

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Tebu

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) termasuk dalam famili Poaceae (rumput-rumputan), subfamili Panicoideae, kelompok Andropogon dan genus *Saccharum*. *Saccharum officinarum* merupakan spesies paling penting yang dijadikan sebagai penghasil gula dibanding dengan tanaman penghasil gula lain, karena memiliki kandungan sukrosa tertinggi dan kandungan seratnya paling rendah. Selain *Saccharum officinarum* masih terdapat lima spesies tebu yang lain dalam genus *Saccharum*, yaitu: *Saccharum sinense*, *Saccharum barberi*, *Saccharum spontaneum*, dan *Saccharum robustum* (Setyamidjaja dan Azharni, 1992).



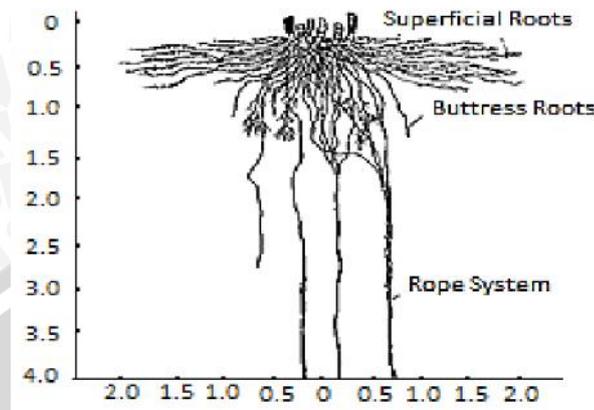
Gambar 1. Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.)
sumber: Wikipedia, 2012

2.1.2 Morfologi Tanaman Tebu

Akar

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, 2005).

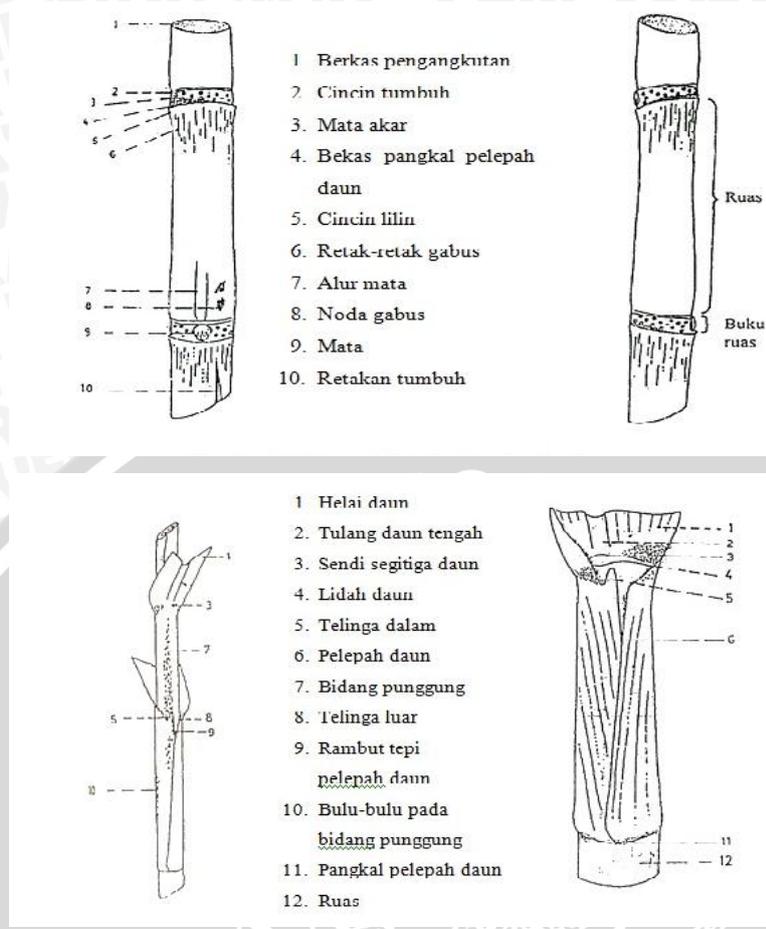


Gambar 2. Wilayah jelajah perakaran tebu
Sumber: James, 2004

Menurut James (2004), akar yang bergerak horizontal lebih berperan dalam serapan hara di daerah top soil, semakin tinggi kerapatan akar semakin banyak luasan serapan hara. Akar yang bergerak vertikal jauh ke dalam lapisan tanah berperan mencari sumber air di lapisan tanah yang berbeda apabila lapisan tanah atas tidak memberikan cukup air bagi tanaman.

Batang

Batang tebu terdiri dari beberapa ruas yang disekat oleh buku-buku (Soeprapto, 1989). Panjang satu ruas berkisar 15-25 cm. Ruas yang terbentuk pada awal pertumbuhan pendek, semakin dewasa ruasnya semakin panjang, selanjutnya semakin mendekati pucuk panjang ruasnya semakin berkurang. Potensi bobot batang tebu 2-3 kg dengan tinggi batang 3-5 meter. Sudiatso (1999) menyatakan panjang ruas batang tebu sangat dipengaruhi oleh faktor luar antara lain iklim, kesuburan tanah, keadaan air, dan penyakit. Selain ukuran ruas, James (2004) menambahkan setiap ruas mengandung kayu dan kulit berlilin (epidermis). Kulit berlilin mengelilingi jaringan yang lebih lunak (parenkim) dan disekat oleh fiber (berkas vaskular). Lapisan lilin menghindarkan dari kehilangan air akibat evaporasi batang. Kulit yang berserat memberikan kekuatan dan kekakuan.



Gambar 3. Morfologi batang dan daun tebu
 Sumber :Anonymous^b, 2012

Daun

Daun tanaman tebu adalah daun tidak lengkap, karena terdiri dari helaian 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.

Pucuk Tebu dan Bunga Tebu

Pucuk tebu terdiri dari beberapa daun tebu, untuk satu pucuk tebu terdiri dari 3 sampai 4 helaian daun. Sedangkan bunga tebu terjadi pada perubahan dari fase vegetatif ke fase reproduktif. 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, 2005).



Gambar 4. Pucuk dan bunga tebu
Sumber: James, 2004

2.1.3 Ekologi Tanaman Tebu

Tanaman tebu dapat tumbuh di daerah beriklim panas dan sedang dengan daerah penyebaran antara 35°LS dan 39°LU. Namun umumnya tanaman tebu tumbuh baik di daerah beriklim tropis. Tebu memerlukan suhu tertentu, yaitu 22-27°C dengan kelembaban nisbi 65-85 % untuk menghasilkan sukrosa yang tinggi. Di daerah subtropik yang bersuhu rendah, altitude menjadi pembatas kemungkinan pengembangan pengusahaan tebu. Sebagai perbandingan, umur tanaman tebu memerlukan 12 bulan, sedangkan pada ketinggian 2.500 mdpl memerlukan waktu 24 bulan (Sudiatso, 1999).

Pada awal pertumbuhan tanaman, tebu membutuhkan banyak air dan menghendaki keadaan kering menjelang pemasakan. Apabila hujan turun terus-menerus menjelang waktu masak, tanaman tebu akan tumbuh terus dan tidak ada kesempatan untuk masak sehingga rendemennya rendah. Oleh karena itu daerah-daerah beriklim panas yang memiliki perbedaan yang nyata antara musim hujan dan musim kemarau merupakan daerah yang ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu (Notojoewono, 1960).

Penyinaran matahari langsung sangat baik untuk pertumbuhan tanaman tebu. Sinar matahari tidak hanya penting dalam pembentukan gula dan tercapainya

kadar gula yang tinggi pada batang, tetapi juga mempercepat proses pemasakan. Pada lama penyinaran 7-9 jam per hari akan dicapai kandungan sukrosa maksimum (Setyamidjaja dan Azharni, 1992). Menurut Sudiatso (1999), pertumbuhan pada tebu dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kultivar, suhu, intensitas sinar matahari, kelembaban, kesuburan dan keberadaan gulma.

Tebu dapat ditanam pada berbagai tipe tanah, tetapi tanah berat biasanya lebih dikehendaki. Tanaman tebu menghendaki tanah yang mempunyai tekstur tanah sedang pada lapisan permukaan dan sub-soilnya porous agak lebih halus untuk menghindari intensifnya pencucian dan dapat menahan air, sehingga mempermudah pengelolaan dan pertumbuhan tanaman tebu. Tanaman ini membutuhkan banyak nutrisi dan memerlukan tanah subur (Sudiatso, 1999).

Pada tanah yang pH-nya kurang dari 5.5 merugikan perkembangan akar tanaman tebu. Dalam keadaan tersebut, akar rambut yang berfungsi menyerap air dan larutan hara tidak aktif berfungsi. Tanah demikian memerlukan pemberian kapur. Tanah kapur yang cenderung alkalis (pH 8.0-8.5) kurang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman tebu. Kondisi tanah demikian akan menghambat penyerapan hara oleh akar tanaman tebu (Sudiatso, 1999).

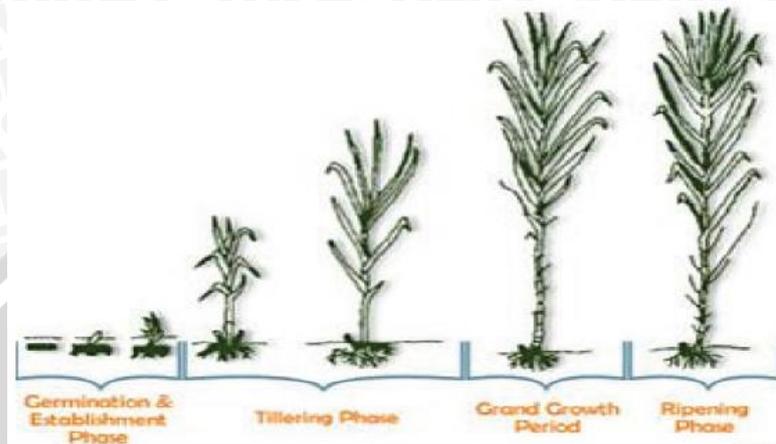
Agar tanaman tebu tumbuh lebih baik, maka kecepatan angin idealnya tidak lebih dari 10 km/jam. Apabila kecepatan angin melebihi 10 km/jam dan disertai hujan lebat maka akan menyebabkan tanaman tebu roboh, sehingga ujung tanaman tebu tumbuh tidak vertikal. Akibatnya sukrosa yang telah terbentuk akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Hal inilah yang menyebabkan turunnya rendemen. Angin kering yang disertai suhu tinggi dapat meningkatkan penguapan air sehingga merugikan tanaman tebu (Soesongko, 1969).

2.1.4 Perkembangan Tanaman Tebu

Kuyper (1952) dalam Wikipedia membedakan empat fase pertumbuhan penting pada tanaman tebu yaitu fase perkecambahan (*germination phase*), fase pembentukan anakan (*tillering formative phase*), fase pertumbuhan utama (*grand growth phase*) dan fase masak dan matang (*maturity and ripening phase*) seperti pada Gambar 5.

Fase perkecambahan (*germination phase*) adalah dari saat tanam sampai terjadinya perkecambahan tunas secara lengkap (Gambar 6a). Pada kondisi

lapang, perkecambahan dimulai pada umur 7-10 hari setelah tanam (HST) dan biasanya berakhir pada 30-35 HST. Suhu optimum untuk muncul tunas adalah 28° - 30°C. Suhu dasar untuk berkecambah adalah sekitar 12°C. Kondisi yang hangat dan lembab menjamin terjadinya perkecambahan yang cepat.



Gambar 5. Fase pertumbuhan tanaman tebu
Sumber: Wikipedia, 2012

Fase pembentukan anakan (*tillering phase*), seperti Gambar 6b, dimulai pada sekitar umur 40 HST dan dapat berakhir hingga 120 HST. Pembentukan anakan menghasilkan tanaman dengan batang yang cukup untuk hasil yang tinggi. Suhu optimum untuk pembentukan anakan adalah 30°C. Suhu dibawah 20°C akan menghambat pembentukan anakan. Anakan yang terbentuk lebih awal akan menghasilkan tebu dengan batang lebih besar dan berat. Anakan yang terbentuk lebih akhir akan mati atau menjadi pendek dan tidak matang. Populasi anakan maksimum tercapai pada sekitar 90-120 HST. Selanjutnya, pada umur antara 150-180 HST paling tidak 40% anakan mati dan mencapai populasi yang stabil (*steady phase*). Dari 6-8 anakan, biasanya 1,5-2 yang menjadi tebu yang dapat dipanen.

Fase pertumbuhan cepat (*grand growth phase*), gambar 7a, dimulai pada 120 HST dan berakhir hingga 270 HST untuk tebu berumur 12 bulan. Selama awal pada periode fase ini terjadi pemantapan jumlah anakan (*fase steady*). Dari seluruh anakan yang dihasilkan, hanya 40-50% yang akan berlangsung hidup hingga umur 150 HST membentuk batang tebu yang dapat digiling (*millable cane*). Pada fase ini terjadi pembentukan dan pemanjangan batang yang dapat menentukan produksi. Pembentukan daun berlangsung terus menerus secara cepat dengan indeks luas daun hingga mencapai 6-7. Pada kondisi yang cocok batang

tumbuh secara cepat, hampir 4-5 ruas perbulan. Irigasi, pemupukan kondisi hangat dan lembab, kondisi matahari cerah akan memacu perpanjangan batang lebih baik. Stres air akan mengurangi panjang ruas. Suhu sekitar 30°C dengan kelembaban sekitar 80% sangat kondusif untuk pertumbuhan yang baik.



Gambar 6. Fase awal pertumbuhan tanaman tebu.
(a) fase perkecambahan, (b) fase pembentukan anakan
Sumber: Wikipedia, 2012



Gambar 7. Fase pertumbuhan utama tanaman tebu.
(a) fase pertumbuhan cepat, (b) fase pemasakan dan pematangan
Sumber: Wikipedia, 2012

Fase pemasakan dan pematangan (*ripening and maturity phase*), seperti Gambar 7b, untuk tebu berumur 12 bulan akan berlangsung dari 270 HST sampai 360 HST. Pembentukan dan akumulasi gula secara cepat terjadi pada fase ini, sebaliknya pertumbuhan vegetatif berkurang. Saat mencapai masak, gula-gula sederhana (monosakarida seperti fruktosa dan glukosa) dikonversi ke dalam gula tebu (sukrosa, disakarida). Tebu masak dimulai dari batang bagian bawah ke atas sehingga batang bagian bawah mengandung kadar gula lebih tinggi dari bagian atas.

2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tebu

Pada pertumbuhan tanaman tebu ada tujuh faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya yaitu jenis tebu, umur tebu, air, pupuk, suhu, cahaya matahari dan angin.

a. Jenis Tebu

Pada jenis tebu yang cepat masak (umur pendek), maka penyelesaian masa pertumbuhannya dilakukan dalam waktu yang relatif lebih singkat dari pada jenis tebu tengahan. Demikian pula sebaliknya akan terjadi pada jenis tebu yang lambat masak (umur panjang), (Kuntohartono, 1999).

b. Umur Tebu

Umur tanaman tebu memegang peranan penting dalam pertumbuhannya. Pengaruh umur tebu ini juga diproyeksikan dalam bentuk penurunan yang amat mencolok dari kemampuan-kemampuan tanaman untuk menanggulangi faktor-faktor luar. Respon dari tanaman tebu terhadap pupuk, pengairan dan lain sebagainya lebih besar dari pada pertengahan pertama dari masa pertumbuhannya (dari awal sampai dengan titik maksimum pertumbuhan periodik) dibanding pertengahan keduanya. Demikian pula kemampuan tanaman terhadap faktor iklim seperti suhu dan cahaya matahari (Kuntohartono, 1999).

c. Air

Air dibutuhkan untuk bermacam-macam fungsi tanaman, antara lain sebagai zat pelarut dan medium untuk reaksi kimia, sebagai medium untuk transport zat terlarut organik dan anorganik, sebagai medium yang memberikan turgor pada sel tanaman dimana turgor mempercepat pembesaran sel struktur tanaman, sebagai hidrasi dan netralisasi muatan pada molekul- molekul koloid. Sebagai bahan baku untuk fotosintesis, proses hidrolisis dan reaksi-reaksi kimia lain dalam tumbuhan, dan sebagai evaporasi air (transpirasi) untuk mendinginkan permukaan tanaman (Gardner dan Mitchell, 1991).

Tanaman tebu sebagian besar batangnya terdiri dari air, hal ini menunjukkan bahwa tanaman tebu mempunyai kebutuhan air yang cukup besar. kebutuhan air tertinggi diperlukan pada fase vegetatif atau fase pemanjangan batang yang merupakan fase inti pada budidaya tanaman tebu.

d. Pupuk

Pertumbuhan tanaman tebu lebih awal dipengaruhi oleh tingkat pemberian pupuk. Hara yang sangat nyata berpengaruh adalah nitrogen. Penambahan pupuk nitrogen pada tebu akan membuat warna daun tebu dari hijau tua menjadi biru kehijau-hijauan. Kandungan klorofil juga meningkat dengan kenaikan pemupukan nitrogen. Pemupukan nitrogen memperlebar helaian daun tebu dan mempercepat munculnya daun-daun baru, dengan pupuk nitrogen bobot tajuk tebu meningkat (Kuntohartono, 1999).

e. Suhu

Suhu sangat berpengaruh pada fase pembentukan anakan. Suhu optimum untuk pembentukan anakan adalah 30°C. Suhu dibawah 20°C akan menghambat pembentukan anakan. Anakan yang terbentuk lebih awal akan menghasilkan tebu dengan batang lebih besar dan berat. Anakan yang terbentuk lebih akhir akan mati atau menjadi pendek dan tidak matang (Kuntohartono, 1999).

f. Cahaya Matahari

Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap pertumbuhan tanaman tebu ternyata sangat kompleks. Dalam keadaan cahaya matahari penuh, batang tebu menjadi besar tetapi lebih pendek ruasnya, daunnya lebih luas dan lebih hijau. Pada tanaman yang tumbuh di bawah kekurangan cahaya matahari mempunyai bentuk batang dengan ruas yang kecil dan panjang, daun yang tipis dan sempit dengan warna agak kekuningan (Kuntohartono, 1999).

g. Angin

Pengaruh langsung dari angin akan mengakibatkan tebu menderita kerusakan mekanis dan secara tidak langsung merugikan dalam proses transpirasi, kelembapan tanah, kelembapan udara dan lain sebagainya. Kerusakan mekanis akan terjadi apabila angin mencapai tingkat topan atau angin ribut. Selain kerusakan mekanis, tebu akan menghasilkan rendemen yang rendah karena faktor kerobohan (Kuntohartono, 1999).

2.3 Pemuliaan Tebu Di Indonesia

Pemuliaan tanaman merupakan suatu kegiatan yang merubah susunan genetik tanaman secara tetap sehingga memiliki sifat atau penampilan sesuai tujuan yang diinginkan pelakunya. Kegiatan pemuliaan tanaman terdiri atas

serangkaian kegiatan yang berkesinambungan diawali dengan melakukan koleksi berbagai genotip tanaman sebagai sumber plasma nutfah, dilanjutkan dengan identifikasi dan karakterisasi plasma nutfah, selanjutnya dilakukan proses seleksi serta pengujian dan evaluasi, terakhir dilakukan pelepasan varietas, distribusi dan komersialisasi varietas (Phoelman, 1995).

Pemuliaan tanaman tebu bertujuan untuk menghasilkan varietas baru yang sesuai dengan kebutuhan seperti mempunyai rendemen tinggi, tahan serangan hama dan penyakit serta tahan kekeringan maupun genangan. Varietas yang mempunyai sifat yang lebih unggul dari varietas standar lazimnya disebut dengan varietas unggul. Menurut Barnes (1974), tujuan dari pemuliaan tanaman tebu adalah sebagai berikut: 1. Hasil tebu yang dipanen per satuan luas tinggi, 2. Kandungan sukrosa yang tinggi, 3. Kandungan serat yang lebih rendah untuk mempermudah penggilingan, 4. Mempunyai kemampuan ratoon yang baik, dan juga, 5. Resisten terhadap hama dan penyakit utama.

Pemuliaan tanaman tebu di Indonesia pertama kali diawali oleh peneliti asal Belanda di Proofstasiun Oost Java, Pasuruan yang sekarang bernama Pusat penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) pada awal tahun 1900-an dan menghasilkan tanaman tebu tahan penyakit sereh. Jenis tebu ajaib ini dihasilkan dengan menggunakan metode persilangan antar spesies (yang dikenal dengan proses Nobelisasi) antara klon Kassoer dari spesies liar (*S. Spontanium* L.) dengan klon tebu asli Indonesia yaitu Banjarmasin Hitam (*S. officinarum*). Program nobelisasi tersebut ditujukan untuk mengatasi penyakit sereh yang mengancam industri gula pada saat itu (Widyasari, 2012).

Erianthus merupakan jenis tebu dari genus primitif dari kelompok *Saccharum*. *Erianthus* mulai mendapat perhatian oleh para pemulia tebu dunia karena memiliki sifat unggul yang tidak dimiliki oleh tebu komersil seperti vigor, pertumbuhan cepat, tegak tinggi, jumlah batang yang rapat, biomassa yang tinggi, tahan kepras, tahan cekaman kekeringan dan genangan, dan tahan penyakit. Saat ini P3GI telah mencoba melakukan persilangan antar genus antara *Saccharum* dengan *Erianthus* dan menghasilkan beberapa jenis tebu harapan baru. Pada umumnya persilangan antar genus *Saccharum* dan *Erianthus* di kembangkan untuk meningkatkan produksi biomassa dengan tetap mempertahankan kadar

sukrosa sehingga hasil gula per unit area dapat meningkat, serta tahanan cekaman lingkungan seperti kekeringan dan serangan penyakit (Krishnamurthi *et al*, 2006).

2.4 Proses Menghasilkan Tebu Jenis Baru

Persilangan merupakan awal dari menghasilkan keragaman jenis baru dalam perbaikan pemuliaan tanaman tebu. Dengan keragaman jenis yang besar, lebih dimungkinkan untuk dipilih varietas unggul baru yang lebih menguntungkan dari jenis-jenis yang sudah ada.

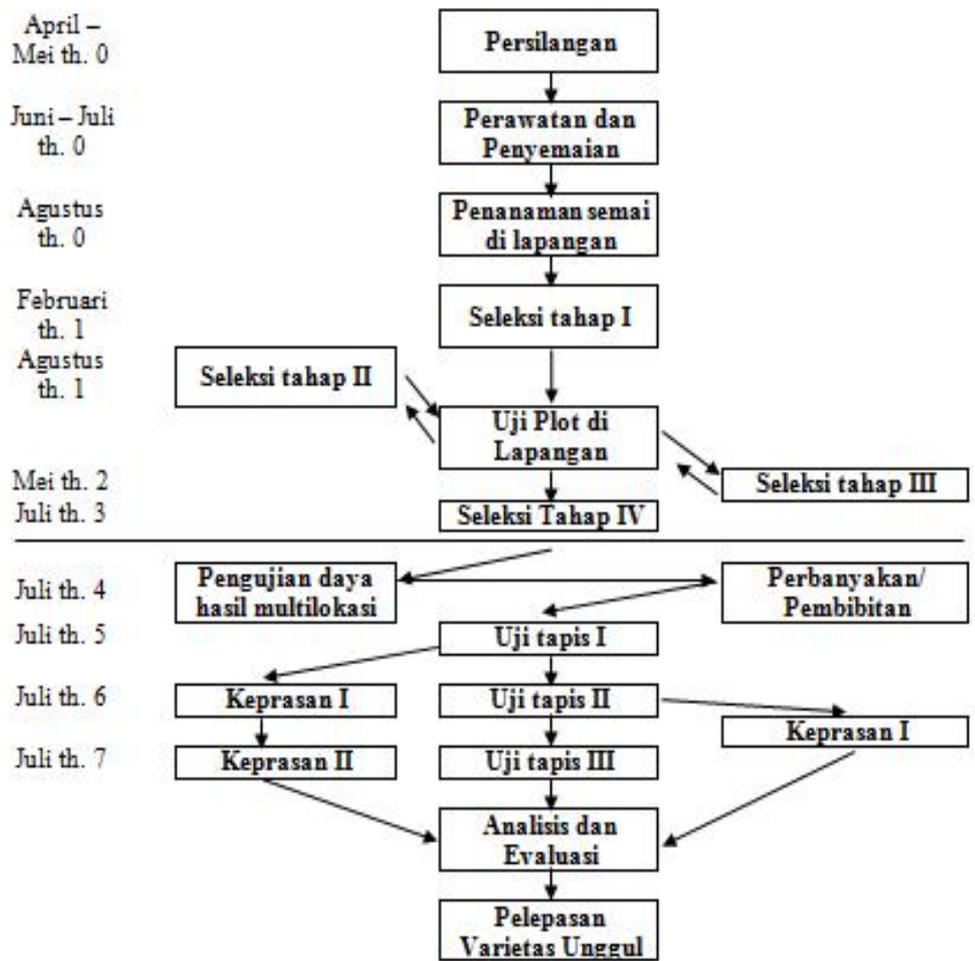
Teknik persilangan tebu di Indonesia dikenal ada dua macam cara yaitu sistem jawa dan sistem cangkakan. Persilangan sistem Jawa dilakukan langsung di kebun persilangan. Persilangan dilakukan dengan memotong dua tanaman jantan yang telah siap menyerbuk, batang dimasukkan ke dalam tabung bambu yang berisi larutan 15% SO₂ dan 8,5% H₃PO₄, bunga diapitkan pada satu bunga betina dikebun dengan memberi ander-ander bambu untuk menempatkan tanaman jantan. Posisi bunga jantan sedikit lebih atas dari pada bunga betina. Setelah selesai melakukan penyerbukan, bunga betina dikerudung dengan kelambu untuk mencegah serangan burung dan rontoknya biji dapat langsung ditampung.

Persilangan sistem cangkok dilaksanakan dengan mencangkok batang-batang yang akan disilangkan pada fase bunting. Setelah bunga mekar, cangkakan dipotong dan dibawa untuk perawatannya ke dalam bangsal persilangan. Bunga-bunga yang telah siap dikawin pada persilangan dengan mengapitkan dua bunga jantan di antara satu bunga betina. Pengerudungan bunga dilakukan sejak penyerbukan sampai dengan biji-biji rontok.

Biji yang dihasilkan selanjutnya dilakukan perawatan dan penyemaian. Penyemaian dilakukan dalam kotak-kotak semai yang berisi campuran tanah, pasir, dan pupuk kandang yang telah disterilkan. Umur ±6 minggu kemudian dilakukan pemindahan dalam pot-pot kecil dan ±6 minggu berikutnya dilakukan penanaman di kebun seleksi.

Seleksi dilakukan dalam empat tahap. Tahap I dan tahap II dilakukan pada tanaman umur ±6 bulan dengan kriteria utama adalah bobot tebu hipotetix dan Kg brix yang tinggi di atas varietas standart. Selain itu ketahanan terhadap hama penggerek batang dan pucuk serta penyakit mozaik juga digunakan sebagai kadar seleksi. Seleksi tahap III dilakukan pada umur tebu ±9 bulan terhadap bobot tebu

hipotetis, Kg brix dan gejala pembungaan. Seleksi IV kemudian dilakukan pengujian daya hasil di berbagai lokasi.



Gambar 8. Skema Seleksi Pemuliaan Tanaman Tebu di Indonesia
Sumber : BP3G,1985

Pengujian multilokasi ini dilakukan dalam 3 tahap yaitu uji tapis I, II dan III : kriteria seleksi lebih ditekankan pada kemampuan adaptasi varietas dengan memberikan bobot tebu, rendemen dan kristal gula serta sifat-sifat khusus yang dikehendaki. Selain itu kemampuan keprasan untuk tumbuh dan menghasilkan kembali dengan hasil yang menguntungkan juga dilihat. Dari analisis dan evaluasi data hasil uji tapis dan kemampuan kepras, ditentukan suatu varietas unggul. Varietas unggul ini diusulkan kepada Menteri Pertanian untuk dilepas sebagai varietas unggul baru yang bisa dikembangkan oleh petani secara komersial (BP3G, 1985).

2.5 Interaksi Genotipe x Lingkungan

Usaha pengembangan varietas unggul suatu tanaman ditentukan oleh banyak faktor antara lain faktor genetik, faktor lingkungan dan faktor interaksi genetik dan lingkungan. Lingkungan (E) adalah segala sesuatu yang berada di luar genotipe, yang dapat berupa lingkungan makro yaitu lokasi, musim/tahun ($G \times E$) dan lingkungan mikro yaitu lingkungan di sekeliling tanaman yang meliputi cekaman abiotik (terutama faktor edafik), cekaman biotik (OPT: hama, penyakit, gulma), kondisi filosfer (suhu, RH, sinar matahari), dan kompetisi antar tanaman. Penampilan tanaman atau yang umum disebut sebagai fenotipe (P), pada dasarnya dipengaruhi oleh faktor genetik (G) dan lingkungan (E). Namun selain itu terdapat faktor lain yang turut mempengaruhi penampilan tanaman di lapangan, yaitu interaksi genetik dengan lingkungan ($G \times E$) (Khusmatul, 2011). Kesesuaian faktor genetik dan lingkungan merupakan faktor penentu dalam peningkatan produksi tanaman.

Keanekaragaman lingkungan tumbuh pengujian dapat menimbulkan interaksi antar pengaruh genotipe dengan lingkungan (interaksi $G \times E$), sehingga penampilan fenotipe dari suatu genotipe akan bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Interaksi genotipe lingkungan sangat penting dalam melakukan seleksi tanaman dan membuat rekomendasi tentang genotipe yang akan di anjurkan. Menurut Kasno *et al.* (2007) penampilan suatu genotip pada lingkungan yang berbeda dapat berbeda pula, sehingga interaksi genotip dan lingkungan merupakan faktor yang penting dipelajari di pemuliaan tanaman. Studi interaksi genotip dengan lingkungan dapat dipergunakan untuk mengukur stabilitas suatu genotip, karena stabilitas suatu karakter pada suatu kisaran lingkungan tergantung dari besarnya interaksi genotip dengan lingkungan. Djaelani *et al.* (2001), menyatakan bahwa interaksi genotip x lingkungan dapat digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan adaptabilitas suatu genotip, karena nilai stabilitas dan adaptabilitas pada kisaran lingkungan tertentu tergantung dari besarnya interaksi genotip lingkungan. Interaksi genotipe terjadi bila beberapa genotipe akan berubah dengan terjadinya perubahan lingkungan, stabilitas dan adaptabilitas merupakan kemampuan tanaman untuk dapat hidup dan berkembang pada lingkungan yang bervariasi. Menurut Ambarwati dan Yudono (2003) bahwa suatu

genotipe dapat stabil apabila galur tersebut mampu membentuk sejumlah genotip yang dapat beradaptasi di lingkungan yang berbeda dan individu-individu galur dapat berperan dengan baik sebagai penyangga. Oleh sebab itu, populasi yang bersangkutan dapat beradaptasi baik pada kisaran lingkungan yang luas.

Genotipe yang menghasilkan nilai tinggi pada suatu lingkungan belum tentu juga dapat menghasilkan nilai yang sama tinggi pada lingkungan yang berbeda (Weber dan Wricke, 1990). Menurut Suwanto (2010) berdasarkan hasil analisis varian gabungan dapat diketahui ada tidaknya pengaruh interaksi genotip dan lingkungan. Apabila tidak terdapat interaksi genotip lingkungan maka pemilihan genotip-genotip ideal dapat dengan mudah ditentukan yaitu dengan memilih genotip-genotip yang memiliki rerata hasil yang tinggi. Sedangkan apabila terdapat interaksi genotip lingkungan maka pemilihan genotip-genotip ideal sulit dilakukan karena hasil tertinggi suatu genotip pada suatu lingkungan tertentu belum tentu akan memberikan hasil yang tinggi pula pada lingkungan yang lain.

Berdasarkan respon terhadap lingkungan, genotip tanaman dapat dikelompokkan menjadi dua bagian. Pertama adalah kelompok yang menunjukkan kemampuan beradaptasi pada lingkungan yang luas, berarti interaksi genotip x lingkungan kecil. Kelompok kedua yaitu kelompok yang berkemampuan untuk beradaptasi sempit. Mempunyai keragaan baik pada suatu lingkungan dan berperagaan buruk pada lingkungan yang berbeda, diartikan interaksi genotipe lingkungannya besar (Sumartono *et al.*, 1992).

Finlay dan Wilkinson (1963) dapat membuat suatu model penilaian adaptabilitas genotip yang didasarkan pada penilaian koefisien regresi (b_i) dan rata-rata hasilnya. Genotip dengan nilai koefisien regresi (b_i) < 1 berarti genotip memiliki stabilitas di atas rata-rata, genotip beradaptasi khusus di lingkungan yang produktivitasnya rendah dan kurang peka terhadap perubahan lingkungan, artinya dengan adanya perubahan lingkungan, genotip hanya memberikan sedikit perubahan terhadap hasil. Nilai $b_i > 1$ artinya genotip memiliki stabilitas di bawah rata-rata dan beradaptasi khusus di lingkungan yang produktivitasnya tinggi, sedangkan nilai $b_i = 1$ dan genotip memiliki stabilitas hasil rata-rata. Jika suatu genotip memiliki stabilitas rata-rata dan hasil rata-ratanya lebih tinggi dari rata-

rata umum, maka genotip tersebut memiliki adaptasi umum. Jika hasil rata-ratanya lebih rendah dari rata-rata umum, maka genotip tersebut memiliki adaptasi yang buruk di semua lingkungan.

2.6 Genomik tanaman tebu

Tanaman tebu yang dibudidayakan sekarang merupakan hasil persilangan spesies yang berbeda dalam genus *Saccharum*. Jumlah spesies yang dikenal dalam genus *Saccharum* tergantung pada kriteria yang digunakan untuk klasifikasi. Secara umum, terdapat 6 spesies dalam genus *Saccharum*, yaitu *Saccharum officinarum*, *Saccharum sinense*, *Saccharum barberi*, *Saccharum spontaneum*, dan *Saccharum robustum* (Setyamidjaja dan Azharni, 1992).

Daniel & Roach (1987) dalam Widyasari (2012), mengungkapkan tanaman tebu (*Saccharum* hybrid) dianggap sebagai hasil introgresi kompleks secara alami (penyusunan gen secara terus menerus melalui persilangan) sehingga mempunyai jumlah set kromosom lebih dari dua set kromosom atau poliploid. Jumlah set kromosom pada spesies *Saccharum* berbeda-beda. Pada spesies *Saccharum officinarum*, jumlah kromosom yang dimiliki adalah $2n=80$ dengan jumlah kromosom dasar (x)=10 ($2n=80$ dengan 8 set kromosom lengkap $2n=8x=80$ (oktaploid). Menurut Sreenivasan *et al.* (1987) dalam Widyasari (2012), *Saccharum* hybrid adalah tanaman dari hasil intrgresi kompleks dianggap sebagai Autopoliploid dan Allopoliploidi. Poliploid pada tanaman dibedakan menjadi dua yaitu: tanaman Autopoliploid yaitu apabila genom yang sama mengalami kelipatan dan Allopoliploid yaitu apabila genom-genom berbeda berkumpul melalui hibridisasi (Wayan, 2012). Karakteristik struktur gen dari spesies hasil Allopoliploid yaitu ada satu genom tetua dan satu atau dua genom dari tetua lain yang berasal dari hibridisasi. Adanya genotip berbeda yang berasal dari genom berbeda menyebabkan terjadi pertukaran material genetik dan membentuk genom campuran (genom kompleks).

Jumlah set kromosom pada *Saccharum* hybrid tinggi, hal ini diakibatkan oleh proses diploidisasi. Ditemukan besarnya variabilitas genetik potensial pada poliploidi sejalan dengan penambahan jumlah gen yang menghasilkan genotip-genotip baru. Genotip ini menampilkan adaptasi poliploidi lebih luas dan cocok pada habitat yang baru (Sareen *et al.*, 1992). Diantara berbagai efek poliploidi ada

empat arti dalam bidang pertanian, yaitu : (1) setiap perubahan pada jumlah kromosom akan merubah segregasi genetik, (2) setiap penambahan jumlah kromosom akan memberikan suatu efek penutup yang mengurangi gen-gen resesif yang merugikan, (3) penambahan jumlah kromosom hampir selalu sering menunjukkan keunggulan sifat, (4) sterilitas pada gamet dan penurunan daya perkembangbiakan merupakan akibat dari poliploidi (Brewbaker, 1983).

