

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Taksonomi Tanaman Tebu ( *Saccharum officinarum* L.)**

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tumbuhan perkebunan semusim Yang ditanam secara monokultur serta dipanen satu kali dalam satu daur hidupnya. berdasarkan Rahmah(2021), pembagian terstruktur mengenai tumbuhan tebu ialah menjadi berikut:

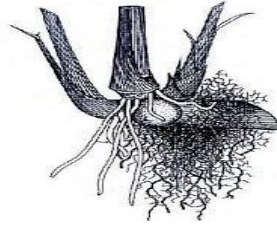
Kingdom : Plantae  
Underworld : Tracheobionta  
Superdivision : Spermatophyta  
Division : Magnoliophyta  
Group : Liliopsida  
Subclass : Commelinidae  
Order : Cyperales  
Family : Poaceae  
Genus : Saccharum  
Species : Saccharum officinarum L.

#### **2.2 Morfologi Tanaman Tebu ( *Saccharum officinarum* L.)**

Morfologi tebu terdapat akar, batang, tunas, dan daun. Bentuk batang dan daun biasanya dapat dikenali dari sistem perakaran tanaman. Dari hasil penelitian sebelumnya, morfologi tebu yang dikemukakan oleh Rahmah (2021) sebagai berikut:

##### **2.2.1 Akar**

Akar tebu berserat, menandakan bahwa tebu termasuk dalam golongan monokotil. Terdapat 2 jenis akar, yaitu akar potong dan akar kecambah. Akar potong biasanya dikenal juga akar semai dan tidak bertahan lama. Akar potong tumbuh pada cincin akar pemotongan batang. Sedangkan akar kecambah telah menggantikan akar bibit (Rahmah, 2021). Hal ini ditunjukkan lebih jelas pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Akar Tanaman Tebu  
Dokumentasi : Kartawijaya, 2018

### 1.2.2 Batang

Tebu (*Saccharum* sp.) mempunyai ruas-ruas yang tersusun ruas-ruas, diameter 3 sampai 5 cm, tinggi 2 sampai 5 meter, tidak bercabang. Batang tebu terbagi menjadi beberapa ruas, ruas yang lebih panjang dari pangkal hingga tengah, dan ruas yang lebih pendek di bagian atas. Ketinggian batang bervariasi 2 -5 meter, tergantung kualitas pertumbuhan, jenis tebu dan kondisi iklim. Pada bagian atas tanaman tebu terdapat titik tumbuh yang berperan penting dalam proses pertumbuhan. (Rahmah, 2021) Hal ini terlihat lebih jelas pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Batang Tanaman Tebu  
Sumber : <https://www.google.com>

### 1.2.3 Daun

Tanaman tebu mempunyai daun yang kelengkapannya kurang, yang terdiri atas helaian daun dan pelepah, tanpa tangkai daun. Posisi daun tercantum di buku. Terdapat hubungan segitiga antara urat daun dan helaian daun. Di dalamnya terdapat helaian daun yang memisahkan helaian daun dan uratnya. Lebar daun sempit kurang dari 4 cm, rata-rata lebar 4-6 cm. Daun tebu memiliki bentuk menyerupai pita, tidak memiliki tangkai, dan mempunyai pelepah mirip kulit jagung, tumbuh berselang-seling di sisi kiri dan kanan. Tepi daun mungkin memiliki rambut bergelombang. (Rahmah, 2021). Hal ini ditunjukkan lebih jelas pada Gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Daun Tanaman Tebu  
Sumber : <https://www.google.com>

#### 1.2.4 Bunga

Bunga tebu berbentuk limas dengan panjang 70-90 cm. Bunganya mekar pada bulan April hingga Mei. Perbungaannya terdiri dari satu bunga - tiga kelopak. Cabang-cabang bunga pada tahap pertama membentuk karangan bunga, dan pada tahap berikutnya menjadi karangan bunga dengan dua duri sepanjang 3-4 mm. Ada juga benang sari dan putik dengan dua putik dan satu bakal biji. Tebu, seperti halnya beras, berbiji dengan panjang batang sepertiga dari panjang biji. Bibit tebu dapat ditanam di kebun percobaan untuk mendapatkan varietas tebu hibrida unggul baru (Rahmah, 2021). Hal ini ditunjukkan lebih jelas pada Gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Bunga Tanaman Tebu  
Sumber : <https://www.google.com>

#### 1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Tebu

Menurut Nafisa, 2022, pemberian unsur hara yang seimbang pada tanah merupakan faktor kunci keberhasilan tanaman. Pertumbuhan dan produktivitas tanaman tercapai pada tingkat optimal bila unsur hara dalam tanah berada dalam keadaan seimbang dan mudah diubah menjadi anion dan kation.

### 2.3.1 Tanah

Tanah merupakan media tempat tumbuh dan memperoleh makanan berupa unsur hara (Purba, 2021).

#### 1. Sifat Fisik Tanah

Tekstur tanah yang cocok untuk tumbuh tebu adalah tanah bertekstur sangat kering dan tidak terlalu basah, drainase dan tanah harus diperhatikan karena akar tebu sangat berpengaruh terhadap kurangnya udara dalam tanah (Rahmah, 2021). Budidaya intensif mempengaruhi kondisi tanah. Pembajakan yang sering mendorong penguraian bahan organik. Selain berkurangnya kandungan bahan organik tanah, agregat tanah yang terbentuk sebelumnya juga ikut hancur sehingga mengakibatkan berkurangnya ruang pori tanah (Soepardi, 1983; Nafisa, 2022). Tanah yang rusak di akibatkan karena kurang intensifnya dalam mengolah tanah dapat diperbaiki dengan menggabungkan pengolahan tanah dengan penggunaan bahan organik dari limbah penggilingan tebu, khususnya filter cake dan abu panas. Meskipun pengolahan tanah untuk sementara meningkatkan kesuburan tanah, seperti meningkatkan porositas dan aerasi tanah, namun penggunaan filter cake organik dan abu hangat dapat memperbaiki sifat fisik tanah dalam jangka panjang (Rahmah, 2021).

#### 2. Sifat Kimia Tanah

Tanaman tebu memerlukan pH tanah 6 hingga 7,5, namun mentolerir pH tanah di atas 8,5 dan di bawah 4,5. PH yang lebih tinggi mengurangi ketersediaan nutrisi. Jika nilai pH kurang dari 5 sebaiknya digunakan kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) karena dapat menyebabkan keracunan Fe dan Al pada tanaman. Hal ini bertujuan untuk mereduksi unsur Fe dan Al. Klorin (Cl), komponen racun utama dalam tanah, terdapat di dalam tanah pada konsentrasi sekitar 0,06 hingga 0,1. Di negara-negara yang dekat dengan pantai, kandungan klorin sangat tinggi akibat infiltrasi air laut. Pada tanaman tebu, sumber dan kadar fosfor yang berbeda dapat meningkatkan jumlah tunas, tinggi tanaman, dan hasil tebu, sehingga dapat berdampak signifikan terhadap hasil dan kemurnian tebu (Purba, 2021).



### 3. Sifat Biologi Tanah

Secara ilmiah, tanah dianggap subur jika ketersediaan dan jumlah bahan organik di dalam tanah lebih dari 5%. Bahan organik di dalam tanah berperan sebagai bahan perekat (pengikat) partikel-partikel tanah, sehingga meningkatkan kohesi tanah, memperbesar ruang pori-pori tanah, dan menurunkan berat jenis tanah. Kesuburan ini mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro dan unsur hara mikro. Secara khusus, unsur hara dalam tanah hanya dapat diserap oleh akar tanaman ketika unsur-unsur tersebut diubah menjadi anion dan kation. Konversi nutrisi menjadi ion dan kation dilakukan oleh mikroorganisme. Ada 4.444 mikroorganisme yang bertanggung jawab untuk mengubah unsur menjadi ion dan kation. 1) Bakteri, 2) Jamur, 3) Aktinobakteri, 4) Virus. Jumlah ion dan kation dalam tanah sebenarnya bergantung pada jumlah dan aktivitas mikroorganisme. Oleh karena itu, dominasi mikroorganisme tersebut sangat menentukan ketersediaan ion dan kation dalam tanah (Purba, 2021).

Supriyadi dkk. (2018) memaparkan hasil penelitian pertumbuhan tebu, produktivitas tebu, dan kristalisasi klon tebu tahap awal dan pertengahan pada tanah Inceptisol. Hasil penelitian menunjukkan klon PS 06 188 mencapai produktivitas 121,85 t/ha dengan rendemen 9,74% dan hablur 11,88 t/ha.

### 4. Ph Tanah

Tanaman tebu dapat beradaptasi pada tingkat keasaman tanah (pH) antara 5 hingga 8. Ketika pH tanah < 4,5, keasaman tanah menghambat pertumbuhan tanaman, yang mungkin disebabkan oleh efek racun dari aluminium bebas (Al). Menurut Nafisa (2022), hasil tebu tertinggi dicapai bila unsur hara makro primer, unsur hara makro sekunder dan unsur hara mikro terdapat di dalam tanah ketika diamankan. Tingkat kritis adalah nilai batasnya.

### 5. Tanah Grumusol

Tanah grumusol adalah tanah liat yang mengandung lebih dari 30% lempung dan seringkali berwarna gelap. Jenis lempung pada tanah grumusol biasanya berjenis montmorillonit atau lempung-silika 2:1 yang memiliki sifat membesar pada cuaca basah dan mengecil pada cuaca panas, sehingga lengket pada musim hujan dan sangat keras pada musim kemarau dengan retakan-retakan sedalam 1 meter (Nafisa, 2022). Tanah grumusol atau tanah Magalith merupakan

tanah lempung yang bertekstur halus. tanah ini memiliki warna abu kehitaman dan memiliki kesuburan tinggi serta tersebar luas. Di wilayah Jateng, Jatim, Madura, NT dan Sulawesi, tanaman yang tumbuh di tanah grumusol antara lain adalah padi, jagung, kacang-kacangan, tebu, kapas, tembakau, dan jati (Ismail, 2022). Tanah grumusol dikenal memiliki karakteristik yang baik untuk mendukung pertumbuhan berbagai jenis tanaman tersebut, Kandungan bahan organik dalam tanah grumusol biasanya berkisar antara 1,5% hingga 4%. Bahan organik ini berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, struktur tanah, serta kapasitas tanah untuk menahan air dan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Ciri khas tanah grumusol, yang telah lama digunakan sebagai tanah pertanian, adalah kandungan fosfatnya yang rendah, dan grumusol muda mengandung sisa-sisa abu vulkanik atau batuan yang kaya fosfat. Dalam beberapa kasus, terdapat korelasi antara kandungan fosfat dan kandungan kapur, yang berarti bahwa tanah yang kaya fosfat umumnya bersifat basa sehingga unsur hara tidak terserap dengan baik. Tanah yang telah berkembang juga umumnya kekurangan nitrogen, namun dalam jumlah yang lebih besar.

### **2.3.2 Suhu**

Tanaman tebu membutuhkan suhu 24 hingga 34°C, dengan perbedaan suhu siang dan malam tidak lebih dari 10°C. Suhu yang baik untuk proses berkecambah tebu adalah 26–32°C dan suhu optimal yang dibutuhkan adalah 30–33°C. (Musliha, 2021). Berbagai tekanan iklim seperti suhu tinggi, salinitas, suhu dingin, ketersediaan makanan, dan keracunan unsur-unsur selama periode pertumbuhan tanaman di daerah subtropis mengakibatkan masa aktif tanaman terbatas hingga 8-9 bulan. Pada puncak musim dingin (Desember dan Januari), suhu turun di bawah 5 °C, sementara antara Mei dan Juni, suhu rata-rata melebihi 43 °C. Suhu yang melebihi 38 °C berdampak pada fotosintesis tanaman tebu dan meningkatkan laju respirasi, yang pada gilirannya memengaruhi produktivitas dan kualitas jus tebu di daerah tersebut (Meena, dkk., 2020).

Yu Bingwei, (2022) menyatakan tumbuhan telah mengembangkan berbagai mekanisme respons terhadap suhu tinggi. Perubahan fisik dan sinyal metabolisme, termasuk perubahan orientasi daun, berkurangnya kehilangan air, perubahan komposisi lipid membran, dan pembuluh xilem yang lebih besar, merupakan mekanisme respons umum tanaman terhadap HT. HT menginduksi produksi spesies oksigen reaktif (ROS), yang menyebabkan peroksidasi membran dan pigmen, menyebabkan hilangnya permeabilitas membran. Selain itu, HT mengubah komposisi kloroplas dan metabolit daun, sehingga mengurangi laju fotosintesis dan mengakibatkan siklus hidup yang pendek dan berkurangnya produktivitas tanaman. Yu Bingwei, (2022) menyatakan HT ekstrim menyebabkan kerusakan atau kematian sel dengan cepat, yang menyebabkan perubahan besar pada organisasi seluler.

### **2.3.3 Kelembapan**

Kelembapan dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman karena berperan dalam proses fotosintesis. Jika kelembapan rendah, tanaman akan transpirasi dengan lebih banyak air jika laju fotosintesis lebih tinggi. Karena kelembapan yang sangat rendah atau sangat tinggi dapat mempersulit pertumbuhan tanaman, kondisi ini dapat menyebabkan stres pada tanaman. Kelembapan rendah dapat menyebabkan dehidrasi dan mengurangi proses fotosintesis, sementara kelembapan tinggi dapat menyebabkan pembusukan akar dan meningkatkan risiko penyakit. Oleh karena itu, menjaga keseimbangan kelembapan sangat penting untuk memastikan pertumbuhan yang optimal. Tanaman membutuhkan tingkat kelembapan yang ideal. Oleh karena itu, agar proses fisiologis pada tanaman dapat berjalan dengan baik, kelembapan yang ideal diperlukan (Nafisa, 2022). Jumlah uap air di udara sangat terkait dengan kelembapan. Kelembapan udara yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur, yang dapat mengurangi rendemen dan produktivitas tebu. Tanaman tebu dapat tumbuh bahkan ketika kelembapan udara hanya 70%. Tanaman tebu tumbuh di daerah kelembapan relatif (rH) antara 40-60%, dan pertumbuhan yang baik pada kelembapan rH 70%. (Musliha, 2021).

### **2.3.4 Curah Hujan**

Jika curah hujan berkisar antara 1.000 hingga 1.300 milimeter per tahun dan setidaknya tiga bulan kering, tanaman tebu akan tumbuh dan berkembang dengan baik. Saat tanaman tebu memasuki periode masa vegetatif, dibutuhkan hujan yang cukup tinggi, kira-kira 200 milimeter perbulan, selama sekitar lima hingga enam bulan. Tanaman tebu memerlukan curah hujan sebesar 125 mm pada awal pertumbuhannya, dan pada periode berikutnya, saat berumur 4 hingga 5 bulan, tanaman ini membutuhkan curah hujan yang kurang dari 75 mm per bulan, yang menandakan terjadinya periode kering. Selama periode ini, tanaman tebu mengalami masa generatif serta pematangan tebu (Nafisa, 2022).

Habibi (2018) menjelaskan penelitian yang dilakukan di Kebun Kwala Madu, PT. Perkebunan II Persero Kabupaten Langkat, tentang bagaimana curah hujan dan hari hujan memengaruhi produksi tebu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa afdeling C memiliki produktivitas tebu rata-rata 88,3 t/ha pada tahun 2010 pada lahan seluas 141 ha; memiliki curah hujan rata-rata 1535 mm/tahun dan jumlah hari hujan rata-rata 73 hari per tahun, yang menunjukkan bahwa curah hujan memberikan kontribusi terhadap produktivitas tebu yang tinggi.

### **2.3.5 Sinar Matahari**

Dalam pertumbuhan tebu, sinar matahari memiliki peran yang sangat penting, terutama dalam fase fotosintesis, yang mengatur pertumbuhan tunas dan pemanjangan batang. Jika cuaca mendung dan sinar matahari berkurang, pertumbuhan anakan di setiap rumpunan akan terhambat akibat proses fotosintesis yang terganggu (Musliha, 2021). Tanaman tebu sangat memerlukan kondisi yang memadai dalam hal sinar matahari. Tanaman ini paling cocok ditanam di daerah yang mendapatkan lebih dari 1800 jam sinar matahari per tahun. Tebu akan tumbuh subur di bawah sinar matahari selama 12-14 jam setiap hari, dengan minimal 7-9 jam per hari (Nafisa, 2022).



## 2.4 Klasifikasi Penyakit Luka Api

Kingdom	: Fungi
Filum	: Basidiomycota
Subfilum	: Ustilaginomycotina
Kelas	: Ustilaginomycetes
Subkelas	: Ustilaginomycetidae
Order	: Ustilaginales
Family	: Ustilaginaceae
Genus	: Ustilago
Species	: Ustilago scitaminea (Hidayah, 2020)

## 2.5 Penyakit Luka Api

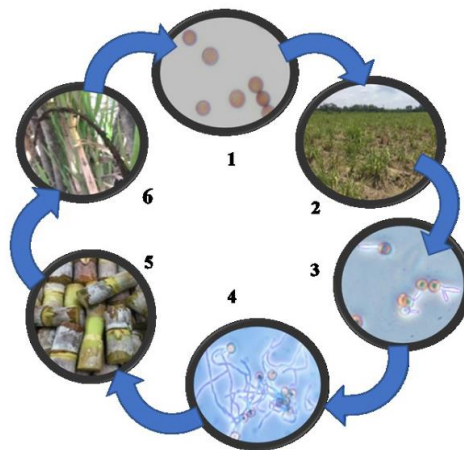
Penyakit luka api disebabkan oleh jamur *Ustilago scitaminea* Sydow. Yang menyebar melalui spora dan menyebar dengan cepat karena spora *U. scitaminea* menyebar melalui angin, hujan, dan peralatan pertanian. Infeksi *U. scitaminea* terjadi melalui tunas, baik yang sudah berkembang maupun yang masih berbentuk biji. Penyakit luka bakar pada tanaman tebu dapat sangat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman tebu sehingga menurunkan hasil dan mutu tebu (Hidayah, 2020). Penyakit luka api tebu memiliki ciri dengan tumbuhnya struktur dan kandungan sori (kumpulan spora) pada ujung atau titik tumbuh tanaman tebu yang biasa disebut karbon hitam. Luka bakar menyerang bagian atas atau titik tumbuh tanaman tebu. Penyakit luka bakar pada tanaman tebu menyebabkan tanaman tebu kurang tumbuh dengan baik dan menghasilkan cabang yang banyak berbeda dengan tanaman tebu yang sehat (Nafisa, 2022).



Gambar 2. 1 Penyakit Luka Api  
Sumber : Sinta, 2015

## 2.6 Mekanisme Infeksi *Ustilago scitamineum* Pada Tanaman Tebu

Parasit *S.scitamineum* hidup dalam Jaringan meristematik menjadi pintu masuk bagi jamur, yang hanya Jamur dapat masuk ke wilayah bawah tunas yang berada di bawah. Ketika infeksi mulai tumbuh, jamur menyerang tepat di belakang titik tumbuh tanaman. Meristem apikal akan membentuk organ tambahan yang menyerupai cambuk, di mana terdapat klamidospora. Jamur klamidospora dapat bertahan di tanah kering atau pada sisa-sisa tanaman yang terinfeksi. Selain itu, jamur ini dapat bertahan dalam bentuk infeksi laten, baik sebagai miselium tanaman maupun spora pada bibit.. Klamidospora memiliki permukaan licin atau tonjolan-tonjolan halus dan berwarna hijau zaitun sampai cokelat dengan garis tengah 5-10  $\mu\text{m}$  dan bentuk bulat atau tidak teratur. Banyak sel steril, hialin atau cokelat, berkumpul di antara spora. Promiselium pendek klamidospora terdiri dari tiga hingga empat sel.. Tiap sel dapat membentuk satu sporidium atau lebih atau membentuk hifa yang menginfeksi. Hifa atau sporidium sekunder dapat dibentuk oleh sporidium bulat panjang dan tidak berwarna. Klamidospora dalam tanah dapat menyebar melalui air dan menginfeksi tunas muda dari stek, baik di atas maupun di bawah tanah. Infeksi sangat mudah menyerang mata yang mulai berkembang menjadi tunas. Sebagian besar infeksi terjadi karena spora (Nafisa, 2022).



Gambar 2. 2 Proses infeksi jamur *S. scitamineum* pada tanaman tebu  
Sumber : Hidayah, 2020

Proses infeksi bakteri *Xanthomonas albilineans* dan Sugarcane streak mosaic virus hampir sama dengan proses infeksi jamur *S. scitamineump* pada tanaman tebu melalui bagian bawah tunas yang berada di bawah sisik-sisik yang dalamnya terdapat klamidospora. Jamur klamidospora tinggal di tanah yang kering atau pada sisa-sisa tanaman yang sakit. Selain itu, mereka dapat bertahan sebagai infeksi laten dalam bentuk miselium tanaman atau spora pada bibit.

## 2.7 Pengendalian Penyakit

Kristini, (2022) mengemukakan bahwa pengendalian luka api, blendok dan mozaik bergaris dapat dilakukan dengan cara:

1. Sanitasi atau pemberantasan dapat dilakukan menggunakan metode menghilangkan tanaman yang terinfeksi, menjaga kebersihan kebun dari sisa-sisa tanaman dan inang alternatif yang terinfeksi, serta memusnahkan tanaman yang sakit.
2. Memperkuat kondisi tanaman dapat dilakukan dengan memberikan pupuk hayati mikoriza dan *Trichoderma harzianum*. Pupuk hayati mikoriza berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan, meningkatkan kualitas dan viabilitas benih, serta mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman.
3. Hindari penanaman tebu ratun-2 dan ratun-3, terutama di daerah endemis penyakit.

Untuk tingkat serangan yang masih tergolong ringan dengan luas penyebaran yang kecil, cukup membakar tanaman yang terkena luka bakar. Cara mengatasinya adalah dengan memusnahkan tanaman yang terserang dengan cara membungkusnya dengan plastik agar spora tidak menyebar kemudian dibakar. Cara ini termasuk cara termudah dan termurah yang dapat diterapkan karena tidak memerlukan biaya yang besar.

## 2.8 Penyakit Blendok

Penyakit ini dapat menyebabkan penurunan rendemen tebu sebesar 80 hingga 98% serta memengaruhi kandungan dan kejernihan gula. Di Indonesia, terutama di Pulau Jawa dan Sumatera, penyakit blendok ditemukan di semua negara penghasil tebu. Gejala penyakit ini dilihat dengan klorosis pada daun tebu yang mengikuti aliran pembuluh darah (Rivaldi, 2018).

Helaian daun tebu terlihat terdapat garis klorosis sejajar urat daun, dekat dengan induk urat daun hingga ke tepi. dari daun. Garis klorosis kemudian mengering. Jika serangannya berat akan tumbuh tunas samping yang juga bersifat klorosis. Jika perkembangan penyakit lambat maka tajuk akan mengering secara perlahan karena terhambatnya aliran air ke atas pada pembuluh batang sehingga pada akhirnya tanaman akan mati (Yulianti, 2020).



Gambar 2. 3 Penyakit blendok  
Sumber : Sinta, 2016

## 2.9 Penyakit Mosaic Bergaris



Gambar 2. 4 Penyakit Mosaic Pada Tanaman Tebu  
Sumber : Litbangpra, 2012

Penyakit mosaik tebu yang disebabkan oleh (SCMV) dan virus mosaik coretan tebu (SCSMV) diyakini telah tersebar di banyak wilayah penghasil tebu. Kedua virus tersebut menyebabkan hilangnya hasil karena menghambat pembentukan kloroplas pada daun (Addy et al. 2017). Virus mosaik coretan tebu adalah Salah satu penyakit mosaik terpenting pada tebu dapat menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan seiring berjalannya waktu. Saat ini, terdapat



beberapa cara untuk memberantas penyakit yang disebabkan oleh virus, antara lain dengan menggunakan varietas tahan, mengendalikan serangga vektor melalui penggunaan pestisida, memusnahkan tanaman dengan cara dibakar atau dicabut, dan menghindari sumber penularan. Selain itu perlakuan panas dan penerapan struktur fisik juga merupakan metode yang dapat mengendalikan penularan, perbanyakan, translokasi ke jaringan inang, penyebaran dan munculnya gejala pada tanaman inang (Basri, 2015).

## **2.10 Faktor Utama Pertumbuhan Tanaman Tebu**

### **2.10.1 Faktor Genetik**

Gen mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan karena mereka membawa sifat yang diwariskan dalam sel. Gen mengkodekan aktivitas dan karakteristik pertumbuhan dan perkembangan. Faktor genetik sangat berkaitan dalam menghasilkan hasil yang tinggi (brix, bobot, hasil dan kristal). Gen adalah kode yang terkandung dalam materi genetik suatu organisme, yang disebut molekul DNA atau RNA DNA. Senyawa apa yang paling penting yang mempunyai fungsi meneruskan informasi genetik kepada generasi berikutnya (Kelompok GTK Dikdas, 2021).

#### **1. Enzim**

Dalam proses pertumbuhan tanaman tebu, faktor enzim juga berperan penting. Enzim invertase bertanggung jawab atas hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Tanaman tebu memanfaatkan hasilnya untuk pertumbuhan, pemanjangan sel dan proses metabolisme. Ada tiga kategori enzim invertase yang berbeda: invertase vakuolar, juga dikenal sebagai invertase larut asam (SAI), dan invertase dinding sel (CWI), yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman tebu. Kinerja enzim invertase pada tanaman dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti pH dan suhu. Aktivitas enzim invertase meningkat pada pH 7,2 tetapi berangsur-angsur menurun seiring dengan meningkatnya pH keasaman. Sebaliknya pada kondisi pH basa, aktivitas enzim invertase menurun dengan cepat (Sanjaya et al., 2020).

Tebu yang memasuki fase pemasakan, konsentrasi kandungan sukrosa mengalami peningkatan. Dikarenakan hal tersebut, pada batang tebu yang awalnya mengandung sukrosa akan mengalami penurunan yang juga menunjukkan bahwa metabolisme sukrosa terdegradasi menghasilkan glukosa dan fruktosa. Aktivitas tersebut terjadi dengan dikatalis oleh enzim c dan enzim invertase. Aktivitas enzim invertase akan meningkat saat fase pemasakan dan menyebabkan sukrosa berkurang. Saat musim sesuai untuk pertumbuhan vegetatif tanaman tebu, aktivitas enzim soluble acid invertase (SAI) mengalami peningkatan. Namun sebaliknya, jika kondisi iklim sesuai untuk fase pemasakan, maka aktivitas enzim neutral invertase (NI) mengalami peningkatan (Nafisa, 2022).

## 2. Stomata

Cahaya, kelembapan, suhu, angin, dan potensi air daun memengaruhi proses pertukaran stomata dan karbondioksida, serta kerapatan stomata yang lebih tinggi. Masuknya karbondioksida meningkat, yang mempercepat fotosintesis tanaman dan meningkatkan hasil tanaman. Ukuran dan kerapatan stoma pada permukaan daun bervariasi. Ditinjau dari kerapatan stoma *S.officinarum* menunjukkan indikasi tahan terhadap kekeringan karena memiliki stoma berukuran kecil dengan kerapatan yang rendah. Tanaman tebu tahan terhadap kekeringan karena ukuran dan kerapatan stomata yang rendah di epidermis daun (Hidayah, 2020).

Stomata terkait dengan pertukaran karbondioksida dan berfungsi sebagai alat untuk menyesuaikan diri dengan kekeringan. Sel penutup stomata tanaman tebu dikelilingi oleh dua sel tetangga yang sejajar (Nafisa, 2022). Jumlah stomata sangat dipengaruhi oleh kerapatan stomata. Kerapatan stomata yang tinggi dapat meningkatkan konduktansi stomata, sementara kerapatan stomata yang rendah dapat mengurangi transpirasi, sehingga membuat tanaman lebih tahan terhadap cekaman kekurangan air. Tanaman yang memiliki kerapatan stomata rendah cenderung lebih tahan terhadap cekaman kekurangan air, karena mereka dapat mengurangi kehilangan air melalui transpirasi.

### 3. Klorofil

Klorofil ditemukan dalam membran tilakoid dan merupakan salah satu senyawa metabolit primer yang berperan penting dalam metabolisme tanaman. Klorofil juga merupakan katalisator penting dalam fotosintesis. Menurut Hidayah (2020) salah satu jalur metabolit utama tumbuhan adalah biosintesis klorofil. Namun, hasil asimilasi karbon selama proses fotosintesis adalah sukrosa. Jumlah dan kualitas klorofil sangat memengaruhi sintesis sukrosa pada sel mesofil daun.

Klorofil adalah pigmen hijau yang terdapat pada daun dan berperan dalam fotosintesis tanaman. Setelah menyerap energi matahari, pigmen ini memicu fiksasi CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat. Hasil fotosintesis kemudian diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat, dan molekul organik lainnya melalui reaksi anabolisme. Klorofil a, yang dikenal sebagai hijau tua, dan klorofil b, yang dikenal sebagai hijau muda, memiliki kemampuan serupa dalam menyerap cahaya merah dengan panjang gelombang antara 600–700 nm (Nurchahya, 2021).

#### 2.10.2 Faktor Lingkungan

##### 1. Air

Ketersediaan air juga memengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang tidak memiliki air biasanya lebih kecil dan tidak dapat tumbuh dengan baik karena ukurannya yang lebih kecil. Semua aspek pertumbuhan tanaman dapat terkena dampak kekeringan. Semua proses pertumbuhan tanaman, seperti proses fisiologis, morfologis, biokimia, dan anatomi. Kekurangan air dapat menghambat sintesis dinding sel dan protein, Stomata daun juga rusak jika kekurangan air. Stomata menutup, mencegah CO<sub>2</sub> masuk, yang mengurangi aktivitas fotosintesis. (Nurchahya, 2021).

##### 2. Kesuburan tanah

Kesuburan tanah merupakan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanah melalui kebutuhan mikro dan makro yang terkandung di dalam tanah. Jumlah air yang tersedia tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman sehingga menyebabkan pertumbuhan terhambat. Memang benar air berfungsi sebagai penyusun protoplasma seluler, pelarut nutrisi yang secara langsung mempengaruhi proses perkecambahan, perkecambahan, dan pemanjangan tanaman tebu (Nurchahya, 2021).

### 3. Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pembentukan sukrosa cukup tinggi. Sukrosa berperan sebagai sumber energi yang dihasilkan melalui fotosintesis dan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman. Proses ini terjadi pada siang hari dan paling baik dilakukan pada suhu 30°C. Setelah sukrosa terbentuk, sukrosa diakumulasi atau disimpan di dalam batang semalaman, dimulai dari ruas paling bawah, pada suhu 15°C.

Suhu sangat mempengaruhi pembentukan dan perkembangan sukrosa pada tebu. Sukrosa dibentuk pada siang hari dan disimpan dalam batang pada malam hari, dimulai dari ruas terendah. Penyimpanan sukrosa yang efektif mencapai puncaknya pada suhu 15 derajat Celcius.

### 4. Hama dan Penyakit

Hama adalah organisme yang merusak tanaman, baik pada akar, batang, daun, maupun bagian lainnya, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman atau bahkan menyebabkan kematiannya. Sementara itu, penyakit tanaman merupakan penyimpangan dari sifat normal yang mengakibatkan tanaman atau bagiannya tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Selain itu penyakit tanaman adalah ketidakmampuan tanaman untuk memberikan hasil yang cukup baik dalam kuantitas maupun kualitasnya (Rahmah, 2021).

Jamur *Sporisorium scitamineum* Syd., sebelumnya disebut *Ustilago scitaminea* Sydow, menyebabkan penyakit luka api, yang merupakan salah satu penyakit penting tanaman tebu (Nafisa, 2022). Munculnya cambuk berwarna hitam, perubahan bentuk daun termuda, adalah gejala khas penyakit ini. Kumpulan spora jamur yang membentuk warna hitam pada cambuk.

Pada penyakit blendok, helaian daun tebu biasanya menunjukkan satu atau lebih garis klorosis yang sejajar dengan tulang daun. Penyakit mosaic bergaris biasanya pada helaian daun dengan ciri bergaris putih dan sejajar dengan tulang daun. Penyakit ini berdampak pada pertumbuhan tebu serta kualitas nira.



## 2.11 Penelitian Terdahulu

### 1. SB01/ JW01

Di Kebun Jatisari-Sidoarjo dengan pola tanam B, bobot tebu varietas JW01 UMG NX melebihi bobot tebu varietas PS 862 pada semua kategori tanaman, PC dan RC1 berturut-turut 5% dan 21% lebih tinggi dari bobot tebu PS 862. Rendemen varietas ini, pada semua kategori tanaman melebihi rendemen varietas PS 862 berturut-turut sebesar 15% dan 3%. Demikian juga, hablur varietas ini di Kebun Jatisari pada semua kategori tanaman melebihi hablur varietas PS 862 berturut-turut sebesar 29% dan 9% (Budi, 2022).

### 2. SB03

Di Kebun Jatisari-Sidoarjo (grumosol) dengan pola tanam B, produktivitas SB03 UMG NX lebih tinggi dari produktivitas PS 862 pada tanaman PC 4% dan RC1 9%. Rendemen tebu SB03 UMG NX pada tanaman PC 12% dan 3% lebih tinggi dari rendemen tebu PS 862 pada keprasan pertama (RC1). Hablur 23% lebih tinggi dari hablur tebu PS 862 (Budi, 2022).

### 3. SB04

Di kebun Jatisari-Sidoarjo (Grumosol) dengan pola tanam B, produktivitas SB04 UMG NX lebih tinggi 9% pada tanaman PC dari PS 862. Rendemen SB04 UMG NX di kebun ini 3% lebih tinggi dari PS 862 pada PC. Hablur SB04 UMG NX tanaman PC lebih tinggi 23% lebih tinggi dari PS 862 (Budi, 2022).

### 4. SB11

Di Jatisari-Sidoarjo (Grumosol) dengan pola tanam B, bobot tebu varietas ini lebih tinggi dengan bobot tebu varietas PS 091 pada PC dan RC1 berturut-turut 1% dan 7%. Rendemen varietas ini lebih tinggi dengan PS 862 pada PC 2%. Hablur varietas ini di Kebun Jatisari-Sidoarjo pada tanaman PC melebihi hablur varietas PS 862 sebesar 14% (Budi, 2022).

### 5. SB12

Di Kebun Jatisari-Sidoarjo (Grumosol) dengan pola tanam B, produktivitas tebu SB12 UMG NX pada PC dan RC1 berturut-turut sama 1% lebih tinggi dari produktivitas tebu BL, sedangkan rendemen varietas ini lebih tinggi pada PC dan RC1 berturut-turut 11% dan 13% dari rendemen BL di Jatisari-Sidoarjo. Hablur

SB12 UMG NX di lokasi ini lebih tinggi 18% pada PC dari hablur BL (Budi, 2022).

#### 6. SB19

Di Kebun Jatisari-Sidoarjo (Grumosol) dengan pola tanam B, produktivitas tebu SB19 UMG NX pada PC dan RC1 berturut-turut sama 1% dan 4% lebih tinggi dari produktivitas tebu PS 862, sedangkan rendemen varietas ini lebih tinggipada RC1 15% dari rendemen PS 862 di Jatisari-Sidoarjo. Hahlur SB19 UMG NX di lokasi ini lebih tinggi 24% pada PC dari hablur Ps 862 (Budi, 2022).

#### 7. SB20

Di Kebun Jatisari-Sidoarjo (Grumosol) dengan pola tanam B, produktivitas tebu SB12 UMG NX pada PC dan RC1 berturut-turut 11% dan 4% lebih tinggi dari produktivitas tebu PS 862, sedangkan rendemen varietas ini lebih tinggi pada RC1 8% dari rendemen PS 862 di Jatisari-Sidoarjo. Hahlur SB20 UMG NX di lokasi ini lebih tinggi 6% pada PC dari hablur BL (Budi, 2022).

### 2.11.1 Ketahanan Penyakit

Pada penelitian terdahulu (Budi, 2022) menghasilkan Rerata persentase serangan alami hama penggerek pucuk dan batang, serta penyakit mosaik bergaris, blendok dan luka api pada 7 varietas harapan dan pembanding di 7 lokasi pengujian pada PC, RC1 dan RC2 yang dijelaskan pada tabel 2.1.

No.	Varietas	PP (%)	PB (%)	Mosaik (%)	LA (%)	Pokahbu ng (%)	Blendok (%)
1	JW01 UMG NX	0,00-2,49	0,00-3,05	0,00-2,19	0,00-5,29	0,00-2,19	0,00-1,60
2	SB03 UMG NX	0,00-2,61	0,00-3,23	0,00-2,68	0,37-3,20	0,00-1,83	0,00-1,15
3	SB04 UMG NX	0,00-2,40	0,00-2,50	1,54-3,00	1,26-3,88	0,00-2,02	0,00-0,34
4	SB11 UMG NX	0,00-1,57	0,00-3,25	0,00-5,00	1,26-3,91	0,00-0,38	0,00-1,52
5	SB12 UMG NX	0,00-1,32	0,00-2,51	0,00-1,26	0,00-4,23	0,00-1,02	0,00-0,31
6	SB19 UMG NX	0,00-2,49	0,00-2,19	0,00-3,70	0,00-2,22	0,00-1,80	0,00-0,57
7	SB20 UMG NX	0,00-2,28	0,00-2,03	0,00-3,54	0,44-3,18	0,00-1,72	0,00-0,86
8	PS862*	0,00-3,20	0,00-3,85	0,00-11,81	0,00-7,66	0,00-2,38	0,00-1,90
9	BL*	0,00-3,50	0,00-7,14	0,00-7,60	0,00-9,84	0,00-3,80	0,00-2,10

Tabel 2. 1 Rerata Serangan Hama Dan Penyakit

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa serangan hama penggearek pucuk, penggearek batang, penyakit mosaik, blendok dan luka api pada 6 varietas harapan dan pembandingan pada kisaran yang bervariasi, namun secara umum serangan penggearek pucuk dan penggearek batang pada 6 varietas harapan di semua lokasi pengujian di bawah 5%. Pada varietas SB12 UMG NX terjadi serangan penggearek pucuk secara alami antara 0%-1,57%, sedangkan SB20 UMG NX terjadi serangan penggearek batang secara alami antara 0%-2,03%. Demikian juga serangan penyakit secara alami di lapang pada kisaran 1,54% hingga tertinggi 5% pada mosaik bergaris, namun serangan mosaik bergaris pada varietas pembandingan lebih tinggi dari varietas harapan yaitu sebesar 11,81% pada PS862 dan 7,60% pada BL. Sedangkan serangan tertinggi pada luka api pada varietas harapan pada kisaran 1,26% hingga tertinggi 5,29%, namun serangan luka api pada varietas pembandingan lebih tinggi dari varietas harapan yaitu sebesar 7,66% pada PS862 dan 9,84% pada BL. Secara umum serangan pokahbung dan blendok 7 varietas harapan di semua lokasi pengujian di bawah 5%. Pada varietas SB11 UMG NX terjadi serangan pokahbung secara alami antara 0%-0,38%, sedangkan pada varietas SB12 UMG NX terjadi serangan blendok secara alami antara 0%-0,31%.

