

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

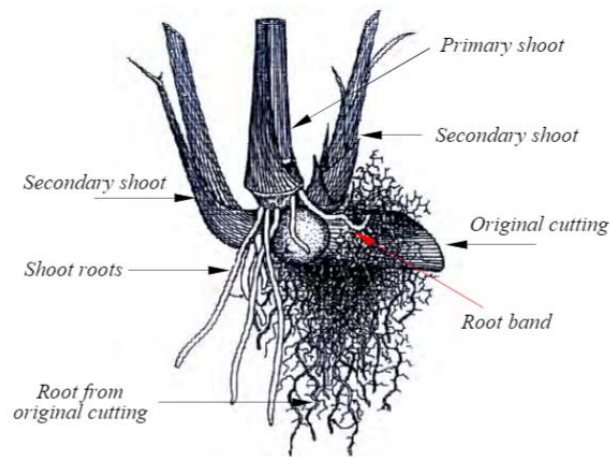
2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Tebu

Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman semusim jenis rumput-rumputan. Menurut United States Department of Agriculture (2018), taksonomi pada tanaman tebu sebagai berikut:

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

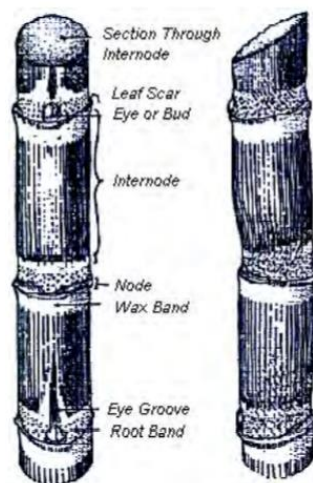
Tanaman tebu memiliki perakaran serabut yang dapat memanjang hingga kurang lebih satu meter. Pertumbuhan perakaran tanaman tebu dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban dalam tanah. Selain itu volume tanah juga memengaruhi perakaran tanaman tebu agar dapat menyebar. Suhu tanah yang semakin tinggi menyebabkan pertumbuhan akar juga berkurang (Blackburn, 1984 dalam Sari, 2018). Suhu optimum pada pertumbuhan perakaran dapat meningkat secara progresif pada kisaran 35°C. Pada suhu kurang dari 18°C, pertumbuhan akar mengalami kelambatan.

Tanaman tebu hasil keprasan, sistem perakaran akan berkembang pada bagian pita akar yang terdapat pada tunas pertama dan kedua. Sistem perakaran berperan penting dalam mensuplai cadangan makanan bagi pertumbuhan tunas baru agar dapat mencukupi kebutuhan air, oksigen, serta nutrisi yang diperlukan (Humbert, 1968 dalam Lisyanto, 2007). Lebih jelas tunas tanaman tebu yang tumbuh dari mata tunas disajikan dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tunas Tebu yang Tumbuh dari Mata Tunas Bibit Tebu dan Akar Tunas Baru Berkembang dari Pita Akar (Humbert, 1968 dalam Lisyanto, 2007)

Batang tanaman tebu memiliki ciri khas dari bentuknya yang memanjang tidak bercabang, padat, terdapat mata tunas (*eye or bud*), memiliki ruas (*internode*) pada penampangnya yang dibatasi buku-buku (*node*). Batang tanaman tebu memiliki lapisan lilin (*wax band*) yang berwarna putih keabu-abuan dan biasanya banyak ditemukan pada batang yang masih muda (James, 2004 dalam Sari, 2018). Tingkat kekerasan dan warna pada batang tanaman tebu berbeda-beda tiap varietasnya, dengan diameter batang berkisar antara 2,5 cm-5 cm. Bentuk dan bagian batang tanaman tebu secara jelas disajikan dalam gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bentuk dan Bagian Batang Tanaman Tebu (Humbert, 1968 dalam Lisyanto, 2007)

Daun tebu memiliki pelepah yang kuat, biasanya berwarna putih dan cekung pada permukaan atas daun, serta daun hijau pucat dan cembung di permukaan bawah daun (James, 2004 dalam Sari, 2018). Daun pada tanaman tebu melekat pada setiap buku-buku pada batangnya berupa helaian daun tanpa tangkai. Daun tersebut menutupi bagian batang serta terdapat bulu-halus dibagian tersebut.

Bunga tanaman tebu terdapat pada bagian pucuk daun tanaman tebu yang tersusun dalam malai berwarna putih dan berbentuk piramida. Menurut Indrawanto dkk (2010), bagian cabang bunga pertama berupa karangan bunga dan pada bagian cabang selanjutnya berupa tandan yang memiliki 2 bulir dengan panjang 3-4 mm dan terdapat benang sari, putik dan bakal biji.

2.2 Produktivitas Varietas Unggul Tanaman Keprasan

Penggunaan varietas unggul dengan diikuti pengairan dan rasionalisasi dalam pemupukan diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan mampu mempengaruhi produktivitas hablur dan rendemen yang dihasilkan (Dery, 2004 dalam Durroh, 2018).

Penerapan budidaya tanaman tebu dengan sistem *ratoon* atau keprasan dapat menghemat biaya untuk produksi, hal tersebut dikarenakan sistem ini tidak memerlukan pembelian bibit dan pengolahan lahan. Tanaman tebu dengan sistem keprasan juga lebih tahan terhadap kekeringan daripada *plant cane* atau tanam pertama. Namun, dengan sistem ini juga dapat menyebabkan produktivitas yang rendah akibat budidaya yang dilakukan petani saat di lahan (*on farm*). Hal tersebut dikarenakan banyak petani yang melakukan keprasan hingga lebih dari tiga kali. Produktivitas tebu hasil dari budidaya keprasan akan terus menurun pada produksi dan rendemen tebu yang dihasilkan (Muhtadi, 2019).

Penurunan produktivitas pada tanaman tebu keprasan dapat terjadi sebanyak 20-25% dari tanaman pertama (*plant cane*). Menurut Choudhary, dkk (2016) dalam Muhtadi (2019), hal tersebut dikarenakan pada perakaran lama tebu tidak lagi dapat menyerap nutrisi dengan baik. Meskipun produktivitas tebu akan mengalami penurunan dengan sistem keprasan, namun pada beberapa varietas unggul seperti Varietas Bululawang, dapat menghasilkan produktivitas tertingginya pada kategori keprasan 1 dan keprasan 2 (Naruputro dan Purwono, 2009).

Tanaman tebu dengan pola tanam *ratoon cane* pada produktivitasnya akan mengalami penurunan tajam apabila dilakukan secara berulang-ulang. Hal tersebut dikarenakan terjadinya degradasi inheren genetik dari varietas tebu, terjadinya penyakit *Ratoon Stunting Disease* (RSD) dan apabila dilakukan penyulaman bibit yang tidak terkendali dapat mengakibatkan ekses campuran varietas. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar tanaman tebu dapat dikepras beberapa kali yaitu dengan memilih varietas tanaman tebu yang resisten terhadap penyakit.

Varietas tanaman tebu yang tahan terhadap penyakit dan dapat dilakukan keprasan hingga beberapa kali yaitu yang termasuk dalam varietas masak akhir. Banyak petani yang lebih memilih varietas masak akhir dikarenakan beberapa alasan yaitu dipercaya memiliki tingkat produktivitas yang tinggi, lebih tahan hama dan penyakit, kemudahan dalam budidaya. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian yang menyatakan bahwa pada tahun 2012 kebanyakan petani menanam varietas masak akhir sebanyak 41,39% dan terjadi peningkatan pada tahun 2016 menjadi 51,95% (Rahman dkk, 2017 dalam Setyawati, 2018).

Berdasarkan evaluasi terhadap petani yang dilakukan oleh Zainuddin, (2019), menyatakan bahwa produktivitas varietas tebu unggul masak awal seperti PS 86 dan PS 881 dapat mencapai 900-1.200 kuintal/hektare. Sedangkan pada tebu varietas unggul masak tengah seperti Cening, produktivitasnya dapat mencapai 900-1.100 kuintal/hektare. Varietas unggul tebu masak akhir yaitu Bulu Lawang (BL) memiliki potensi produktivitas berkisar antara 1.000-1.400 kuintal/hektare. Selain itu varietas ini juga tergolong relatif terhadap hama dan penyakit, efisien dalam penggunaan pupuk dan air serta memiliki potensi produktivitas yang stabil baik saat panen pertama (*plant cane*) maupun saat keprasan hingga mencapai enam kali.

2.3 Pupuk Daun

Pupuk merupakan material yang ditambahkan ke dalam tanah ataupun tajuk tanaman dengan tujuan untuk melengkapi ketersediaan unsur hara dalam suatu budidaya tanaman. Berdasarkan cara penggunaan atau aplikasinya, pupuk dibedakan menjadi dua golongan yaitu pupuk akar yang pemberiannya ke dalam tanah agar dapat diserap langsung oleh akar tanaman dan pupuk daun yang

pengaplikasiannya dilakukan pada daun secara langsung dengan tujuan dapat lebih mudah diserap oleh daun melalui stomata.

Pemberian pupuk melalui daun digunakan untuk mengatasi kekahatan unsur hara mikro seperti Fe, Zn, Mn, B, Cu, dan Mo, selain itu juga efektif dalam pemberian unsur hara makro seperti N, P, dan K, terutama pada daerah-daerah dingin, yang sangat mengganggu serapan hara oleh akar (Mulyati dan Lolita, 2006). Teknik pemberian pupuk daun merupakan suatu cara pemberian pupuk yang berupa cairan dengan disemprotkan langsung pada bagian bawah daun, hal tersebut bertujuan agar kandungan unsur hara dapat segera terserap oleh stomata daun.

Pupuk daun yang sifatnya berupa cairan pada umumnya memiliki kandungan unsur hara lebih dari satu unsur. Pupuk daun ada yang terbuat dari bahan organik hasil dari sisa tanaman, ataupun kotoran hewan dan ada pula yang terbuat bahan anorganik. Pupuk daun anorganik memiliki kandungan unsur yang dibuat dengan komposisi tertentu dan dapat dikalkulasi sesuai kebutuhan. Pupuk daun secara umum merupakan pupuk pelengkap bagi pertumbuhan tanaman yang diproduksi dengan komposisi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

Keunggulan dari pupuk daun yaitu mampu menyediakan unsur hara khususnya unsur mikro dengan cepat karena pengaplikasiannya dilakukan dengan penyemprotan pada bagian daun. Dengan begitu, unsur hara akan masuk melalui stomata yang banyak terdapat pada bagian bawah daun (Silalahi, 2020). Selain itu, konsentrasi atau dosis yang akan diaplikasikan pada suatu tanaman penting untuk diperhatikan. Dosis pupuk yang kurang akan membuat pertumbuhan tidak optimal, begitu juga jika dosis yang diberikan berlebihan dapat menyebabkan gejala kelayuan pada tanaman. Maka dari itu, pemberian dosis pupuk daun yang tepat sangat penting agar memberikan kandungan unsur hara yang sesuai untuk diterima tanaman dan memberikan pertumbuhan serta hasil yang lebih baik atau optimal pada tanaman.

Upaya untuk memperoleh hasil yang optimal melalui pemupukan daun dengan memperhatikan ketelitian dan ketepatan saat pengaplikasiannya. Beberapa faktor yang terkait yaitu tepat dosis, tepat cara, dan tepat waktu. Tepat dosis berarti memperhitungkan dosis konsentrasi hara yang dibutuhkan oleh tanaman

berdasarkan rekomendasi yang terdapat pada label kemasan ataupun dari referensi jurnal terkait. Tepat cara dimaksudkan bahwa dalam pengaplikasian pupuk harus menyesuaikan dengan alat dan cara yang tepat. Pada pupuk daun yang berupa cairan, maka penggunaannya dapat dilakukan dengan cara penyemprotan di bagian bawah daun dimana letak stomata berada. Terakhir yaitu tepat waktu pada saat pemberian pupuk. Pupuk daun tidak disarankan diaplikasikan pada siang hari dikarenakan pada waktu tersebut kondisi tekanan turgor sel akan menutup akibat kehilangan air berlebih saat proses transpirasi. Kondisi siang hari yang terik atau angin yang terlalu kencang dapat menyebabkan pupuk daun lebih banyak menguap dibandingkan diserap oleh daun. Waktu yang tepat untuk pemupukan yaitu saat pagi atau sore hari (Lingga, 2003 dalam Lestari, 2016).

2.4 Produktivitas Tanaman Tebu Keprasan yang Diberi Pupuk Daun

Produktivitas tanaman tebu dengan sistem tanam keprasan akan menunjukkan penurunan pada hasil produksi rendemen dan hablur dengan semakin banyaknya keprasan yang dilakukan. Namun dengan sistem tanam tebu keprasan (*ratoon*) jika dilihat secara analisis usaha tani lebih menguntungkan karena petani dapat menghemat biaya pada pengadaan bibit dan tenaga kerja untuk tanam. Menurut Djumali dkk (2016), menyatakan bahwa berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya perbedaan dari analisis usaha tani tebu tanam awal (*plant cane*) Rp. 30.654.000/ha, dan pada tebu keprasan (*ratoon cane*) Rp. 30.897.000/ha. Berdasarkan hal tersebut, banyak petani yang memilih menggunakan tebu keprasan untuk sistem budidayanya.

Permasalahan penurunan produktivitas tebu diakibatkan karena petani banyak melakukan keprasan hingga melebihi empat kali. Sedangkan produktivitas yang akan dihasilkan tentu juga akan mengalami penurunan yang lebih banyak. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan pada produktivitas tebu yaitu ketersediaan unsur hara dalam tanah tidak dapat tersedia secara terus menerus untuk kebutuhan unsur hara tanaman tebu yang tinggi.

Melalui pemberian pupuk untuk menunjang kebutuhan ketersediaan unsur hara pada sistem tanam keprasan, diharapkan mampu memberikan hasil produktivitas yang lebih baik pada tanaman tebu. Unsur-unsur esensial yang paling utama dibutuhkan untuk tumbuhan seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium

(K) tentu dibutuhkan dalam jumlah yang banyak untuk mendukung pertumbuhan tanaman tebu. Menurut (2013), dalam penelitiannya menyatakan bahwa pada tanaman tebu keprasan penggunaan pupuk substitusi dapat memberikan hasil tebu yang lebih tinggi. Rata-rata hasil tebu keprasan menunjukkan lebih tinggi 17,2% dengan diberikan pupuk substitusi mencapai 85,71 ton/ha. Maka, pentingnya pemupukan untuk dapat melengkapi kebutuhan unsur esensial pada pertumbuhan tanaman tebu setelah keprasan perlu diperhatikan.

Pemupukan melalui daun merupakan salah satu cara untuk dapat melengkapi kebutuhan unsur hara makro maupun mikro bagi tanaman tebu. Pupuk daun dengan kemampuannya yang dapat diserap lebih cepat oleh tanaman menjadi keuntungan bagi tanaman tebu dengan sistem keprasan yang membutuhkan unsur hara tersebut dalam jumlah yang banyak dan cepat tersedia.

2.5 Pupuk Daun Wokozim

Adanya kendala produksi pertanian karena kondisi unsur hara yang tidak dapat terpenuhi dengan optimal akibat penurunan karakteristik tanah, menjadikan penggunaan pupuk organik alam sebagai salah satu upaya untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut. Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang digunakan dalam pertanian dan banyak ditemukan di pasaran. Pemberian pupuk organik cair atau biasa disebut *foliar fertilizer* memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang diaplikasikan melalui daun. Pemberian pupuk organik cair selain dapat memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah, juga dapat membantu dalam meningkatkan produksi tanaman, mengurangi penggunaan pupuk anorganik, serta meningkatkan kualitas produk tanaman (Yuanita, 2010 dalam Munawaroh, 2019).

Beberapa manfaat lain dari penggunaan pupuk organik cair diantaranya mampu mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman serta penyerapan nitrogen dari udara. Selain itu dengan pemberian pupuk organik cair dapat meningkatkan vigor tanaman menjadi kokoh dan kuat, meningkatkan daya tahan terhadap kekeringan, cekaman cuaca dan serangan patogen penyebab penyakit, merangsang pertumbuhan cabang produksi, meningkatkan pembentukan bunga dan bakal

buah, serta mengurangi gugurnya daun, bunga, dan bakal buah (Prasetyawati, 2019).

Penggunaan pupuk organik cair mampu memenuhi kebutuhan unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dikarenakan sifatnya yang berupa cairan sehingga dengan mudah tanaman dapat mengatur komposisi penyerapannya. Hal tersebut juga menjadikan jenis pupuk ini lebih merata dalam pengaplikasiannya karena tidak terjadi penumpukan konsentrasi pada salah satu tempat. Pupuk organik cair juga mempunyai kelebihan dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, serta mampu menyediakan hara secara cepat (Taufika, 2011).

Salah satu jenis pupuk organik cair yaitu berasal dari konsentrat organik hasil fermentasi ganggang merah. Pupuk organik dengan bahan dasar dari alga atau ganggang memiliki keunggulan dibandingkan pupuk organik lainnya dalam hal kandungan hormon pemacu pertumbuhan. Hormon ini ditujukan untuk merangsang pertumbuhan pada tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh, berbuah, berbunga lebih cepat, banyak atau lebih besar. Kandungan hormon auksin pupuk organik cair dari ganggang merah memiliki kandungan lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik rumput laut lainnya yaitu sebesar 1.128 ppm (Sedayu, 2014).

Jenis pupuk cair ini dijual secara komersial dengan nama produk Wokozim. Pupuk daun ini memiliki kandungan yang kaya akan senyawa organik termasuk protein, asam amino, auksin, sitokinin, dan zat-zat lain yang memiliki fungsi untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Pupuk daun Wokozim mempunyai kandungan hara C organik 8,16%, N total 4,38%, P₂O₅ 5,76%, K₂O 3,12%, pH 5,9, Zn 1710 ppm, Fe 337 ppm, Mn 1421 ppm, Cu 1469 ppm, Co 18 ppm, B 297 ppm, Mo 7 ppm (Petrokimia Kayaku, 2020).

Menurut Istiqomah (2016), menyatakan bahwa adanya penambahan unsur N dalam daun mengakibatkan jumlah hara N meningkat terutama pada bagian klorofil. Hal tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan laju fotosintesis tanaman serta kandungan fotosintat yang dihasilkan dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

2.6 Pupuk Daun Petrovita

Pemupukan pada umumnya dilakukan hanya mengandung unsur hara makro saja yaitu N, P, dan K yang diberikan melalui tanah dan diserap oleh perakaran tanaman. Sedangkan unsur lain yang juga dibutuhkan dan tidak kalah penting bagi pertumbuhan tanaman kurang diperhatikan. Unsur hara tersebut termasuk unsur hara mikro dimana jika salah satu dari unsur tersebut tidak dapat terpenuhi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Oleh karena itu perlu diimbangi dengan pemberian pupuk daun yang mengandung unsur hara makro dan mikro terlebih lagi cara ini dianggap lebih efektif dan dapat meningkatkan efisiensi metabolisme pada daun (Lestari, 2016).

Pupuk daun dengan wujudnya yang berupa cairan dan mudah diserap oleh tanaman menjadikan salah satu keuntungan tersendiri. Hal tersebut memungkinkan tanaman dapat menyerap unsur hara yang tidak semuanya dapat terpenuhi dari dalam tanah. Salah satu jenis pupuk daun yang memiliki kandungan unsur hara lengkap yaitu Petrovita. Pupuk daun Petrovita mengandung unsur hara makro N, P, K dan unsur hara mikro lainnya seperti S, Mg, Fe, Br, Cu, Zn, Mo, Mn, Co, Ca, dan B. pemberian pupuk ini dapat menyuburkan serta mempercepat pertumbuhan tanaman (Petrokimia Kayaku, 2020).

Kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk Petrovita dapat menunjang proses metabolisme tanaman. Bentuknya yang berupa cairan sehingga dalam pengaplikasiannya dengan disemprotkan pada bagian daun dapat menjadi pemacu pertumbuhan tanaman tebu. Persentase kandungan unsur hara makro dan mikro pada pupuk daun Petrovita relatif tinggi diantaranya, 8,82% N; 6,21% P₂O₅; 6,47% K₂O; 1,89% S dan 0,03% Mg yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk mendukung pada pertumbuhan vegetatif terutama tinggi tanaman (Susilo, 2013).

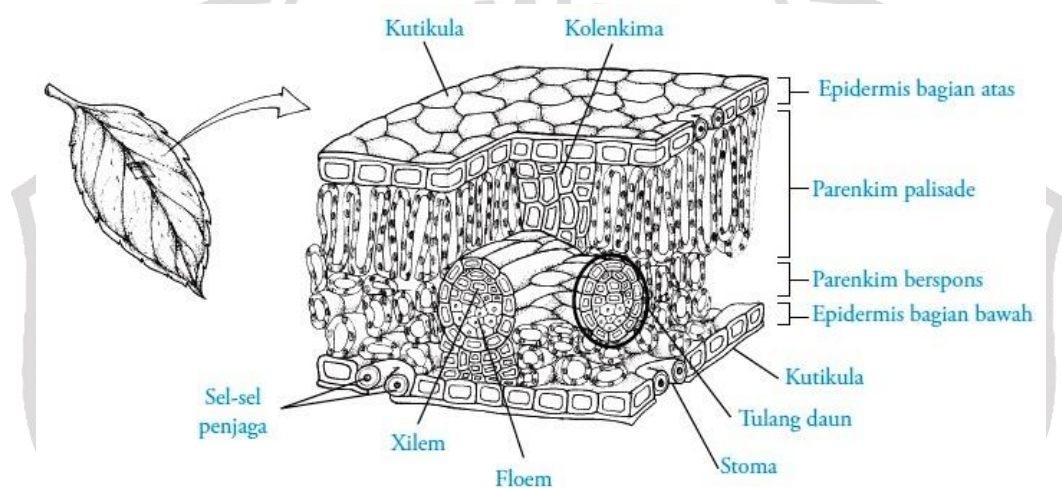
2.7 Mekanisme Serapan Unsur Hara Melalui Daun

2.7.1 Struktur Daun

Bagian daun tanaman merupakan organ vegetatif dengan banyak variasi mulai dari bentuk, ukuran, warna dan modifikasi. Dilihat secara struktur

anatominya, sebenarnya seragam meskipun banyak variasi dalam morfologinya. Anatomi daun terdiri dari empat sistem jaringan yaitu jaringan epidermis atas, jaringan dasar (jaringan palisade dan jaringan bunga karang), jaringan pengangkut (xilem dan floem) dan jaringan epidermis bawah (Silalahi, 2019).

Menurut Rosanti (2013), salah satu struktur penting dalam tumbuhan yaitu daun. Daun memiliki peran penting dalam fungsinya sebagai resorpsi (pengambilan zat makanan terutama gas karbon dioksida), mengolah makanan melalui fotosintesis, sebagai alat transpirasi (penguapan air) dan respirasi (pernapasan dan pertukaran gas). Struktur anatomi daun ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur anatomi daun dilihat dari permukaan atas daun (Rochmah, 2009)

2.7.2 Asimilasi Daun

Proses fotosintesis pada tumbuhan berperan penting pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Melalui proses fotosintesis yang berjalan baik akan menunjukkan peningkatan produksi asimilat yang akan digunakan pada proses metabolisme. Faktor penentu pada pembentukan hasil asimilasi yaitu daun dan cahaya, dimana laju asimilasi bersih (LAB) merupakan produksi bahan kering per satuan luas daun per satuan waktu (Aziez, 2017).

Menurut Saragih (2019), menyatakan bahwa daun sebagai organ tumbuhan tempat terjadinya fotosintesis berpengaruh langsung apabila luas daun meningkat, maka asimilat yang dihasilkan juga akan lebih besar. Sehingga laju pertumbuhan nisbi dan bobot kering tanaman juga mengalami peningkatan. Nilai laju asimilasi bersih dapat semakin besar jika seluruh daun menginterpretasi cahaya dan tidak

ternaungi. Maka, indeks daun yang dihasilkan meskipun tinggi tetapi karena terdapat penaungan pada tajuk dibawahnya, akan mempengaruhi jumlah daun yang dapat menginterpretasi cahaya menjadi semakin sedikit dan laju asimilasi bersih dapat menurun (Aziez, 2017).

Hal serupa juga disampaikan oleh Kastono (2005), bahwa terdapat hubungan yang erat antara konsisi daun yang tumbuh terhadap laju asimilasi bersih pada tanaman. Dengan kondisi daun yang tidak saling menaungi akan mampu menyerap cahaya matahari sehingga meningkatkan pula laju asimilasi bersih. Hal tersebut juga dikarenakan dari keadaan perakaran tanaman yang berfungsi sebagai penyerap unsur hara dan lengas sebagai bahan dalam fotosintesis diubah bersama CO₂ menjadi karbohidrat.

2.7.3 Proses Respirasi

Salah satu proses dalam tumbuhan dimana semua sel aktif akan melakukan respirasi. Secara harfiah respirasi berarti bernapas yang diambil dari kata latin *respirare*. Proses dalam respirasi merupakan reaksi oksidasi yakni senyawa (substrat respirasi) dioksidasi menjadi CO₂ sedangkan O₂ yang terserap direduksi membentuk H₂O (Wiraatmaja, 2017).

Substrat respirasi antara lain lemak, gula cadangan terlarut (glukosa, fruktosa, sukrosa), protein, dan asam organik. Glukosa menjadi substrat respirasi yang utama dalam sel tumbuhan. Dalam proses reaksinya penguraian glukosa ditambahkan satu molekul air untuk setiap atom C dan atom H pada produk intermediat bereaksi dengan O₂ yang direduksi menjadi air. Lebih jelas reaksi respirasi digambarkan sebagai berikut:



Menurut Wiraatmaja (2017), dalam proses respirasi, secara garis besar terbagi menjadi tiga tahapan yaitu:

1. Glikolisis

Glikolisis merupakan tahapan pertama dalam proses respirasi yang berfungsi untuk mengubah satu molekul heksosa menjadi dua molekul asam piruvat, menghasilkan ATP dan menghasilkan glukosa 6 posfat serta fruktosa 6 posfat.

2. Siklus Krebs

Sebelum menuju daur krebs, langkah awal yang dilalui menyangkut oksidasi dan hilangnya CO₂ dari piruvat, dan penggabungan sisa unit asetat 2 karbon dengan senyawa yang mengandung belerang, yakni koensim A (CoA) membentuk asetil CoA. Fungsi utama pada siklus krebs antara lain untuk mereduksi NAD⁺ dan ubikuinon menjadi elektron donor NADH dan ubikuinol kemudian dioksidasi menghasilkan ATP, sintesis langsung ATP dalam jumlah terbatas dan pembentukan kerangka karbon yang dapat digunakan untuk mensintesis asam amino tertentu yang kemudian diubah menjadi molekul lebih besar.

3. Fosforilasi Oksidatif

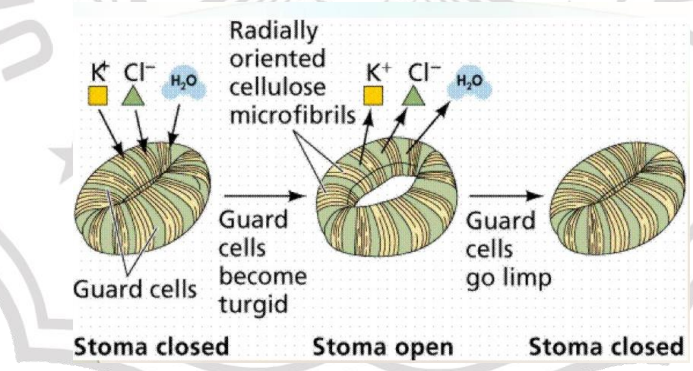
Tahap fosforilasi oksidatif merupakan sumber kwantitatif posfat berenergi tinggi terbesar dalam organisasi aerobik. Dari tahap glikolisis dan siklus krebs, molekul NADH dan FADH₂ akan melalui proses lanjut pada tahap akhir yaitu transpor elektron dan fosforilasi oksidatif. Rantai transpor elektron merupakan proses elektron berenergi tinggi yang dibawa oleh molekul NADH dan FADH₂ kemudian dipindahkan dari satu molekul lain secara berantai menuju aseptor utama yakni oksigen. Selanjutnya, energi bebas yang telah dihasilkan digunakan untuk fosforilasi ADP menjadi ATP yang disebut dengan proses fosforilasi oksidatif. Secara keseluruhan, tahap fosforilasi oksidatif merupakan proses konversi molekul FADH dan NADH dari glikolisis dan siklus krebs menjadi energi (ATP).

2.7.4 Serapan Unsur Hara Melalui Daun

Unsur hara yang diserap melalui daun akan bersama-sama dengan unsur lain yang diserap melalui akar dari dalam tanah dan garam mineral diangkut menuju titik tumbuh xilem. Setelah sampai pada daun, unsur hara tersebut digunakan untuk membuat persenyawaan organik dan sisanya diangkut kebatang melalui pembuluh floem. Mekanisme membuka dan menutupnya stomata merupakan mekanisme yang diatur oleh tekanan turgor sel penutup. Pada saat kondisi tekanan turgor meningkat akan mengakibatkan stomata terbuka. Sebaliknya, stomata akan tertutup jika tekanan turgor menurun.

Menurut Salisbury dan Ross (1995), proses penyerapan hara melalui daun dapat terjadi akibat adanya proses difusi dan osmosis pada stomata, sehingga mekanismenya berkaitan langsung dengan saat stomata membuka dan menutup. Faktor yang dapat menyebabkan stomata membuka dan menutup antara lain dikarenakan aktivitas sel penjaga dan pengaruh lingkungan. Jika potensial osmotik protoplas sel penjaga lebih negatif dari sel sekitarnya, maka air dapat bergerak masuk secara osmosis dan mengakibatkan naiknya tekanan sel.

Serapan unsur hara melalui daun diawali pada bagian stomata, eksodesmata dan kutikula pada bagian epidermis yang selanjutnya ke dalam sitoplasma tanaman (Farrasati, 2021). Stomata juga berperan sebagai tempat masuknya NH_3 dan NO_2 serta unsur hara lainnya yang berbentuk gas dan larutan. Ektodesmata merupakan bagian untuk pergerakan larutan hara melalui lapisan kutikula. Kutikula dilewati oleh sejumlah jalur hidrofilik dengan sifatnya yang permeable terhadap air dan molekul kecil larutan. Adanya faktor yang juga mempengaruhi pergerakan unsur hara dalam kutikula seperti konsentrasi hara, ukuran molekuler, bentuk organik dan anorganik, larutan pada permukaan daun dan muatan pada kutikula (Oosterhuis, 2007). Mekanisme membuka dan menutupnya stomata ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Mekanisme Membuka dan Menutupnya Stomata (Rachman, 2019)

Unsur hara pada permukaan daun dalam bentuk ion akan bergerak masuk secara difusi dan osmosis saat stomata membuka. Proses tersebut terjadi secara bertahap. Diawali dengan molekul dan ion-ion zat terlarut yang menembus lapisan yang menyelubungi permukaan dinding sel dengan proses difusi menuju dinding sel yang dilapisi membran plasma yang bersifat impermeabel terhadap ion-ion sehingga dapat menembus dan melewati kutikula. Saat setelah melalui kutikula,

hara akan mencapai daerah *water free space* (WFS) dan terakumulasi. Daerah tersebut merupakan bagian ruang dari daun dengan volume 3-5% dari total volume daun yang berada diantara dinding sel dan membran plasma (Epstein, 1993 dalam Wiraatmaja, 2016). Hara terlebih dahulu akan menyebrangi membran plasma secara aktif dengan energi dari hasil respirasi atau fotofosforilasi untuk dapat masuk pada sitoplasma daun.

Mekanisme tanaman dalam menyerap unsur hara melalui permukaan daun pada stomata yang berupa gas dan kutikula berupa ion. Kepadatan dalam stomata mendorong serapan ion karena serapannya melalui ektodesmata dan sel-sel di bagian bawahnya. Unsur hara berupa kation menembus daun melewati kutikula. Anion dan gas kemudian diserap melalui stomata dalam bentuk gas.

