

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Tebu

Genus *Saccharum* merupakan family *Graminaea* dari genus *Saccharum* yang terletak pada suku *Andripogoneae* dari ordo *Poales* dan kelas *Monocotyledoneae* (Daniel dan Roach, 1987). Hubungan taksonomi dari grup ini berdasarkan penyebaran secara ekstensif tebu manis oleh manusia dan perluasan persilangan diantara berbagai spesies. *Saccharum* terdiri dari empat spesies domestic dan dua jenis liar (Hussain, 2004). Menurut Daniels *et al.*, 1987, sistematika *Saccharum sp.* adalah sebagai berikut:

Regnum	: Plantae	Subfamily	: Panicoideae
Divisio	: Spermatophyta	Tribe	: Andropogoneae
Sub divisi	: Angiospermae	Subtribe	: Saccharastrae
Kelas	: Monocotyledonae	Genus	: <i>Saccharum</i>
Ordo	: Poales	Spesies	: <i>Saccharum sp.</i>
Familia	: Poaceae	(Daniels <i>et al.</i> , 1987).	

Batang tanaman tebu beruas-ruas, dari bagian pangkal sampai pertengahan, ruasnya panjang-panjang, sedangkan dibagian pucuk ruasnya pendek. Tinggi batang antara 2 – 5 meter, tergantung baik buruknya pertumbuhan, jenis tebu maupun keadaan iklim. Pada pucuk batang tebu terdapat titik tumbuh yang mempunyai peranan penting untuk pertumbuhan. Batang dengan mata tunas pada ruas, dibawah ruas berlilin (Steenis, Den Hoed dan Eyma, 2005).

Akar tanaman tebu adalah serabut, hal ini sebagai salah satu tanda bahwa tanaman ini termasuk kelas *Monocotyledone*. Akar tebu dapat dibedakan menjadi dua, yaitu akar stek dan akar tunas. Akar stek disebut pula akar bibit yang masa hidupnya tidak lama. Akar ini tumbuh pada cincin akar dari stek batang. Sedangkan akar tunas merupakan pengganti akar bibit. Pertumbuhan akar ada yang tegak lurus ke bawah, ada yang mendatar dekat permukaan tanah (Steenis *et al.*, 2005).

Daun tanaman tebu adalah daun tidak lengkap, karena terdiri dari helai daun dan pelepah daun saja, sedang tangkai daunnya tidak ada. Kedudukan daun berpangkal pada buku. Panjang helaian daun adalah antara 1 sampai 2 meter, sedangkan lebarnya 4-7 cm, ujungnya meruncing, tepinya seperti gigi dan mengandung kersik yang tajam (Sastrowijono, 1987). Diantara pelepah daun dan helaian daun terdapat sendi segitiga dan pada bagian sisi dalamnya terdapat lidah daun yang membatasi antara helaian daun dan pelepah daun. Ukuran lebar daun sempit kurang 4 cm, sedang antara 4-6 cm dan lebar 6 cm. Bunga tebu merupakan malai yang bentuknya piramida, panjangnya antara 70- 90 cm. Bunga tebu biasanya muncul pada bulan April-Mei. Bunganya terdiri dari tenda bunga yaitu 3 helai daun tajuk bunga. Bunga tebu mempunyai 1 bakal buah dan 3 benang sari, kepala putiknya berbentuk bulu (Steenis *et al.*, 2005).

2.2 Syarat Tumbuh

2.2.1 Tanaman Tebu

Tebu tumbuh baik pada daerah beriklim panas tropika dan subtropika disekitar khatulistiwa sampai garis isotherm 20 °C, yakni kurang lebih diantara 39 derajat LU sampai 35 derajat LS. Tanaman tebu banyak diusahakan di dataran rendah dengan musim kering yang nyata. Tebu dapat ditanam dari dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Di dataran tinggi yang suhu udaranya rendah, tanaman tebu lambat tumbuh dan berendemen

rendah. Di Asia Tenggara, batas maksimum elevasi untuk pertumbuhan normal tebu adalah 600 – 700 m di atas permukaan laut. Pada elevasi yang lebih tinggi siklus pertumbuhan akan lebih panjang dari 14 – 18 bulan (Oktora, 2013).

Temperatur optimum untuk perkecambahan tebu adalah 26 - 33 °C dan 30 – 33 °C untuk pertumbuhan vegetatif. Selama pertumbuhan tanaman sedang mengalami fase kemasakan, temperatur malam yang relatif rendah (dibawah 18 °C) berguna untuk pembentukan kandungan sukrosa yang tinggi. Secara kuantitatif, tebu merupakan tanaman berhari pendek. Rata-rata curah hujan yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal tanaman tebu adalah sekitar 1800 – 2500 mm per tahun. Dan jika curah hujan tidak mencukupi, lahan tebu harus diberi aliran irigasi.

Kesesuaianlahan untuk pertanaman tebu yang baik merupakan kombinasi dari suhu, curah hujan, kesuburan tanah, konservasi tanah, dan lain-lain menyesuaikan kondisi daerah yang ditanami, untuk mendapatkan hasil tebu yang optimal dalam mewujudkan swasembada gula (Hakim, 2010).

2.2.2 Bibit Tanaman Tebu

Akselerasi penggunaan bibit tebu unggul dengan pembibitan bud chip terus digalakkan pada tingkat penangkar Kebun Bibit Datar (KBD) dan petani pengembangan untuk memenuhi permintaan bibit dalam mendukung program bongkar ratoon dan tanaman tebu baru (plan cin). Penggunaan bahan tanam tebu bud chip merupakan penerapan teknologi budidaya tebu dalam upaya pencapaian program swasembada gula nasional (Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur, 2015).

Secara konvensional, bibit tebu berasal dari batang tebu dengan 203 mata tunas yang belum tumbuh yang disebut bagal. Selain bibit bagal, dikenal juga bibit tebu yang berasal dari satu mata tunas yaitu mata ruas tunggal (*bud set*) dan mata tunas tunggal (*bud chip*). Bibit mata ruas tunggal berasal dari batang 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 chip*.

Pembibitan tebu bud chip merupakan langkah maju pada penerapan program bongkar ratoon yang seiring mendapat kesulitan memenuhi kebutuhan bibit bersertifikat yang di peroleh dari Kebun Bibit Datar (KBD). Bibit merupakan bahan tanam yang digunakan untuk penanaman tebu.

Bibit tebu dapat di perbanyak dengan *single bud* yang hasilnya berkualitas, dan dapat dilaksanakan secara masal dalam waktu yang cepat. Selama ini perbanyak bibit dilakukan secara manual yang kelemahannya prosentase hidupnya relatif rendah.

2.3 Pembibitan

2.3.1 Perbanyak Bibit Tebu Secara Bagal

Peningkatan produksi gula dapat dilaksanakan melalui perluasan areal tanam, peningkatan bobot tebu per hektar, dan peningkatan rendemen. Namun 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, Taryono dan Supriyanta, 2014). Secara konvensional, bibit

tebu berasal dari batang tebu dengan 2-3 mata tunas yang belum tumbuh yang disebut bagal. Persentase perkecambahan bibit bagal (set 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 (Ningsih, 2014). Pada pembibitan secara bagal ini menggunakan enam klon tebu yaitu PSJT 941, Kidang Kencana, VMC, PS 864, Balulawang, dan PS 881 (Rokhmanet *al.*, 2014).

2.3.2 Perbanyak Bibit Tebu Secara Bud Chips

Budidaya tanaman tebu yang baik, diperlukan pemilihan bibit unggul dan pemeliharaan yang baik. Pemilihan varietas harus memperhatikan sifat-sifat varietas unggul yaitu, memiliki potensi produksi gula yang tinggi melalui bobot tebu dan rendemen yang tinggi, memiliki produktivitas yang stabil dan mantap, memiliki ketahanan yang tinggi untuk keprasan dan kekeringan, serta tahan terhadap hama dan penyakit.

Menurut Syakir *et al.*, (2010) varietas tebu berdasarkan masa kemasakannya dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Varietas genjah (masak awal), mencapai masak optimal ± 8-10 bulan.
2. Varietas sedang (masak tengahan), mencapai masak optimal pada umur + 10-12 bulan.

3. Varietas dalam (masak lambat), mencapai masak optimal pada umur lebih dari 12 bulan.

Mengingat masa panen tebu dilakukan pada saat yang relatif serempak, akan tetapi ditanam pada waktu yang lebih panjang karena bergiliran, maka perlu diatur komposisi penanaman varietas dengan umur masak yang berbeda, yaitu masak awal, masak tengah dan masak lambat. Komposisi varietas dengan tingkat kemasakan masak awal, masak tengah dan masak lambat yang dianjurkan berdasarkan luas tanam adalah 30:40:30 (Syakir, 2010).

Bibit tebu dapat berasal dari bagal (batang tebu yang diambil dari 2-3 mata tunas batang tebu yang belum tumbuh), stek pucuk, biji (untuk breeding), dan mata tunas yang biasa disebut *bud chip*. Sedangkan standar kualitas bibit dikatakan unggul jika memenuhi standar (Syakir *et al.*, 2010) sebagai berikut :

- Daya kecambah > 90%, segar, tidak berkerut dan tidak kering.
- Panjang ruas 15-20 cm dan tidak ada gejala hambatan pertumbuhan.
- Diameter batang + 2 cm dan tidak mengerut atau mengering.
- Mata tunas yang dipakai bibit masih dorman, segar dan tidak rusak.
- Bebas dari penyakit pembuluh.

Budchip adalah teknologi percepatan perbenihan tebu dengan menggunakan satu mata tunas yang diadopsi dari Colombia. Teknik ini melalui 2 tahap yaitu tahap persemaian benih dan pembibitan. Persemaian mata tunas dilakukan di bedengan yang telah disediakan dengan jarak tanam 2cm x 2cm. Kemudian bud chip umur sekitar 10 hari (daun membuka 2 helai) diambil satu persatu dipindahkan kedalam potray, diisi dengan media tanah yang telah disterilisasi (Yuliardi, 2012). Teknik menggunakan bud chip ini merupakan teknik pembibitan

yang dapat menghasilkan bibit yang berkualitas tinggi serta tidak memerlukan penyiapan bibit melalui kebun berjenjang. Bibit ini berasal dari kultur jaringan yang kemudian ditanam di Kebun Bibit Pokok (KBP). Bibit yang digunakan berumur 5 - 6 bulan, murni (tidak tercampur dengan varietas lain), bebas dari hama penyakit dan tidak mengalami kerusakan fisik (Putri *et al.*, 2013).

Keunggulan *single bud*, umur bibit siap tanam lebih pendek, kualitas bibit lebih tinggi (kemurnian, lebih tahan, efisien). Jumlah anakan tebu lebih banyak dibanding metode konvensional, agar ketersediaan bibit lebih terjamin, karena penjenjangan kebun bibit lebih efektif dan efisien.

2.3.3 Perbanyak Bibit Tebu Secara Kultur Jaringan

Kultur jaringan atau *tissue culture* merupakan suatu cara memperbanyak tanaman dengan teknik mengisolasi bagian tertentu dari tanaman. Bagian tersebut seperti protoplasma, sel, jaringan dan organ serta menumbuhkannya pada media nutrisi yang mengandung zat pengatur tumbuh tanaman di dalam kondisi yang steril. Sehingga bagian - bagian tersebut bisa memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap atau sempurna. Kultur jaringan juga sering disebut kultur *in vitro* yakni teknik pemeliharaan jaringan atau bagian dari individu secara buatan yang dilakukan di luar individu yang bersangkutan. *In vitro* berasal dari bahasa Latin yang artinya "di dalam kaca". Jadi Kultur *in vitro* dapat diartikan sebagai bagian jaringan yang dibiakkan di dalam tabung inkubasi atau cawan petri dari kaca atau material tembus pandang lainnya.

Tebu (*Saccharum sp.*) merupakan tanaman penting yang bernilai ekonomi tinggi, dipakai sebagai bahan baku utama penghasil gula pasir. Pemerintah telah

mencanangkan swasembada gula pada tahun 2014. Untuk mencapai sasaran swasembada, salah satu faktor penting adalah perluasan areal baik milik Perusahaan Perkebunan Nasional Perseroan Terbatas Perkebunan Nusantara (PTPN) maupun perkebunan rakyat dan penggunaan varietas tebu unggul yang dianjurkan. Yang dimaksud dengan kultur jaringan adalah kegiatan laboratories untuk menumbuhkan tanaman pada media agar-agar yang pada periode selanjutnya akan menjadi individu baru yang dapat ditanam di lapang. Pada varietas tebu yang digunakan didalam kultur jaringan seperti pada varietas columbia (Sari, 2014).

Peningkatan produksi tanaman tebu dipengaruhi oleh penyediaan bibit unggul yang bermutu antara lain memiliki rendemen gula yang tinggi, kualitas gilingan yang tinggi, tipe kemasakan, tahan terhadap penyakit, serta dapat beradaptasi pada perubahan iklim global (antara lain drainase yang buruk). Kebutuhan gula nasional tahun 2014 diperkirakan mencapai 5,7 juta ton (Sari, 2014). Dengan demikian untuk mempercepat pencapaian hasil melalui perluasan areal pertanaman tebu memerlukan bibit dalam jumlah yang banyak. Pengadaan bibit tebu dalam skala besar, cepat dan murah merupakan hal yang sangat diperlukan saat ini. Penyediaan bibit unggul yang berkualitas baik merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam pengembangan pertanian di masa mendatang khususnya tanaman tebu. Pengadaan bibit pada tanaman tebu khususnya yang akan dieksploitasi secara besar-besaran dalam waktu yang cepat akan sulit dicapai melalui teknik konvensional. Salah satu teknologi harapan yang banyak dilaporkan dan telah terbukti memberikan keberhasilan adalah melalui

teknik kultur jaringan. Dengan demikian tanaman tebu dapat diperbanyak setiap waktu sesuai kebutuhan karena faktor perbanyakannya yang tinggi.

2.4 Salinitas Tanah

Salinitas tanah menurut Djukri (2009), merupakan keadaan tinggi rendahnya garam di dalam tanah. Garam dapur (NaCl) merupakan garam yang dominan, namun garam-garam Na_2SO_4 , MgSO_4 , NaHCO_3 , Na_2CO_3 , CaSO_4 , CaCO_3 juga menentukan salinitas tanah. Semakin tinggi konsentrasi garam-garam ini pada tanah, semakin tinggi pula daya hantar listrik (DHL) larutan tanah. Tanah dengan DHL >4 ds/m tergolong tanah salin.

Pengaruh garam terhadap struktur tanah meliputi :

- Dispersi agregat tanah.
- Penyumbatan pori sehingga infiltrasi tanah terhambat dan terjadi *crusting*.
- Menghalangi perkecambahan tanaman.

Tanah salin di dunia meliputi “*salt marshes*” di zona temperate, dan daerah pasang surut (*mangrove swamps*) di daerah subtropik dan tropic. Ditaksir antara 400-900 juta ha lahan di dunia mempunyai problema salinitas. Tanah salin sangat banyak terdapat di daerah yang curah hujannya tidak mencukupi untuk pencucian (*leaching*). Problem salinitas terjadi pada daerah non irigasi sebagai akibat dari evaporasi dan transpirasi dari air bumi yang berkadar garam tinggi atau akibat dari input garam dari curah hujan (Didy Sopandie, 1998).

Tanah tergolong salin bila mengandung garam dalam jumlah yang cukup untuk mengganggu pertumbuhan kebanyakan spesies tanaman. Akan tetapi ini bukan merupakan jumlah yang tepat karena akan tergantung kepada spesies

tanaman, tekstur tanah dan kandungan air tanah, serta komposisi garamnya sendiri. Sesuai dengan definisi yang dipakai oleh *US Salinity Laboratory* bahwa ekstrak jenuh (larutan yang diekstraksi dari tanah pada kondisi jenuh air) dari tanah salin mempunyai nilai DHL (daya hantar listrik, EC= *electrical conductivity*) lebih besar dari 4 deci Siemens/m (ekivalen dengan 40 mM NaCl) dan persentase natrium yang dapat dirukar (ESP= *exchangeable sodium percentage*) kurang dari 15 (Djukri, 2009).

Pengukuran kecocokan tanah salin untuk produksi tanaman dapat dilakukan secara cepat dan sederhana dengan melihat nilai EC. Dari nilai EC, potensial osmotik dari ekstrak jenuh dapat juga dihitung dengan persamaan osmotik potensial = $EC \times 0,036$. Karena nilai EC diukur pada ekstrak tanah dalam keadaan jenuh, konsentrasi garam pada larutan tanah pada kapasitas lapang sebenarnya mendekati dua kali dari kondisi jenuh, atau bahkan lebih tinggi bila kadar air tanah turun. Sebagai perbandingan, EC air laut berkisar antara 44-55 dS/m, sedangkan kualitas air irigasi yang baik harus mempunyai $EC < 2$ dS/m (Djukri, 2009).

Tanaman memiliki kemampuan menanggapi factor lingkungan seperti halnya kelompok organisme lain. Tanggapan tersebut muncul akibat adanya cekaman lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhannya. Tumbuhan akan mengembangkan strategi adaptasi tertentu, baik secara morfologis, anatomis, fisiologis, maupun biokemis agar terhindar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.

Peningkatan konsentrasi garam dalam tanah merupakan salah satu factor cekaman lingkungan. Besarnya kadar garam tanah terjadi karena dua hal, yaitu

karena tingginya masukan air yang mengandung garam atau mengalami tingkat evaporasi yang melebihi presipitasi. Garam garam yang mendominasi pada lahan seperti itu adalah natrium klorida (NaCl).

2.5 Daya Tahan Bibit Tebu Terhadap Cekaman Garam

Nilai salinitas dapat diukur berdasarkan pada nilai EC (*electrical conductivity*) dari ekstraks jenuh yang merupakan standar pengukuran salinitas. Satuan pengukuran menurut standar internasional dinyatakan dalam Siemens per meter (s/m) pada suhu 25°C. Satuan EC yang lain dapat menggunakan mmhos/cm dan desisiemens/meter (ds/m). Satuan ini merupakan satuan ukuran yang umum digunakan (Ritung, 2004). Pada Tabel 2.1 di bawah ini ditunjukkan hubungan penyetaraan satuan EC dan kriteria kelas salinitas disajikan dalam Tabel 2.2. (Ritung, 2004).

Tabel 2.1 Satuan Salinitas

s/m	ds/m	mmhom/cm	ms/cm	µs/cm
1	10	10	10	1000

Tabel 2.2 Kriteria Kelas Salinitas

Kelas	Tingkat	Ds/m	Pengaruh terhadap tanaman
0	Non salin	0-2	Pengaruh pada tanaman dapat diabaikan
1	Salin sangat rendah	2-4	Tanaman sangat sensitif dapat terpengaruh
2	Agak salin	4-8	Kebanyakan tanaman terpengaruh
3	Salin	8-16	Tanaman toleran mulai terpengaruh
4	Sangat salin	>16	Hanya tanaman yang sangat tahan dapat bertahan

Ketika $EC \geq 2$, percobaan harus dilakukan pada tanaman dengan varietas yang resisten terhadap kekeringan. Pada tanaman yang dapat melakukan recovery, setiap kenaikan sebesar 1 ds/m EC akan menyebabkan penurunan hasil sekitar 0,2 sampai 0,3 % (London, 1994).

Pengelompokkan dengan menggunakan analisis Cluster dan telah dilakukan proses *screening*, maka didapat pengelompokkan klon-klon tebu berdasarkan katagori sifat. Parameter yang diamati sebagai acuan scoring adalah tinggi tanaman, kecepatan kelayuan daun, kecepatan perubahan warna daun, dan jumlah daun. Pengelompokkan ini berdasarkan pada data pengamatan harian respon klon terhadap konsentrasi NaCl yang diberikan. Hasil *screening* seperti pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Pengelompokan Klon-klon Tebu Berdasarkan Kategori Sifat Ketahanan.

Kelompok Klon				
Sangat Tahan	Tahan	Moderate	Peka	Sangat Peka
AQ 135	AP 631	AP 812	G 94	AN 774
BE 1004	BB 533	AP 577	AA 5608	PS 851
AZ 940	PS 80-1254	AP 622	H 37-1933	PS 864
PS 75-1351	AN 517	PS 82-942		
AZ 980	V 4010	AW 249		
AW 383	PS 80-545	BB 536		

(Widyasari, *et al.*, 1997).

Respon pertumbuhan terhadap salinitas seringkali dianggap sebagai dasar evaluasi untuk toleransi. Pengaruh utama salinitas adalah berkurangnya pertumbuhan daun yang langsung mengakibatkan berkurangnya fotosintesis tanaman. Tanggapan yang pertama kali dilakukan tanaman adalah menurunkan tekanan turgor. Penurunan tekanan turgor ini berdampak pada menurunnya kemampuan perkembangan dan perbesaran ukuran sel. Penurunan turgor ini diperkirakan sebagai proses yang paling sensitive pada tanaman dalam merespon adanya kondisi cekaman kekeringan. Akibat dari menurunnya turgor ini bisa berpengaruh pada penurunan pertumbuhan yang meliputi penambahan panjang batang, perluasan daun dan penyempitan stomata. Stomata akan membuka jika kedua sel penjaga meningkat. Peningkatan tekanan turgor sel penjaga disebabkan oleh masuknya air kedalam sel penjaga tersebut. Pergerakan air dari satu sel ke sel

lainnya akan selalu dari sel yang mempunyai potensi air lebih tinggi ke sel ke potensi air lebih rendah. Tinggi rendahnya potensi air sel akan tergantung pada jumlah bahan yang terlarut (solute) didalam cairan sel tersebut.

Semakin banyak bahan yang terlarut maka potensi osmotik sel akan semakin rendah. Mekanisme menutup dan membuka-nya stomata tergantung dari tekanan turgor sel tanaman, atau karena perubahan konsentrasi karbondioksida, berkurangnya cahaya dan hormon asam absisat. Pada kondisi cekaman kekeringan maka stomata akan menutup sebagai upaya untuk menahan laju transpirasi. Saat stomata tertutup, maka tidak akan terjadi fotosintesis.

Respon lain yang diberikan oleh tanaman saat terjadi cekaman garam adalah dengan meningkatnya kadar hormone asam absisik (ABA). Asam absisik (ABA), salah satu senyawa osmotik yang potensial dijadikan sebagai penanda biokimia terhadap cekaman garam. Penanda ini membantu program pemuliaan tanaman untuk menyeleksi varietas-varietas adaptif terhadap kondisi kekeringan. Asam absisik meningkat dengan segera ketika tanaman mengalami cekaman garam. Kadar ABA pada tanaman toleran lebih tinggi dibanding yang peka, sehingga ABA selalu dikaitkan dengan sifat toleran tanaman terhadap cekaman kekeringan (Sinaga, 2002). Konsentrasi endogenus ABA meningkat pada jaringan tanaman selama tanaman terkena cekaman, baik cekaman garam, kekeringan maupun dingin. Namun, hanya beberapa studi yang telah membandingkan induksi stress level endogenus konsentrasi ABA pada tanaman yang toleran dan tanaman yang sensitif.

Cekaman garam merupakan cekaman yang kompleks umumnya ditunjukkan sebagai kondisi kekurangan air karena pengaruh osmotik garam.

Selain itu cekaman garam mempunyai efek toksik karena kelebihan ion yang mengganggu keseimbangan elektrolit dalam sel dan mempengaruhi aktifitas metabolisme (Sinaga, 2002). Cekaman kekeringan dapat disebabkan oleh 2 (dua) faktor, yaitu kekurangan suplai air di daerah perakaran atau laju kehilangan air (evapotranspirasi) lebih besar dari absorpsi air meskipun kadar air tanahnya cukup.

Cekaman garam memberikan efek yang signifikan pada semua parameter pertumbuhan tanaman. Semua parameter pertumbuhan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl. Walaupun demikian, kepekaan tanaman terhadap stress garam bervariasi bergantung pada tingkat cekaman (Omami, 2005). Tanaman yang mengalami cekaman garam pada umumnya mempunyai daun yang lebih sempit, lebih gelap, nisbah tanjuk menurun, berkurangnya anakan, menunda dan menurunkan pembungaan serta jumlah dan ukuran buah lebih kecil. Tanaman yang diberi perlakuan selinitas dengan NaCl, memperlihatkan gejala yang amat mencolok disertai dengan mengeringnya titik tumbuh yaitu pucuk tunas (Yuniati, 2004).

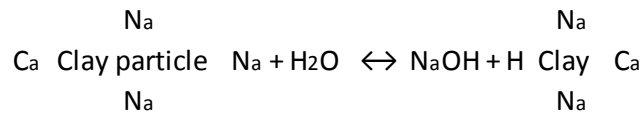
2.6 Mekanisme Absorpsi

Tanah mineral (mineral soil) dihasilkan dari pelapukan batu-batuan melalui reaksi kimia menghasilkan material yang memiliki komposisi berbeda dengan bahan aslinya (proses disolusi, hidrolisis, asidolisis, dan oksidasi). Garam terus berakumulasi didalam tanah pada daerah yang diberi air irigasi dimana lebih banyak garam yang dibawa dari pada yang dibuang. NaCl merupakan garam utama yang terkandung dalam tanah salin. Pada lahan semacam ini kadar NaCl

berkisar antara 2-6 %. NaCl jika dilarutkan dalam air akan berdisosiasi menjadi ion-ion penyusunannya yaitu Na^+ dan Cl^- . Natrium merupakan unsur alkali yang sangat reaktif sehingga tidak dijumpai sebagai unsur bebas di alam. Klorin juga sangat reaktif dan tidak dijumpai sebagai unsur bebas di alam (Djukri, 2009).

Proses pergerakan garam pada tanah dipengaruhi oleh distribusi kelembaban pada tanah yang beririgasi seperti halnya air yang mengalir terus ke bagian dalam tanah. Meskipun demikian, tanpa drainase ke bawah yang memadai, air yang berperkolasi mengisi ruangan dalam tanah yang lebih bawah dan menyebabkan permukaan air-tanah meningkat dan dimana air menguap. Garam yang dapat larut terbawa oleh gerakan air yang tidak dapat diuapkan dan diendapkan pada permukaan tanah. Konsentrasi garam yang melalui pada permukaan secara normal didistribusikan melalui tanah pada beberapa kaki bagian atas yang bisa menimbulkan salinitas yang serius (Hansen, Israelsen, Stringham, dan Tachyan. 1992).

Mekanisme salinitas menurut Hansen *et al.*, (1992) dalam tanah yaitu suatu partikel tanah liat dengan ion natrium dan kalsium bergandengan cenderung berhidrolisis. Apabila suatu ion natrium sebagai ganti ion hidrogen dan ion natrium digabungkan dengan suatu molekul air, maka natrium hidroksida (NaOH) terbentuk. Apabila karbon dioksida (CO_2) ada dalam udara tanah, maka ia akan langsung bereaksi dengan air untuk membentuk hydrogen karbonat (H_2CO_3). Namun demikian, natrium hidroksida bereaksi langsung dengan hydrogen karbonat untuk membentuk natrium karbonat (Na_2CO_3). Berikut merupakan rumus penjelasan pernyataan sehubungan dengan ion natrium (Na) dan hydrogen (H) :



Berbagai macam garam dapat membuat respon tanaman yang berbeda-beda pada salinitas. Ion-ion terdiri dari Na^+ , Cl^- , H_2PO_4^- dan HCO_3^- mengandung racun bagi tanaman. Hal ini seperti yang kita ketahui bahwa setiap tanaman berbeda kesensitifannya pada jumlah ion untuk efek racun, kandungan efek Na^+ yang tinggi menyebabkan ketidakseimbangan pada penyerapan dan penggunaan kation-kation lain. Contohnya Na^+ berkompetisi dengan nutrisi penting ion K^+ pada proses pengangkutan sepanjang membran sel selama pengambilannya sulit bagi tanaman. Garam terlarut akan mempengaruhi organisme tanah melalui pengaruh toksisitas spesifik dari ion-ion dalam konsentrasi yang tinggi seperti sodium atau klorida terhadap potensial osmotik atau potensial air (Brady dan Ray, 2008).

Pengaruh merusak dari garam pada tanaman merupakan akibat dari kekurangan air dari konsentrasi garam yang terlaut dalam tanah. Kondisi ini mempengaruhi rasio K^+ / Na^+ karena pemasukan Na^+ dan konsentrasi ion Na yang merugikan tanaman. Garam-garam atau Na^+ yang dapat dipertukarkan akan mempengaruhi sifat-sifat tanah jika terdapat dalam keadaan yang berlebihan dalam tanah. Kekurangan unsur Na^+ dan Cl^- dapat menekan pertumbuhan dan mengurangi produksi. Peningkatan konsentrasi garam terlarut di dalam tanah akan meningkatkan tekanan osmotik sehingga menghambat penyerapan air dan unsur-unsur hara yang berlangsung melalui proses osmosis. Jumlah air yang masuk ke dalam akar akan berkurang sehingga mengakibatkan menipisnya jumlah persediaan air dalam tanaman (Follet *et al.*, 1981). Respon umum tanaman

terhadap cekaman garam, kekeringan, dan suhu rendah berupa akumulasi gula dan senyawa kompatibel lainnya. Senyawa ini berfungsi sebagai osmoprotektan (penjaga osmolaritas). Pada beberapa kasus, senyawa osmoprotektan berfungsi menjaga stabilitas biomolekul pada kondisi tercekam (Yunita, 2009).

Tanaman yang toleran dan tumbuh pada tanah bergaram mempunyai kandungan garam yang tinggi pada selnya. Penggunaan ion anorganik untuk mengatur tekanan osmosis menunjukkan bahwa tanaman harus mampu menoleransi kandungan garam yang tinggi dalam sel. Na^+ bersifat toksik bagi tanaman karena berpengaruh negatif terhadap nutrisi K^+ , aktivitas enzim sitosol, fotosintesis, dan metabolisme. Berdasarkan analisis aktivitas enzim terhadap garam dapat disimpulkan bahwa tanaman yang toleran garam dapat menjauhkan Na^+ dari sitosol. Tanaman melakukan beberapa cara untuk mempertahankan konsentrasi Na yang rendah dalam sel, yaitu dengan menghambat pemasukan garam, kompartementasi Na^+ pada vakuola, dan mengaktifkan efluks Na^+ (Yunita, 2009).

Cekaman garam memberikan efek yang signifikan pada semua parameter pertumbuhan tanaman. Semua parameter tumbuhan akan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl , tetapi tergantung pula pada tingkat cekamannya. Tanaman yang mengalami cekaman garam umumnya mempunyai daun yang lebih sempit, lebih gelap, nisbah tajuk menurun, berkurangnya anakan, menunda dan menurunkan pembungaan serta jumlah dan ukuran buah lebih kecil. Tanaman yang diberi perlakuan NaCl memperlihatkan gejala yang mencolok disertai dengan mengeringnya titik tumbuh yaitu pucuk tunas (Yuanita, 2004). Hal ini dapat dilihat pada tebu yang berada pada kelompok peka dan sangat peka.