

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah tanaman penghasil gula yang menjadi salah satu sumber karbohidrat. Tanaman ini sangat dibutuhkan bagi masyarakat, sehingga kebutuhannya terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Namun peningkatan konsumsi gula dalam negeri belum dapat diimbangi oleh produksi gula saat ini. Konsumsi gula pasir terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Pada tahun 2019 produksi gula sebesar 2,5 juta ton, sedangkan pada tahun 2020 produksi gula dalam negeri 2,12 juta ton, menurun sebesar 55,32 ribu ton atau (4,65%) (Badan pusat statistik, 2020). Sehingga untuk mencukupi kebutuhan gula dalam negeri, pemerintah melakukan import gula dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan gula nasional.

Penyebab rendahnya produksi gula dalam negeri salah satunya dapat dilihat dari sisi *on farm*, diantaranya penyiapan bibit dan kualitas bibit. Penyiapan bibit yang dilakukan dengan metode (konvensional) bagal sangat berpengaruh terhadap waktu pembibitan karena membutuhkan waktu 6 bulan untuk satu kali periode tanam. Selain dari faktor penyiapan bibit, faktor lain yang mempengaruhi hasil produksi adalah kualitas bibit. Sebab pemilihan bibit yang berkualitas akan menentukan keberhasilan produksi tebu. Permasalahan mutu bibit tebu yang ada di lapangan sampai saat ini adalah belum adanya perhatian yang serius dari pihak yang berwenang, karena penyediaan bibit yang baik nantinya akan menghasilkan tanaman yang baik sehingga produktivitas tanaman diharapkan dapat meningkat serta menghasilkan rendemen yang tinggi (Mulyono, 2011).

Ketersediaan lahan yang semakin menyempit juga merupakan masalah yang harus diperhatikan bagi keberlangsungan produksi gula nasional. Sehingga penggunaan lahan-lahan pertanian bergeser dari lahan yang subur ke lahan marginal. Lahan marginal didefinisikan sebagai lahan yang mempunyai potensi sangat rendah untuk dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, namun dengan penerapan suatu teknologi dan sistem pengelolaan yang tepat lahan tersebut dapat

ditingkatkan menjadi lebih produktif dan berkelanjutan (Yuwono, 2009). Lahan marginal memiliki potensi cekaman kelebihan air, dapat berupa lahan pasang surut, lahan tergenang, lahan gambut, dan lahan-lahan tergenang air yang berada di areal pertambangan (Yuniati, 2004).

Fase kritis tanaman tebu yaitu umur 0 - 160 hari. Pada fase ini tanaman tebu membutuhkan cukup banyak air dan nutrisi yang digunakan tanaman untuk mendukung fase vegetatif tanaman, pada fase pertumbuhan awal tanaman tebu yang tahan terhadap tingkat pemberian air yaitu pada umur 3 - 4 bulan. Berdasarkan informasi tersebut, penelitian ini memberikan perlakuan pada tingkat pemberian air untuk mengetahui ketahanan bibit *bud chip* tanaman tebu pada fase pertumbuhan awal.

1.2 Tujuan

Mengetahui ketahanan bibit *bud chips* tanaman tebu vareitas GMP 1 dan mendapatkan respon pertumbuhan terbaik pada uji ketahanan bibit *bud chips* tanaman tebu terhadap tingkat pemberian air pada fase pertumbuhan awal.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah tanaman penghasil gula yang menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat. Tanaman ini sangat dibutuhkan sehingga kebutuhannya terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di negeri ini. Penyebab rendahnya produksi gula dalam negeri salah satunya dapat dilihat dari sisi *on farm*, diantaranya penyiapan bibit dan kualitas bibit tebu. Penyediaan bibit yang baik nantinya akan menghasilkan tanaman yang baik sehingga produktivitas tanaman diharapkan dapat meningkat serta menghasilkan rendemen yang tinggi. Selain permasalahan diatas tanaman tebu juga banyak dibudidayakan dilahan kering. Namun seiring dengan penyempitan lahan budidaya tebu mengalami penurunan produksinya. Solusi penyempitan lahan yaitu dengan melakukan usaha menggunakan lahan-lahan kering pertanian bergeser dari lahan yang subur ke lahan ekstrim misalnya lahan-lahan pertanian marginal yaitu memanfaatkan lahan-lahan yang memiliki potensi cekaman kelebihan air, dapat berupa lahan pasang surut, lahan tergenang, lahan

gambut, dan lahan-lahan tergenang air yang berada di areal pertambangan (Yuniati, 2004).

Berdasarkan permasalahan tersebut menjadikan tanaman tebu mengalami kelebihan air. Tanaman tebu yang tidak tahan terhadap kelebihan air akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu. Maka dari itu dibutuhkan suatu upaya untuk menanggulangi permasalahan tersebut dengan pengujian bibit *bud chips* yang tahan terhadap kondisi air yang berlebih. Harapannya mendapatkan respon pertumbuhan terbaik pada uji ketahanan bibit *bud chips* tanaman tebu dan selanjutnya dapat digunakan oleh petani untuk dibudidayakan dikondisi lahan yang tergenang air.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu tingkat pemberian air berpengaruh terhadap bibit *bud chip* tanaman tebu pada fase pertumbuhan awal.

1.5 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini di harapkan memberikan informai dan referensi kepada masyarakat luas serta menambah pengetahuan baru bagi peneliti untuk dapat mengembangkan pengetahuan guna meningkatkan kualitas pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman yang berasal dari India (Tjokroadikoesoemo dan Baktir, 2005). Namun, terdapat juga sejarawan yang menyatakan bahwa tebu berasal dari Polynesia. Tebu merupakan tanaman perkebunan semusim yang dipanen satu kali dalam satu tahun. Tanaman tebu ditanam besar-besaran secara monokultur di Indonesia.

Berikut adalah klasifikasi botani tanaman tebu :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh)
Super divisi	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Monocotyledone</i> (berkeping satu)
Ordo	: <i>Graminales</i>
Famili	: <i>Graminae</i>
Genus	: <i>Saccharum</i>
Spesies	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

Tanaman tebu merupakan tanaman tropis tetapi dapat ditumbuhkan pada daerah sub tropis. Suhu rata-rata tahunan berada diatas 20°C dan tidak kurang dari 17°C. Pertumbuhan optimal pada suhu antara 24°C - 30°C. Tumbuhan ini dapat tumbuh pada berbagai ketinggian mulai dari pantai sampai pada dataran tinggi (1400 mdpl). Tanaman tebu menghendaki pertumbuhan optimal pada curah hujan tahunan 1000 - 1250 mm. Curah hujan yang tinggi akan menurunkan kandungan sukrosa pada bagian batang (Wijayanti, 2008). Tanaman tebu dapat tumbuh pada berbagai macam tanah. Tanaman tebu dapat tumbuh baik pada tanah berstruktur lempung-berliat, lempung - berpasir, dan lempung-berdebu, dengan ketebalan solum yang cukup dalam (0,5 - 1,0 m) dan drainase baik (Wijayanti, 2008).

2.2 Budidaya Pembibitan Tebu

Tanaman tebu sangat dibutuhkan dan kebutuhannya terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Peningkatan konsumsi gula tebu belum dapat diimbangi oleh produksi gula dalam negeri. Penyebab rendahnya produksi diantaranya adalah pada metode pembibitannya. Bibit tebu berasal dari batang tebu dengan 2 - 3 mata tunas yang disebut dengan bibit bagal, selain bibit bagal dikenal juga bibit tebu yang berasal dari satu mata tunas yaitu *bud set* dan *bud chips* (Indrawanto *et al.*, 2010). Penyiapan bibit dengan metode (konvensional) bagal berpengaruh terhadap waktu pembibitan yang membutuhkan waktu 6 bulan untuk satu kali periode tanam bibit. Selain penyiapan bibit, kualitas bibit yang digunakan merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan bagi keberhasilan budidaya tanaman tebu. Selain permasalahan dari sisi bibit, semakin sedikitnya ketersediaan lahan menyebabkan kebutuhan lahan untuk pembibitan juga semakin sulit. Dari beberapa permasalahan tersebut di atas, diperlukan teknologi penyiapan bibit yang singkat, tidak memakan tempat dan berkualitas tentunya. Teknik pembibitan yang dapat menghasilkan bibit yang berkualitas tinggi serta tidak memerlukan penyiapan bibit melalui kebun berjenjang adalah dengan teknik pembibitan *bud chips*. Teknik pembibitan dengan metode *bud chips* merupakan teknologi baru untuk menyiapkan bibit tebu. *Bud chips* adalah teknologi percepatan pembibitan tebu dengan menggunakan satu mata tunas.

2.3 Fase Pertumbuhan Tebu

Dalam pertumbuhannya hingga siap dijadikan bahan baku produksi gula, tanaman tebu melewati 4 (empat) fase pertumbuhan adalah fase perkecambahan (0 - 1 Bulan). Fase perkecambahan pada tanaman tebu dimulai saat terjadinya pertumbuhan mata tunas tebu yang awalnya dorman menjadi tunas muda yang dilengkapi dengan daun, batang, dan akar. Fase perkecambahan sangat ditentukan faktor internal pada bibit seperti varietas, umur bibit, jumlah mata, panjang stek, jumlah mata, bibit terinfeksi hama penyakit, dan kebutuhan hara bibit. Selain itu, faktor eksternal seperti kualitas dan perlakuan bibit sebelum tanam, aerasi dan kelengkapan tanah, kedalaman peletakan bibit (ketebalan cover), dan kualitas pengolahan tanah juga sedikit berpengaruh pada fase perkecambahan ini.

Fase pertunasan atau fase pertumbuhan cepat (1 - 3 bulan) pertumbuhan anakan adalah perkecambahan dan tumbuhnya mata-mata pada batang tebu di bawah tanah menjadi tanaman tebu baru. Fase pertunasan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tebu, karena dapat merefleksikan produktivitas tanaman tebu. Pada fase ini, tanaman membutuhkan kondisi air yang terjamin kecukupannya, oksigen dan hara makanan khususnya N, P dan K serta penyinaran matahari yang cukup. Dikatakan fase pertunasan karena umur tersebut secara agresif tanaman tebu mengalami pertumbuhan secara horizontal dengan terbentuknya tunas-tunas baru secara bertahap. Mulai dari tunas primer sampai tunas tertier. Pada umur tanaman ini, pertumbuhan ke samping terus terjadi hingga mencapai pertumbuhan jumlah tunas maksimum pada umur tebu sekitar 3 bulan. Proses pertunasan meskipun dominan terjadi munculnya anakan, namun pola pertumbuhannya berupa fisik dicerminkan dengan pembentukan daun, akar, dan batang. Pertunasan sebagai bagian dari proses pertumbuhan vegetatif, akan sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi di dalam tubuh tebu (*Intrinsik*) yang meliputi sifat-sifat genetik dan hormon yang terdapat di dalam tubuh tebu. Selain itu kondisi lain yang mempengaruhi pertunasan adalah kondisi lingkungan (*Ekstrinsik*) yang meliputi intensitas penyinaran matahari, air, unsur hara, dan temperatur.

Fase pemanjangan batang (3 - 9 bulan) adalah proses pemanjangan batang pada dasarnya merupakan pertumbuhan yang didukung dengan perkembangan beberapa bagian tanaman yaitu perkembangan tajuk daun, perkembangan akar dan pemanjangan batang. Fase ini terjadi setelah fase pertumbuhan tunas mulai melambat dan terhenti. Pemanjangan batang merupakan proses paling dominan pada fase ini, sehingga stadia pertumbuhan pada periode umur tanaman 3 - 9 bulan ini dikatakan sebagai stadia perpanjangan batang. Ada dua unsur dominan yang berpengaruh dalam fase pemanjangan batang. Unsur tersebut adalah diferensiasi dan perpanjangan ruas-ruas tebu yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan terutama sinar matahari, kelembaban tanah, aerasi, hara N, dan faktor inherent tebu.

Fase kemasakan atau fase generatif maksimal (10 - 12 bulan) fase kemasakan ini diawali dengan semakin melambat bahkan terhentinya pertumbuhan vegetatif. Tebu yang memasuki fase kemasakan secara visual ditandai dengan pertumbuhan

tajuk daun berwarna hijau kekuningan, pada helaian daun sering sekali dijumpai bercak berwarna coklat. Pada kondisi tebu tertentu sering ditandai dengan keluarnya bunga. Selain sifat inheren tebu (varietas), faktor lingkungan yang berpengaruh cukup dominan untuk memacu kemasakan tebu antara lain kelembaban tanah, panjang hari dan status hara tertentu seperti hara nitrogen (Sugeng, 2014).

2.4 Bibit Tebu

Industri tanaman tebu prinsipnya yaitu dengan memperhatikan beberapa hal untuk meningkatkan produksi gula dapat dilaksanakan melalui perluasan areal tanam, peningkatan bobot tebu tiap hektar, dan peningkatan rendemen. Peningkatan produksi gula melalui rendemen lebih diutamakan karena dapat meningkatkan hasil gula tanpa meningkatkan kapasitas pabrik gula. Selain itu, rendemen yang diperoleh selama ini masih berada dibawah potensi yang sebenarnya (Rokhman, 2014). Bibit bagal merupakan bibit tebu berasal dari batang tebu dengan 2 - 3 mata tunas yang belum tumbuh (Indrawanto, 2010). Selain bibit bagal, dikenal juga bibit tebu yang berasal dari satu mata tunas yaitu mata ruas tunggal (*bud set*) dan mata tunas tunggal (*bud chips*). Bibit mata ruas tunggal berasal dari batang 6 dengan panjang kurang dari 10 cm yang terdiri dari satu mata tunas sehat dan berada di 2 tengah, sedangkan bibit mata tunas tunggal berasal dari mata tunas yang diambil dengan memotong sebagian ruas batang tebu dengan pemotong *bud chips* (Hunsigi, 2001). *Bud chips* adalah teknik pembibitan tebu secara vegetatif yang menggunakan bibit satu mata. Bibit ini biasanya berasal dari kultur jaringan yang kemudian ditanam di Kebun Bibit Pokok (KBP). Bibit yang di gunakan berumur 6 - 7 bulan, murni (tidak tercampur dengan varietas lain), bebas dari hama penyakit dan tidak mengalami kerusakan fisik (P3G1, 2014). Keunggulan bibit tebu *bud chips* adalah setelah dipindahkan ke lapang, tebu mampu membentuk anakan 10 - 20 anakan. Anakan tersebut akan tumbuh sempurna sampai panen 8 - 10 rumpun, sedangkan bibit dari bagal anakan yang terbentuk 1 - 4 anakan saja. Persentase perkecambahan bibit bagal (sets planting) biasanya relatif rendah yaitu antara 63 - 91 %, penggunaan bagal juga memerlukan biaya pengangkutan yang lebih tinggi karena 80% berat bagal merupakan bagian antar ruas. Dibandingkan biaya pengangkutan bahan bibit

bagal, pengangkutan bahan bibit berupa *bud chips* lebih ekonomis, sehingga bahan bibit *bud chips* lebih efektif dan ekonomis dibandingkan metode lainnya pada umumnya. Penggunaan bibit unggul *bud chips* tebu dalam 1 hektar dapat menghasilkan benih 50 - 60 ton setara 350.000 - 420.000 mata tunas *bud chips* tebu. Kebutuhan bibit *bud chips* tebu dalam satu hektar pertanaman baru *plane cane* diperlukan 12000 - 18000 batang bibit setara 2 - 2,5 ton bagal (P3GI, 2014). Namun perlu diperhatikan dalam penanaman tebu bibit *bud chips* ditekankan pada areal yang berpengairan teknis atau daerah yang sebaran curah hujannya jelas dengan harapan dapat menekan resiko kematian dan jumlah penyulaman akibat mati kekeringan diawal tanam (BPTPS, 2013). Selain bibit bagal dan *bud chips* terdapat juga macam-macam bibit tebu yang lain yaitu; bibit rayungan bibit berasal dari pangkasan batang tebu yang matanya telah tumbuh tunas, bentuk bibit dapat terdiri dari satu tunas dan dua tunas rayungan dapat digunakan sebagai bahan tanam apabila tunas telah tumbuh antara 5 hingga 7 daun, umur bibit \pm 45 hari (Lukito, 2008). Bibit lonjoran merupakan bibit dalam bentuk lonjoran dengan panjang 1,25 m terdiri atas 6 - 8 mata. Metode stek pucuk yang berasal dari tebangan tebu giling yang varietasnya murni (dalam kondisi tidak ada bibit) dan untuk bahan sulam (Solikhah dan Imam, 2015).

2.5 Kebutuhan Air pada Tanaman Tebu

Masalah ketersediaan air menurut ruang dan waktu serta pengelolaan sumber daya iklim memang memegang peranan strategis dalam proses produksi tebu. Kekeringan yang terjadi pada fase kritis akan berdampak terhadap penurunan produksi tebu tiap hektar paling besar dibandingkan fase lainnya yaitu fase pembentukan gula maupun fase pematangan. Kondisi tersebut berdampak terhadap penurunan produktivitas gula persatuan luas secara signifikan, meskipun secara kuantitas rendemen (kandungan gula persatuan berat tebu) meningkat (Irianto, 2003).

Menurut Asriasuri (1998), kebutuhan air tanaman merupakan jumlah air yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh optimal yang dapat pula diartikan sebagai jumlah air yang digunakan untuk memenuhi proses evapotranspirasi tanaman. Kebutuhan air terbesar terjadi pada saat tebu berumur 4 sampai 9 bulan, dimana pada umur tersebut tebu berada pada masa vegetatif aktif. Pada masa

tersebut, kekurangan air akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tebu seperti diameter batang kecil dan jarak antar buku kecil sehingga tinggi pohon berkurang. Kebutuhan air terendah terjadi pada saat tebu berumur 12 bulan, yaitu masa siap panen. Saat itu tebu tidak membutuhkan banyak air lebih, karena kelebihan air akan berpengaruh pada proses pemasakan yaitu menyebabkan rendemen tebu turun. Tanaman tebu diberi air secukupnya pada musim kemarau tetapi tebu tidak perlu diairi pada musim hujan. Total ketersediaan air bagi tanaman tebu pada umur 1 - 12 bulan, besarnya antara 37,80 mm sampai 143,2 mm. Kondisi tersebut dapat dicapai apabila kadar air tanah berada pada titik kapasitas lapang (Asriasuri, 1998). Pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan tanaman sangat besar. Kekurangan air pada tanaman yang diikuti berkurangnya air pada daerah perakaran berakibat pada aktivitas fisiologis tanaman tebu (Khaerana *et al.*, 2008).

2.6 Pengaruh Air pada Ketahanan Tanaman

Air merupakan kebutuhan pokok bagi semua tanaman juga merupakan bahan penyusun utama dari pada protoplasma sel. Air adalah komponen utama dalam proses fotosintesis dan pengangkutan asimilat hasil fotosintesis. Air juga sangat dibutuhkan sebagai proses tanaman dalam pertumbuhan dan berkembang secara optimal. Tanaman memerlukan air sebesar 85 - 95% air dan pada saat tanaman kekurangan air maka akan mengakibatkan terganggunya proses fisiologis serta biokimia pada tanaman (Zingaretti, 2012). Kebutuhan air bagi tumbuhan berbeda-beda, tergantung jenis tumbuhan dan fase pertumbuhannya. Pada musim kemarau, tumbuhan sering mendapatkan cekaman air (*water stress*) karena kekurangan pasokan air di daerah perakaran dan laju evapotranspirasi yang melebihi laju absorpsi air oleh tumbuhan sebaliknya pada musim penghujan, tumbuhan sering mengalami kondisi jenuh air (Solichatun *et al.*, 2005). Air sering kali membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya. Respon tumbuhan terhadap kekurangan air dapat dilihat pada aktivitas metabolisme, morfologi, tingkat pertumbuhan, atau produktivitasnya. Pertumbuhan sel merupakan fungsi tanaman yang paling sensitif terhadap kekurangan air. Kekurangan air akan mempengaruhi turgor sel sehingga akan mengurangi pengembangan sel, sintesis protein, dan sintesis dinding sel. Pengaruh kekurangan air selama tingkat vegetatif adalah

berkembangnya daun-daun yang ukurannya lebih kecil, yang dapat mengurangi penyerapan cahaya. Kekurangan air juga mengurangi sintesis klorofil dan mengurangi aktivitas beberapa enzim (misalnya nitrat reduktase). Kekurangan air justru meningkatkan aktivitas enzim-enzim hidrolisis misalnya amilase (Solichatun *et al.*, 2005).

Persediaan air yang tidak memadai merupakan pembatas utama pertumbuhan tanaman (Ai *et al.*, 2010). Tingkat kerugian yang dialami oleh tanaman akibat kekeringan tergantung pada beberapa faktor, antara lain pada saat tanaman mengalami kekurangan air, intensitas kekurangan air dan lamanya kekurangan air. Respons yang pertamakali dapat diamati pada tanaman yang kekurangan air ialah penurunan *conductance* yang disebabkan oleh berkurangnya tekanan turgor. Hal ini mengakibatkan laju transpirasi berkurang, dehidrasi jaringan dan pertumbuhan organ menjadi lambat, sehingga luas daun yang terbentuk saat kekeringan lebih kecil. Kekeringan pada tanaman dapat menyebabkan menutupnya stomata, sehingga mengurangi pengambilan CO₂ dan menurunkan berat kering (Ai *et al.*, 2010). Kekeringan dapat menurunkan tingkat produktivitas tanaman, karena menurunnya metabolisme primer, penyusutan luas daun dan aktivitas fotosintesis. Penurunan akumulasi biomassa akibat pemberian air untuk setiap jenis tanaman besarnya tidak sama. Hal tersebut dipengaruhi oleh tanggap masing-masing jenis tanaman.

2.7 Dampak Pemberian Air Terhadap Tanaman Tebu

Adanya periode-periode kekurangan air dalam masa pertumbuhan dan perkembangan tanaman mengakibatkan tanaman tebu menderita kekeringan sehingga produktivitas tanaman dari musim ke musim sangat berfluktuatif, bahkan menurun tajam bila kemarau panjang terjadi. Menurut Latifah (2012), kehilangan hasil pada tanaman tebu akibat kekeringan secara kuantitatif dapat mencapai 40% dari potensi produksinya apabila terjadi pada fase kritis tanaman yaitu fase pertumbuhan tunas dan pertumbuhan vegetatif tanaman (sampai dengan umur 165 hari setelah tanam).

Kekurangan air akan mengganggu aktifitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Defisiensi air yang terus menerus akan menyebabkan perubahan *irreversibel* (tidak dapat balik) dan pada

gilirannya tanaman akan mati (Latifah, 2012). Respon tanaman terhadap stres air sangat ditentukan oleh tingkat stres yang dialami dan fase pertumbuhan tanaman saat mengalami kelebihan air. Respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mencakup perubahan ditingkat seluler dan molekuler seperti perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi tebal, adanya rambut pada daun, peningkatan ratio akar-tajuk, sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, perubahan produksi aktivitas enzim dan hormon, serta perubahan ekspresi (Latifah, 2012).

2.8 Respon Tanaman Tebu pada Kondisi Kelebihan Air

Kelebihan air merupakan kondisi lahan budidaya tanaman tebu mengalami kelebihan air yang membuat tanaman mengalami genangan air. Kelebihan air dapat menyebabkan gangguan metabolisme tanaman. Gangguan metabolisme akibat kelebihan air disebabkan oleh defisiensi oksigen (Lakitan, 1997). Aerenkim adalah jaringan parenkim yang rongga antar selnya besar dan berfungsi sebagai penyimpan udara (Mulyani, 2006). Tanaman yang tahan terhadap toleran genangan air pembentukan aerenkim pada bagian tanaman tidak memerlukan stimulus eksternal (Hapsari dan Adei, 2010). Dampak utama dari genangan air adalah penghambatan pembatasan energi dan karbohidrat ketersediaan, dan pengurangan proses pertumbuhan dan perkembangan (Chen Y *et al.*, 2013). Tanaman tebu tahan terhadap cekaman genangan air sangat diperlukan dalam budidaya pada lahan yang kelebihan air. Dengan demikian budidaya tanaman tebu tahan terhadap tingkat kelebihan air, perlu dilakukan sebagai solusi untuk mengatasi masalah kelebihan air. Tanaman tebu yang toleran terhadap kelebihan air memiliki akar yang lebih banyak sebagai adaptasi dari efek kelebihan air dan daun berwarna hijau sehingga ketika dilihat secara visual tampak lebih segar (Begun *et al.*, 2008).

Penelitian yang dilakukan (Susilawati *et al.*, 2012) parameter daun pada tanaman cabai yang tergenang pada hari ketiga mengalami kelayuan dikarenakan akibat akar mengalami pembusukan. Kondisi akar yang busuk mengakibatkan serapan unsur hara N tidak mampu terserap sehingga kebutuhan air dan N tajuk tidak terpenuhi. Menurut hasil penelitian (Boru *et al.*, 2004) pada tanaman kedelai

menunjukkan bahwa perlakuan tanaman yang tercekam kelebihan air selama tiga hari mengakibatkan daun klorosis, gugur, pertumbuhan terhenti dan akhirnya tanaman mati. Daun yang layu menunjukkan tidak mempunya tanaman untuk mengimbangi proses transpirasi. Kekurangan air dalam tubuh tanaman terjadi akibat kekurangan oksigen pada akar. Menurut (Sairam *et al.*, 2009) kekurangan oksigen akibat kelebihan air merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Kekurangan oksigen menggeser metabolisme energi aerop menjadi anaerop sehingga tanaman kekurangan air walaupun air tersedia banyak.

Peningkatan terhadap tinggi kelebihan air pada tanaman yang dibudidayakan dapat menurunkan pertumbuhan dan hasil produksi. Berdasarkan hasil penelitian pada tanaman gandum yang tercekam kelebihan air selama 10,20, dan 30 hari menurunkan jumlah biji masing - masing sebesar 26,6; 34,3 dan 44,4 persen (Ghobadi dan Ghobadi, 2010). Pada tanaman tebu diperoleh bahwa tingkat toleransi varietas pada fase generatif jauh lebih rendah dibandingkan fase vegetatif. Peningkatan waktu cekaman kelebihan air menyebabkan menurunnya kemampuan akar yang mendukung pertumbuhan tajuk (Glaz *et al.*, 2004)

Pertumbuhan yang baik pada tanaman yang tercekam kelebihan air akan dapat didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk mempertahankan hasil yang optimal pada kondisi kelebihan (Van Toai *et al.*, 1994) kemampuan tanaman terhadap kelebihan air dapat berupa penghindaran (*avoidance*) kekurangan oksigen dari daun ke akar dan kemampuan tanaman untuk melakukan metabolisme atau pada kondisi tersebut respirasi berlangsung secara anaerob (Basra dan Basra, 1997). Dalam kondisi kelebihan air, tanaman akan mengaktifkan proses fermentasi utama yaitu etanol, asam laktat yang membentuk alanin dari glutamat dan piruvat (Dennis *et al.*, 2000). Adaptasi tanaman yang tercekam kelebihan air mengalokasikan fotosintesis dengan cara mengembangkan akar adventif dan membentuk aerenkim yang bergantung pada fiksasi N₂. Mekanisme yang terjadi pada tanaman yang mengalami cekaman kelebihan air sangat kompleks (Bacanamwo dan Parcell, 1999). Aerenkim dapat menjadi fasilitas difusi udara secara *internal* antara bagian pucuk yang kaya oksigen dan bagian akar dapat berfungsi seperti dalam keadaan aerob. Aerenkim juga dapat menekan kapasitas fermentasi (Komariah *et al.*, 2004)

Kemudian tanaman dengan kelebihan air akan memacu terbentuknya tunas adventif yang merupakan respon umum dari akibat adanya kelebihan air, akar adventif membantu tanaman untuk melanjutkan serapan air dan udara dalam kondisi tanaman kelebihan air (Striker, 2012).