

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Tanaman Tebu

Tanaman tebu merupakan jenis tanaman rumput-rumputan dan dapat tumbuh baik di daerah iklim tropis (Budi, Setyo, Sri Uchtiawati, Suhaili, Wiharyanti Nur Lailiyah. 2017). Tanaman tebu ini memiliki nama latin *Saccharum officinarum* L. Berikut ini taksonomi tanaman tebu :

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledone
Ordo : Graminales
Famili : Graminae
Genus : Saccharum
Spesies : *Saccharum officinarum* L. (Indrawanto, dkk. 2010).

2.2 Morfologi Tanaman Tebu

Morfologi tanaman tebu mencakup akar, batang, daun, bunga yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Morfologi Tanaman Tebu
Sumber : Dokumentasi pribadi, 2020

2.2.1 Akar

Akar tanaman tebu termasuk jenis akar serabut yang memiliki fungsi meletakkan tanaman, menyerap air dan garam mineral serta sebagai organ penyimpan (Rosdianingsih, 2013). Hal ini sebagai salah satu tanda bahwa tanaman tebu termasuk kelas *Monocotyledone*. Akar tanaman tebu memiliki panjang satu meter pada saat pembibitan, tanaman tebu memiliki dua jenis akar yakni akar stek

dan akar tunas. Akar stek pada tanaman tebu merupakan akar yang tumbuh dari batang dan akar stek ini bersifat sementara. Sedangkan akar tunas merupakan akar yang berasal dari tunas tanaman tebu. Akar ini tetap akan tumbuh selama tanaman tebu masih hidup (Indrawanto, dkk. 2013).

2.2.2 Mata Tunas

Mata tunas ialah kuncup tebu yang berkedudukan di buku-buku ruas pada batang tebu. Mata tunas tebu dari batang bawah ke batang atas terletak disebelah kanan dan kiri berganti-ganti dan selalu terlindungi oleh pangkal pelepah daun. Setiap varietas tebu memiliki bentuk mata tunas yang bermacam-macam seperti bulat atau bulat telur. Mata tunas atau cikal bakal dari tanaman tebu, umumnya bersifat dorman saat masih tertutupi pelepah daun tanaman tebu, namun mata tunas mulai tumbuh saat kondisi di sekelilingnya mendukung untuk pertumbuhannya. Pertumbuhan mata tunas dipengaruhi oleh berbagai faktor dengan adanya proses tertentu yang menyebabkan mata tunas ini tumbuh serta menjadi suatu individu baru (Sukoco, Prasadhana Deka, *et al.* 2017).

2.2.3 Batang

Batang tebu berasal dari mata tunas yang berada di dalam tanah yang tumbuh dan berkembang me bentuk rumpun. Tanaman tebu memiliki batang lurus dan beruas-ruas dan berbuku-buku. Pada bagian antar ruas satu dengan yang lainnya terdapat mata tunas. Tanaman tebu memiliki batang yang berdiameter 3-5 cm dengan tinggi batang 2-5 m. tanaman tebu memiliki panjang ruas berkisar berkisar 15-25 cm. pada awal pertumbuhan ruas batang tebu pendek. akan tetapi, pada saat umur 5-7 bulan ruas batang tebu semakin panjang (Rosdianiningsih, 2013).

2.2.4 Daun

Daun tanaman tebu berbentuk seperti pita serta tumbuh berselang kanan dan kiri. Tanaman tebu memiliki daun yang berstruktur tipis sehingga mudah robek. Pelapah daun tebu seperti pada tanaman jagung dan tidak memiliki tangkai. Setiap daun tebu terdiri dari bagian yang melekat dan bagian yang tidak melekat. Bagian yang melekat pada daun memiliki bentuk seperti pipa yang menyelimuti batang dengan panjang dari bawah sampai atas.

Fase panen daun tanaman tebu tumbuh sebagai lumina dengan panjang daun berkisar 120-160 cm dan memiliki lebar daun 3,5-6 cm. Pada daun tanaman tebu memiliki tulang daun yang sejajar. Namun, berlekuk pada bagian tengah daun, pada tepi daun biasanya bergelombang dan memiliki bulu kasar (Rosdianiningsih, 2013).

2.2.5 Bunga

Tanaman tebu memiliki bunga berupa malai dengan panjang antara 80-80 cm. cabang bunga pada tahap pertama berupa karangan bunga dan pada tahap selanjutnya berupa tandan dengan dua bulir panjang 3-4 mm. terdapat pula benangsari, putik, dengan dua kepala putik dan bakal biji (Indrawanto *et al.*, 2010).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Tebu

Tanaman tebu bisa tumbuh dengan baik di daerah tropika dan sub tropika yakni antara 19 derajat LU sampai 35 derajat LS. Jenis tanah yang baik bagi tanaman tebu adalah yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah. Akar tanaman tebu sangat peka terhadap kekurangan udara dalam tanah sehingga pengairan maupun drainase perlu diperhatikan. Tanaman tebu dapat tumbuh dengan optimal pada berbagai jenis tanah seperti tanah alluvial, grumusol, latosol, dan regusol dengan ketinggian antara 0-1400 meter diatas permukaan laut. Namun, lahan yang paling sesuai adalah kurang dari 500 meter diatas permukaan laut.

2.3.1 Tanah

Kondisi tanah yang sesuai untuk tanaman tebu ialah tanah dengan tekstur yang gembur. Tekstur tanah yang sesuai untuk tanaman tebu adalah tanah yang ringan sampai agak berat yang mampu menahan air cukup dan porositas 30% (Budi, Setyo. 2016). Tanaman tebu menghendaki solum tanah minimal 50 cm dengan tidak ada lapisan kedap air dan permukaan air 40 cm. sehingga pada lahan kering, apabila lapisan tanah atasnya tipis maka pengolahan tanah harus dalam (Indrawanto, dkk. 2010). pH tanah yang sesuai untuk penanaman tebu adalah 6-7,5. Akan tetapi, masih toleran pada pH terendah 4,5 sampai 4,5 sampai pH yang tinggi yaitu 8,5 (Budi, Setyo. 2016).

2.3.2 Iklim

Tanaman tebu bisa tumbuh dengan curah hujan berkisar antara 1.000-1.300 mm per tahun. Curah hujan yang ideal untuk pertanaman tebu pada periode

pertumbuhan vegetatif diperlukan curah hujan berkisar 200 mm per bulan selama 5-6 bulan. Tanaman tebu dapat tumbuh pada suhu 24-34 derajat celcius dengan perbedaan suhu antara siang dan malam tidak lebih dari 10 derajat celcius. Pembentukan sukrosa pada tebu dapat terjadi secara optimal pada suhu 30 derajat celcius di siang hari (Indrawanto, dkk. 2010). Selain itu tanaman tebu juga membutuhkan sinar matahari setiap harinya minimal 12-14 jam setiap harinya. Sedangkan kondisi angin yang cocok untuk tanaman tebu adalah 10km/jam. Apabila kondisi angina melebihi 10km/jam maka dapat menyebabkan tanaman tebu roboh (Budi, Setyo. 2016).

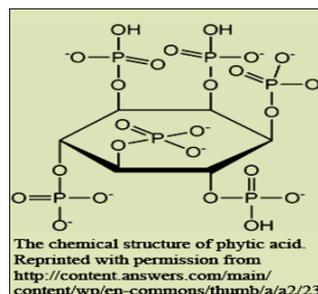
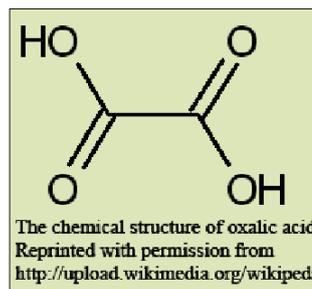
2.4 Pupuk Organik Kotoran Sapi

Pupuk kotoran sapi merupakan produk buangan dari binatang peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah hara, memperbaiki sifat fisik tanah, serta biologi tanah. Pupuk kotoran sapi mempunyai kadar serat yang tinggi seperti selulosa, hal ini dibuktikan dari hasil pengukuran parameter C/N rasio yang cukup tinggi >40. Tingginya kadar C dalam pupuk kotoran sapi menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan pertumbuhan terjadi karena mikroba dekomposer akan memakai N yang tersedia untuk mendekomposisi suatu bahan organik tersebut sehingga pada tanaman utama akan kekurangan N. Selain masalah rasio C/N, pemanfaatan pupuk kotoran sapi yang dilakukan secara langsung dapat berkaitan dengan kadar air yang tinggi. Petani umumnya menyebut sebagai pupuk kotoran sapi yang dingin. Apabila pupuk kotoran sapi yang memiliki kadar air yang tinggi di aplikasikan secara langsung akan memerlukan tenaga yang lebih banyak serta proses pelepasan amoniak masih berlangsung. Untuk memaksimalkan penggunaan pupuk kotoran sapi dilakukan pengomposan agar menjadi kompos pupuk kotoran sapi dengan rasio C/N dibawah 20.

Pengomposan bahan organik secara aerobik merupakan suatu proses humifikasi bahan organik yang tidak stabil (rasio C/N>25) menjadi bahan organik stabil yang dicirikan oleh pelepasan panas dan gas dari substrat yang dikomposkan. Lamanya waktu pengomposan bervariasi dari dua hingga mencapai tujuh minggu tergantung dari teknik pengomposan dan jenis mikroba dekomposer yang digunakan.

Tingkat kematangan (derajat humifikasi) dan kestabilan kompos (terkait dengan aktivitas mikroba) menentukan mutu kompos yang ditunjukkan oleh berbagai perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi substrat kompos. Bakteri dan jamur akan memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi yang menyebabkan terjadinya proses mineralisasi. Pada proses mineralisasi dalam susasana aerob nitrogen akan mengalami proses oksidasi sehingga terbentuk nitrat (NO_3^-). Oleh karena itu, semakin banyak bahan organik yang dapat dirombak maka proses perkembangbiakan mikroorganisme meningkat sehingga kandungan N-total yang terbentuk juga mengalami peningkatan. Kecepatan dekomposisi bahan organik ditunjukkan oleh perubahan imbangannya C/N. Selama proses mineralisasi imbangannya C/N bahan-bahan yang banyak mengandung N akan berkurang menurut waktu. Kecepatan kehilangan C lebih besar daripada N, sehingga diperoleh imbangannya C/N yang lebih rendah (10-20). Apabila kandungan C/N sudah mencapai tingkat akhir. Nisbah C/N yang terlalu tinggi mengakibatkan proses berjalan lambat karena kandungan nitrogen yang rendah. C/N rasio akan mencapai kestabilan saat proses dekomposisi berjalan sempurna (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011).

Dinamika rasio C/N di dalam tanah selama masa pertumbuhannya yaitu tanaman memfiksasi CO_2 untuk proses fotosintesisnya dan sebanyak 10-25% dari C yang difiksasi tersebut akan dikembalikan lagi ke dalam tanah melalui perakaran tanaman dengan bentuk eksudat akar. Senyawa organik berbentuk eksudat yang dikeluarkan oleh perakaran tanaman secara pasif akan berdifusi ke area di sekitar perakaran (rhizosfir). Komposisi dan fungsi eksudat akar dari berbagai jenis tanaman sangat bervariasi. Eksudat akar yang secara umum dijumpai dalam rhizosfir selain berbentuk C-organik yang dapat larut (*dissolvable organic carbon, DOC*) juga terbentuk senyawa organik yang mempunyai berat molekul rendah seperti asam Fitat, Malat, Oksolat, Suksianat, Tartat, Asetat, Butirat, dan Sitrat (gambar 2.2)



Gambar 2. 2 Struktur kimia senyawa-senyawa organik (asam Oksalat dan asam Fitat) yang mempunyai berat molekul rendah (Sumber: <http://upload.wikimedia.org>).

Senyawa organik tersebut mempunyai kemampuan untuk menurunkan pH tanah dan membentuk ion kompleks sehingga keberadaan logam berat dalam bentuk ion dirubah menjadi bentuk yang lebih dapat diabsorpsi oleh akar tanaman. Komponen-komponen organik yang ada di dalam tanah inilah yang mempunyai pengaruh sangat besar terhadap perkembangan, tingkat kesuburan, dan kelembaban tanah. Oleh karena itu pupuk organik kotoran sapi yang memiliki bahan organik mampu menjadi kunci kehidupan di dalam tanah sangat menentukan sifat fisik, kimia, maupun biologi yang terdapat di dalam tanah (N. Nurlaeny. 2015).

Pupuk kotoran sapi mempunyai unsur hara yang sedikit, akan tetapi pupuk kotoran sapi memiliki kelebihan selain dapat menambah unsur hara juga dapat mempertinggi humus, memperbaiki struktur tanah dan mendorong kehidupan jasad renik. Dibandingkan dengan pupuk buatan pupuk kotoran sapi lebih lambat bereaksi di dalam tanah. Pupuk kotoran sapi merupakan persediaan unsur hara berangsur-angsur mejadi bebas dan tersedia bagi tanaman, akibatnya tanah yang telah di pupuk menggunakan pupuk kotoran sapi dalam jangka waktu lama masih dapat memberikan hasil yang baik. Meskipun dalam kenyataannya pengaruh cadangan makanan tersebut tidak begitu nyata. Namun, dengan pemakaian pupuk kotoran sapi secara teratur maka lambat laun akan membentuk suatu cadangan unsur hara pada tanah (Subekti. 2005).

Menurut penelitian (Amir, Nurbaiti. 2017) pemupukan menggunakan pupuk kotoran sapi menunjukkan hasil terbaik jika dibandingkan dengan perlakuan pupuk kotoran ayam, dan pupuk kotoran kambing, hal ini dikarenakan pupuk kandang kotoran sapi mampu memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur sehingga pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, panjang akar dan jumlah akar lebih leluasa berkembang sehingga memudahkan dalam menyerap unsur hara yang telah didapatkan melalui pupuk kandang kotoran sapi. Kandungan unsur hara pupuk kotoran sapi yaitu N 2,98, P 0,92, K 1,84 dan C-organik 52,23.

Perlakuan menggunakan pupuk kotoran sapi 1.000-1.500 kg/ha yang ditambahkan dengan serasah daun tebu dapat meningkatkan pertambahan tinggi tanaman, jumlah tanaman per rumpun, jumlah tanaman per meter juring, bobot

basah, dan bobot kering (Marbun Abusari, Rauf Abdul, Hanum Chairani. 2016). Sehingga perlu dilakukan penelitian dosis pemupukan menggunakan pupuk kotoran sapi terhadap tanaman tebu yang tepat untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Menurut (Setiawan, Muhammad Abi. 2019) perlakuan pupuk organik kandang sapi dengan dosis 1.000-1.500 kg/ha dapat berpengaruh nyata pada diameter batang, jumlah daun, dan jumlah anakan pada umur 8 MST.

2.5 Pupuk Organik Kotoran Kambing

Pupuk kandang merupakan jenis pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan. Pupuk kandang memiliki kelebihan menambah kandungan humus atau bahan organik, memperbaiki jasad renik tanah serta dapat memperbaiki struktur tanah. Pupuk kotoran kambing berasal dari kotoran kambing yang diberikan starter mikroba sehingga dapat terdekomposisi menjadi pupuk organik. Pupuk kotoran kambing memiliki bahan organik dan N lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang yang lainnya. Pupuk kotoran kambing mengandung nilai rasio C/N sebesar 21,12% dan memiliki kandungan 0,60% N, 0,30% P, 0,17% K dan 85% H₂O (Firokhman, Alnguda dan Suryanto, Agus. 2016).

Unsur hara Nitrogen dapat diserap tanaman melalui proses aliran massa (transpirasi). Proses aliran massa merupakan proses pergerakan unsur hara yang berada di dalam tanah menuju ke permukaan akar dengan gerakan massa air. Secara fisiologi nitrogen memiliki peranan yaitu reduksi metabolik nitrat dan asimilasi ammonia. Nitrogen dapat diserap tanaman dalam bentuk NO₃⁻, NH₄⁺ dan urea CO(NH₂)₂. Dalam keadaan aerasi yang baik senyawa N dapat diubah dalam bentuk NO₃⁻. Reduksi nitrat menjadi ammonia dibagi menjadi dua proses. Pertama nitrat (NO₃⁻) yang direduksi menjadi nitrit (NO₂⁻) kemudian nitrit direduksi menjadi ammonia (NH₃), sehingga urutan reaksi sebagai berikut :



Langkah kedua terjadi reaksi nitrit menjadi nitrat pada bagian hijau daun, yaitu didalam kloroplas. Nitrat yang diserap oleh akar menuju ke atas bagian tanaman akibat proses transpirasi ke bagian daun. Asimilasi nitrat pada tanaman terjadi pada bagian daun, akar dan batang tanaman (Budi dan Sasmita, 2015).

Phospor diserap oleh tanaman melalui proses difusi. Proses difusi merupakan konsentrasi unsur hara berada pada titik tertentu yang bergerak menuju akar tanaman. Tanaman dapat menyerap unsur hara phosphor dalam bentuk ortofosfat primer, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} . Penyerapan kedua ion dipengaruhi oleh kondisi pH dalam tanah. Tanaman dapat menyerap unsur phosphor dalam bentuk lain yaitu pirofosfat dan metafosfat. Kedua bentuk fosfat ini biasanya terdapat dalam pupuk P- atau K-. Selain itu, tanaman dapat menyerap unsur hara P dalam bentuk fosfat organik, yaitu asam nukleat dan phytin. Senyawa ini terbentuk melalui proses degradasi dari dekomposisi bahan organik yang diserap langsung oleh tanaman. Ketersediaannya di dalam tanah dalam jumlah yang terbatas, tergantung populasi mikroorganisme yang ada dalam tanah (Budi dan Sasmita, 2015). Unsur hara P berguna pada awal pemasakan tanaman. Phosphor berperan dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar, sebagai bahan dasar (ATP dan ADP) membantu proses perbungaan dan pembuahan, membantu pemasakan biji dan buah, serta membantu asimilasi dan respirasi (Marsono dan Sigit, 2002).

Kalium dapat diserap akar melalui proses intersepsi akar. Proses intersepsi akar merupakan proses perpanjangan akar yang memperpendek jarak dengan unsur hara, sehingga akar dapat menyerap unsur hara dengan optimal (Aziz, dkk, 2017). Tanaman dapat menyerap kalium dalam bentuk K^+ dengan cara pertukaran kation. KCl ialah kalium dalam bentuk garam yang mudah larut apabila ditambahkan kedalam tanah yang terbentuk dari basa KOH dan HCl. Pada reaksi tersebut menghasilkan garam KCl dan uap air (H_2O). Senyawa KOH memiliki sisa basa berupa logam "K" dan HCl memiliki sisa asam berupa non logam yaitu Cl. Kalium berfungsi sebagai metabolisme karbohidrat, yakni pembentukan, pemecahan, translokasi pati, metabolisme nitrogen, sintesis protein, mengaktifkan berbagai enzim, mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik dan lainnya (Budi dan Sasmita, 2015).

Menurut (Dewi, Wahyu Wardiana, 2016) pupuk organik kotoran kambing memiliki sifat yang dapat memperbaiki aerasi tanah, menambah kemampuan tanah menahan unsur hara, meningkatkan kapasitas menahan air, meningkatkan daya sanggah tanah, serta dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah dan sebagai sumber unsur hara. Pupuk kotoran kambing mempunyai kandungan unsur

N yang dapat memicu pertumbuhan organ-organ yang berkaitan dengan fotosintesis yakni daun. Kalium memiliki peranan sebagai aktivator berbagai enzim yang bersifat esensial dalam reaksi-reaksi fotosintesis dan respirasi serta enzim yang terlibat dalam sintesis protein dan pati. Kandungan unsur P yang tinggi dapat menyusun adenosin triphosphate (ATP) yang secara langsung berperan untuk proses penyimpanan dan transfer energi yang berkaitan dalam proses metabolisme tanaman serta dapat berperan dalam peningkatan komponen hasil.

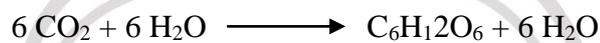
Pupuk organik kotoran kambing dapat berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, tinggi tanaman (cm), jumlah anakan, luas daun, bobot kering pada tanaman tebu pada umur 2 sampai 4 bsk di bandingkan dengan perlakuan pupuk kandang lainnya. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan pertumbuhan tanaman akan semakin baik jika ditambah pupuk kotoran kambing, selain meningkatkan daya simpan air juga mampu menambah banyak agregat tanah yang terbentuk dan semakin optimal keadaannya, karena hal ini dapat dilihat semakin tinggi dosis yang diberikan mengakibatkan tanah tersebut semakin porous. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik pada tanaman tebu yaitu menggunakan dosis pupuk organik kotoran kambing antara 1.000-3.000 kg/ha untuk menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang optimal (Firokhman, Alinguda dan Suryanto, Agus, 2016). Menurut penelitian (Kurniawati, Dewi *et al.* 2020) dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu dan jumlah helai daun serta diameter batang yaitu perlakuan dengan menggunakan pupuk kandang kambing dan fitohormon air kelapa dengan konsentrasi 25%.

2.6 Pupuk Organik Petroganik

Pupuk organik petroganik merupakan pupuk yang berbentuk granul yang terdiri dari C-organik 15% dan C/N ratio 15/25. Manfaat dalam penggunaan pupuk petroganik yakni memperbaiki struktur tanah sehingga tanah menjadi gembur, proses oksidasi lebih baik dan unsur hara mudah diserap oleh tanaman, dapat meningkatkan daya sangga air tanah sehingga ketersediaan air dalam tanah menjadi lebih baik, memperbaiki keseimbangan ekosistem disekitar perakaran tanaman sehingga mikroorganisme dan bio tanah yang menguntungkan dapat hidup.

Pupuk organik granul mengandung unsur hara C-organik 13,05 %, pH 6,8, C/N rasio 16,11, kadar air 6,37, dan Zn 50,17 ppm (Elkan, Michael. 2017). Unsur

hara C-organik ini dibutuhkan tanaman dalam prose penyerapan unsur hara dalam tanah. Selain itu, unsur hara karbon ada yang berasal dari tanah dan udara. C-organik (karbon) berasal dari udara diserap oleh tanaman melalui daun. Stomata pada daun membuka kemudian menyerap karbon dan melepaskan oksigen. Karbon dioksida kemudian disintesis dengan air menggunakan energi matahari yang diserap oleh klorofil untuk menghasilkan molekul gula dan oksigen (Anonim, 2013). Klorofil mampu menyerap energi cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia. Energi tersebut digunakan untuk mengubah CO₂ menjadi senyawa organik termasuk karbohidrat. Dengan urutan reaksi sebagai berikut :



Sebagai pupuk organik petroorganik memiliki kemampuan dalam memperbaiki kesuburan fisik tanah, seperti berat isi tanah sehingga tanah akan menjadi gembur yang dapat menyebabkan sirkulasi udara dan drainase menjadi baik. Kesuburan kimia yang menyangkut penyediaan unsur hara juga ditingkatkan, karena kandungan unsur hara pada pupuk organik petroorganik cukup baik sehingga penyerapan unsur hara menjadi lebih banyak. Aspek lain dari kelebihan pupuk ini adalah mengaktifkan mikroorganisme tanah, terutama mikroba penambat N dan perombak bahan organik (mineralisasi). Selain itu pupuk petroorganik dapat berpengaruh pada tekanan-tekanan osmotik sel tanaman, berperan dalam sejumlah katalitik untuk aktif dalam berbagai reaksi enzim di dalam sel dan berfungsi antogenetik dan keseimbangan (Parmila, putu. 2019). Dengan demikian maka sangatlah pantas bahwa penambahan pupuk organik petroorganik mampu memberikan pertumbuhan dan hasil yang tinggi. Dosis yang digunakan agar mendapatkan produktivitas yang maksimal pada tanaman padi dan palawija yakni 500-1.000 kg/ha, hortikultura 2.000 kg/ha, dan tanaman keras 3 kg/pohon. Sedangkan pada tanaman tebu masih belum ditemukan dosis yang tepat untuk mengaplikasikannya, sehingga penelitian ini menggunakan pupuk organik petroorganik dengan berbagai dosis untuk mengetahui dosis yang tepat dalam penggunaan pupuk organik petroorganik pada tanaman tebu. Menurut penelitian (Rahayu, Diana Fitria. 2020) pupuk organik petroorganik dosis 1.500 kg/ha dapat meningkatkan tinggi batang dan diameter batang pada umur 59 HST dan 87 HST.

2.7 Mekanisme Penyerapan Unsur Hara

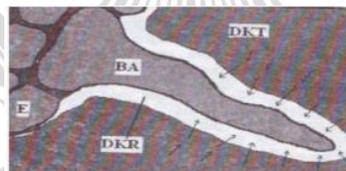
2.7.1 Difusi

Difusi adalah peristiwa Bergeraknya molekul-molekul dari daerah konsentrasi tinggi ke daerah konsentrasi rendah. Jadi gerakan molekul (hara) terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi (*concentration gradient*). Dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa pasokan Ca dan Mg terutama adalah melalui aliran massa, sedangkan K dan P terutama oleh difusi.

Hara yang diangkut ke permukaan akar melalui proses difusi tidak dapat dihitung secara langsung, tetapi dihitung sebagai selisih dari penyerapan hara total oleh tanaman dikurangi penyerapan oleh aliran massa dikurangi penyerapan oleh pertumbuhan akar.

Daerah rhizosfir memiliki konsentrasi lebih rendah dari pada daerah di luarnya, sehingga pergerakan unsur hara terjadi dari daerah luar rhizosfir menuju daerah rhizosfir. Akibat dari peristiwa ini unsur hara yang tadinya tidak kontak dengan akar menjadi bersinggungan dengan permukaan akar. Untuk selanjutnya penyerapan dapat dilakukan oleh akar tanaman.

Kuantitas masuknya unsur hara (flux) ke dalam tanaman mengikuti persamaan: $F = -D (KT - KR)$, dimana F = flux; D = koefisien difusi; KT = konsentrasi tinggi; dan KR = konsentrasi rendah (Wiratmaja, 2016).



Keterangan : BA = bulu akar, E = sel epidermis akar, DKT = daerah konsentrasi tinggi, DKR = daerah konsentrasi rendah (rhizosfir), dan arah gerakan unsure hara

Gambar 2. 3 Difusi Pada Akar Tanaman
Sumber : Wiratmaja, 2016

Menurut (Azis, Malek, Maisun, Marbawi, Dan Zairini Nuris. 2017) ketersediaan unsur hara dalam tanah yang berada di dekat akar tanaman, dapat terjadi melalui mekanisme perbedaan konsentrasi. Konsentrasi unsur hara pada permukaan akar tanaman lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi hara dalam larutan tanah. Hal ini terjadi karena sebagian besar unsur hara telah diserap oleh akar tanaman. Tingginya konsentrasi unsur hara menyebabkan terjadinya peristiwa

difusi dari unsur hara berkonsentrasi tinggi ke posisi permukaan akar tanaman. Beberapa unsur hara yang tersedia melalui mekanisme difusi ini, adalah: fosfor (90,9%) dan kalium (77,7%).

Unsur hara kalium dapat diserap oleh tanaman melalui proses difusi. Penyerapan kalium pada tanaman tebu terjadi pada fase pertumbuhan awal dan pertengahan vegetatif tanaman. Pada fase perkecambahan, pembentukan anakan, vegetatif awal, pertumbuhan lanjut, dan fase pemasakan masing-masing kalium diserap sebanyak 4.2%, 13.7%, 32.8%, 41.2%, dan 8.1% (Soemarno, 2011). Kelebihan dan kekurangan kalium pada tanaman tebu memberikan dampak negatif pada produksi tebu. Jika tanaman tebu kekurangan kalium maka akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, batang tipis, perakaran terhambat, kadar gula dan kualitas nira menurun, serta penyerapan air akan terhambat (Mulyono, 2009). Selain itu, mengakibatkan penurunan luas daun dan hasil fotosintesis karena daun mengalami klorosis menjadi bercak kecoklatan.

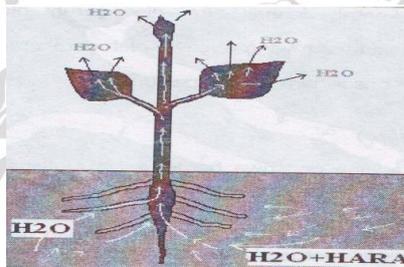
Pengurangan hasil fotosintesis akan menekan pertumbuhan tebu akibatnya ruas dan batang lebih pendek (Kwong, 2002). Selain itu, menurut (Satgada, Catur Putra, 2017) akibat perlakuan pupuk organonitrofos dan NPK di tanah ultisol unsur hara phosphor dapat diserap oleh tanaman dalam bentuk ion orthofosfat primer dan sekunder ($H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-}). Penyerapan ion P pada umumnya terjadi akibat ikatan ion P dengan mineral oksida-hidroksida Al dan Fe di dalam larutan tanah.

2.7.2 Aliran Masa

Aliran massa merupakan gerakan larutan hara (air dan hara mineral) ke permukaan akar yang digerakkan oleh transpirasi tanaman (gambar 2.3). Hara bergerak karena ada gradien potensial air. Aliran massa terjadi akibat adanya gaya tarik menarik antara molekul-molekul air yang digerakkan oleh lepasnya molekul air melalui penguapan (transpirasi). Setiap ada molekul air yang menguap posisinya akan diisi oleh molekul air yang berada di bawahnya dan molekul air di bawahnya menarik molekul yang di bawahnya lagi sampai pada molekul air yang berada di luar sel epidermis bulu akar masuk ke dalam sel sambil menarik molekul air yang kebetulan kontak dengannya. Demikian tarik-menarik ini terjadi selama ada penguapan. Karena pergerakan ini terjadi tidak membutuhkan energi, maka peristiwa ini disebut transportasi pasif unsur hara dari larutan media tanam menuju

sel epidermis bulu akar. Perhitungannya didasarkan pada konsentrasi hara dalam larutan tanah dan jumlah air yang ditranspirasikan melalui tanaman, dapat dinyatakan dalam koefisien transpirasi yaitu jumlah air yang ditranspirasikan oleh berat kering tajuk, misalnya 300-600 liter air per kilogram tajuk kering atau per hektar areal tanaman. Kuantitas unsur hara yang dapat mencapai permukaan akar (*root surface*) melalui peristiwa aliran massa dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: a). Sifat-sifat media tumbuh b). Kondisi iklim c). Kelarutan hara d). Spesies tanaman.

Kuantitas unsur hara yang dapat diserap oleh akar tanaman melalui aliran massa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: $MF = C \times WU$, dimana MF = kontribusi mass flow, C = konsentrasi unsur hara, WU = total air yang diserap tanaman (Wiratmaja. 2016).



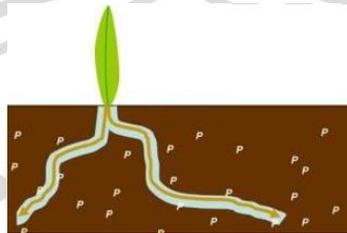
Gambar 2. 4 Skematis gerakan air dan unsur hara
Sumber : (Wiratmaja. 2016).

Unsur hara yang ketersediaannya bagi tanaman melalui mekanisme aliran massa meliputi: nitrogen (98,8%), kalsium (71,4%), belerang (95,0%), dan Mo (95,2%). Nilai potensial air di dalam tanah lebih rendah dibandingkan dengan permukaan bulu akar sehingga air tanah masuk ke dalam jaringan akar. Pergerakan massa air ke akar tanaman akibat langsung serapan massa air oleh akar tanaman terikut juga unsur hara yang terkandung dalam air tersebut. (Azis, Malek, Maisun, Marbawi, Dan Zairini Nuris. 2017).

2.7.3 Intersepsi Akar

Intersepsi akar terjadi akibat dari pertumbuhan akar dari pendek menjadi lebih panjang, dari tidak bercabang menjadi bercabang, dari bercabang sedikit menjadi bercabang banyak. Sebagai akibat dari pertumbuhan ini akar-akar yang terbentuk menjangkau bagian-bagian media tanam yang tadinya belum terjangkau. Bertambahnya jangkauan tentu saja bertambah pula unsur hara yang bisa kontak dengan permukaan bulu-bulu akar dan selanjutnya dapat diserap oleh akar tanaman.

Setelah sampai di permukaan akar, maka hara akan masuk ke dalam akar melalui berbagai proses. Banyaknya hara yang masuk ke dalam akar (F_u) terutama dipengaruhi oleh konsentrasi hara di permukaan akar (C_r). Berdasarkan selisih hara yang datang ke permukaan akar (pasokan) dengan banyaknya hara yang masuk ke akar, dapat terjadi zone penimbunan/*accumulation zone* (tertimbunnya hara di permukaan akar) dan zone pengurasan (*depletion zone*) di permukaan akar (Wiratmaja. 2016). Proses intersepsi akar pada tanaman ditunjukkan pada (gambar 2.4).



Gambar 2. 5 Proses Intersepsi Akar Pada Tanaman
Sumber : Pranata. 2017

Akar memiliki fungsi yang dominan dalam proses penyerapan unsur hara melalui cara intersepsi akar dan penyerapan air pada permukaan tanah (Oktami, Wantia, Wiwik Indrawati, dan Abdul Aziz, 2016). Mekanisme intersepsi akar sangat berbeda dengan kedua mekanisme sebelumnya. Kedua mekanisme sebelumnya menjelaskan pergerakan unsur hara menuju ke akar tanaman, sedangkan mekanisme ketiga ini menjelaskan gerakan akar tanaman yang memperpendek jarak dengan keberadaan unsur hara. Unsur hara yang tersedia melalui mekanisme ini yaitu unsur hara kalsium (28,6%). Intersepsi pada akar tanaman dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu unsur hara mikro, unsur hara makro, mineral, tipe vegetasi, kondisi atau umur vegetasi, intensitas hujan, lokasi, dan luas tajuk penutup vegetasi atau kerapatan.