkat. Berdasarkan data statistika, kabupaten langkat memiliki luas lahan perkebunan kelapa sawit sekitar 467263 hektar dengan total produksi sebesar 764. 436 ton atau produktivitas tanaman 16.17 ton /Ha (BPS, 2021)

Evaluasi lahan adalah usaha penilaian suatu lahan untuk penggunaan tertentu. Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan lahan untuk penggunaan tertentu. Kesesuaian lahan dapat dinilai pada keadaan sekarang dan yang akan

datang setelah diperbaiki. kesesuaian lahan sangat perlu di perhatikan dalam berbudidaya agar bisa mendapatkan hasil yang optimal. Khususnya pada tanaman kelapa sawit, walaupun kelapa sawit dapat tumbuh pada keadaan lahan yang ada, tetapi setiap tanaman memiliki karakter yang membutuhkan persyaratan yang berbeda (Husna, 2015).

Kesesuaian lahan suatu wilayah untuk satu pengembangan pertanian pada dasarnya ditentukan oleh kecocokan antara sifat kimia dan fisik lingkungan yang mencakup iklim, tanah, topografi, batuan dipermukaan dan persyaratan penggunaan lahan atau persyaratan tumbuh tanaman. Jika sifat fisik potensial dikembangkan untuk komoditas tersebut, maka penggunaan tertentu dengan mempertimbangkan berbagai asumsi akan mampu memberi hasil sesuai dengan yang diinginkan (Djaenudin Et Al., 2003).

## **2.8 Sifat Fisik Tanah**

Tanah merupakan media tumbuh utama bagi tanaman dan memiliki sifat fisik, kimia, serta biologi yang memengaruhi produktivitas tanaman. Sifat fisik tanah yang penting meliputi tekstur, struktur, dan porositas. Sedangkan sifat kimia tanah meliputi pH, kapasitas tukar kation (KTK), kadar bahan organik, dan kandungan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (Hardjowigeno, 2003).

Tekstur tanah berpengaruh terhadap kapasitas tanah dalam menyimpan air dan hara. Tanah bertekstur lempung memiliki kemampuan menahan air dan unsur hara lebih baik dibandingkan tanah berpasir. pH tanah menentukan ketersediaan unsur hara, di mana pH optimum untuk tanaman kelapa sawit berkisar antara 4,5–6,5 (Balai Penelitian Tanaman Palma, 2017). Bahan organik berperan penting

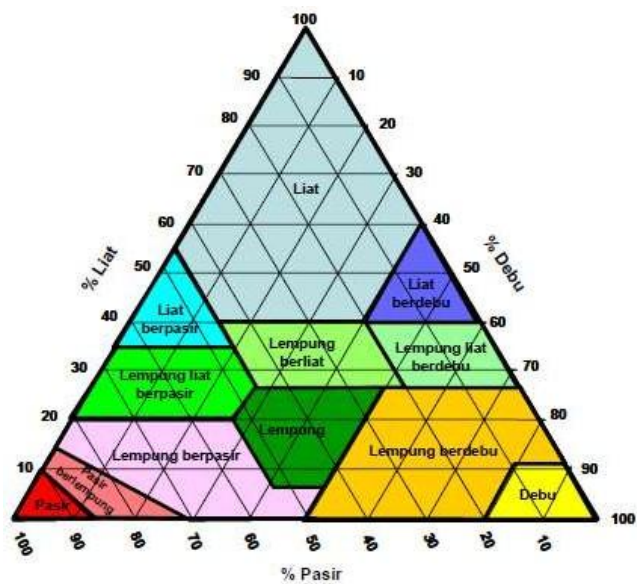
dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan retensi air dan kapasitas tukar kation, serta mendukung aktivitas mikroorganisme tanah (Brady & Weil, 2002).

Berbagai lembaga penelitian atau institusi mempunyai criteria sendiri untuk pembagian fraksi partikel tanah. Sebagai contoh, pada Tabel 2.1 diperlihatkan sistem klasifikasi fraksi partikel menurut *International Soil Science Society* (ISSS), *United States Departement of Agriculture* (USDA) dan *United States Public Roads Administration* (USPRA).

Tabel 2.1. Klasifikasi tekstur tanah menurut beberapa sistem (diambil dari Hillel, 1982)

ISSS		USDA		USPRA	
Diameter	Fraksi	Diameter	Fraksi	Diameter	Fraksi
mm		mm		mm	
> 2	Kerikil	>0.02	Kerikil	>2	Kerikil
0,02-2	Pasir	0,05-2	Pasir	0,05-2	Pasir
0,2-2	Kasar	1-2	Sangat kasar	0,25-2	Kasar
0,02-0,2	Halus	0,5-1	Kasar	0,05-0,25	Halus
		0,25-0,5	Sedang		
		0,1-0,25	Halus		
		0,05-0,1	Sangat halus		
0,002-0,02	Debu	0,002-0,05	Debu	0,005-0,05	Debu
<0,002	Liat	<0,002	Liat	<0,005	Liat

Mengingat terdapat beberapa sistem pengelompokan fraksi ukuran butir tanah, maka dalam penyajian hasil analisis perlu dicantumkan sistem klasifikasi mana yang digunakan. Di Balai Penelitian Tanah digunakan sistem USDA (LPT, 1979). Tanah dengan berbagai perbandingan pasir, debu dan liat dikelompokkan atas berbagai kelas tekstur seperti digambarkan pada segitiga tekstur (Gambar 2.5).



Gambar 1. Segitiga tekstur

Gambar 2.5 Segi Tiga USDA (*United States Departement of Agriculture*)

Cara penggunaan segitiga tekstur adalah sebagai berikut:

Misalkan suatu tanah mengandung 50% pasir, 20% debu, dan 30% liat. Dari segitiga tekstur dapat dilihat bahwa sudut kanan bawah segitiga menggambarkan 0% pasir dan sudut kirinya 100% pasir. Temukan titik 50% pasir pada sisi dasar segitiga dan dari titik ini tarik garis sejajar dengan sisi kanan segitiga (ke kiri atas). Kemudian temukan titik 20% debu pada sisi kanan segitiga. Dari titik ini tarik garis sejajar dengan sisi kiri segitiga, sehingga garis ini berpotongan dengan garis pertama. Kemudian temukan titik 30% liat dan tarik garis ke kanan sejajar dengan sisi dasar segitiga sehingga memotong dua garis sebelumnya. Dari perpotongan ketiga garis ini, ditemukan bahwa tanah ini mempunyai kelas tekstur "lempung liat berpasir".

Salah satu kelas tekstur tanah adalah lempung yang letaknya di sekitar pertengahan segitiga tekstur. Lempung mempunyai komposisi yangimbang antara fraksi kasar dan fraksi halus, dan lempung sering dianggap sebagai tekstur yang

optimal untuk pertanian. Hal ini disebabkan oleh kapasitasnya menjerap hara pada umumnya lebih baik daripada pasir; sementara drainase, aerasi dan kemudahannya diolah lebih baik daripada liat. Akan tetapi, pendapat ini tidak berlaku umum, karena untuk keadaan lingkungan dan jenis tanaman tertentu pasir atau liat mungkin lebih baik daripada lempung. Penentuan tekstur suatu contoh tanah secara kuantitatif dilakukan melalui proses analisis mekanis. Proses ini terdiri atas pendispersian agregat tanah menjadi butir-butir tunggal dan kemudian diikuti dengan sedimentasi.

## **2.9 Struktur Tanah**

Struktur tanah merupakan sifat fisik tanah yang menggambarkan susunan ruangan partikel-partikel tanah yang bergabung satu dengan yang lain membentuk agregat. Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Gumpalan struktur tanah ini terjadi karena butir-butir pasir, debu, liat terikat satu sama lain oleh suatu perekat seperti liat dan faktor perekat lainnya adalah bahan organik. Gumpalan-gumpalan kecil berupa struktur tanah mempunyai bentuk, ukuran, dan kemandapan yang berbeda-beda.

Struktur tanah merupakan faktor penting dalam tubuh tanah dan memiliki proses pembentukan yang kompleks dengan melibatkan bahan organik dan klei (Sukmawijaya dan Sartohadi, 2019). Struktur tanah merupakan partikel-partikel tanah seperti pasir, debu, dan liat yang membentuk agregat tanah antara suatu agregat dengan agregat yang lainnya. Dengan kata lain struktur tanah berkaitan dengan agregat tanah dan kemandapan agregat tanah. Bahan organik berhubungan erat dengan kemandapan agregat tanah karena bahan organik bertindak sebagai bahan perekat antar-partikel mineral primer (Putra, 2009).

Perkembangan struktur tanah ditentukan oleh kemantapan atau ketahanan bentuk struktur tanah terhadap tekanan. Struktur granuler, remah merupakan struktur baik dan mempunyai tata udara yang baik, sehingga unsur-unsur hara lebih mudah tersedia (Meli *et al.*, 2018). Struktur tanah yang baik adalah berbentuk membulat sehingga tidak dapat saling bersinggungan dengan rapat dan pori-pori tanah terbentuk dengan baik.

Struktur tanah berfungsi memodifikasi pengaruh tekstur terhadap kondisi drainase dan aerasi tanah, karena susunan antar-agregat tanah akan menghasilkan ruang yang lebih besar dibandingkan susunan antar-partikel primer (Meli *et al.*, 2018). Tanah yang berstruktur baik akan mempunyai kondisi drainase dan aerasi yang baik pula, sehingga memudahkan sistem perakaran tanaman untuk berpenetrasi dan menyerap larutan tanah.

## **2.10 Kedalaman Efektif**

Kedalaman efektif tanah yaitu kedalaman tanah yang baik untuk pertumbuhan akar tanaman (sampai lapisan yang tidak tertembus akar tanaman) diukur dilapangan dengan menggunakan bor tanah. Kedalaman efektif diukur dari permukaan tanah sampai pada lapisan kedap keras dan tanah tereduksi pada penampang tanah yang membatasi atau mengganggu perakaran. (Hardjowigeno, 2010)

Kedalaman efektif tanah yaitu >50cm. Kedalaman efektif merupakan kedalaman yang diukur dari permukaan tanah sampai lapisan impermeabel, pasir, kerikil, batu dan plintit. Kedalaman juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan akar, drainase dan ciri sifat fisik tanah (Basir, 2019).