

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Informasi Umum Tanaman Tebu

2.1.1 Morfologi tanaman tebu

Tanaman tebu menurut ilmu tumbuh-tumbuhan termasuk famili rumput (graminae) dan golongan saccharae atau saccharum. Termasuk dalam famili rumput adalah tanaman bambu, padi, jagung, rumput benggala, rumput gerinting, dan sebagainya. Saccharum terbagi dalam 2 kelompok yaitu saccharum spontaneum (glagah) dan saccharum officinarum (tebu) (PTP Nusantara VII [Persero], 1997).

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman perkebunan semusim yang dipanen satu kali dalam satu kali siklus hidupnya. Tanaman ini ditanam besar-besaran secara monokultur di Indonesia. Klasifikasi botani tanaman tebu adalah sebagai berikut :

Divisi : *Spermatophyta*
Sub divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledonae*
Famili : *Poaceae*
Genus : *Saccharum*
Spesies : *Saccharum officinarum* L.

Tebu merupakan tanaman berbiji tunggal yang batangnya selama pertumbuhan hampir tidak bertambah besarnya. Tinggi tanaman tebu bila tumbuh dengan baik dapat mencapai 3—5 meter. Namun bila pertumbuhannya jelek tingginya kurang dari 2 meter (PTP Nusantara VII [Persero], 1997).

Batang tebu berbentuk bulat memanjang dengan ukuran diameter berkisar 1,5—3 cm, panjang berkisar 2—3,5 m dan berat segar batang 0,8—2 kg. Bagian batang luar berkulit keras sedangkan bagian dalam relatif lebih lunak dan mengandung nira (air gula). Batang tebu terdiri dari susunan ruas-ruas, antara ruas satu dengan ruas berikutnya dihubungkan oleh buku ruas. Pada setiap buku ruas terdapat satu mata tunas dan sejumlah primordia akar yang berperan penting dalam perkembangbiakan tanaman tebu. Tebu tumbuh membentuk rumpun yang terdiri dari 3—5 batang per rumpun (Riyanto, 1999).

Akar tanaman tebu tumbuh dan berkembang di bawah permukaan tanah yang tidak dapat dimonitor perkembangannya setiap saat karena tertutup oleh lapisan tanah dan tidak dapat dilihat tanpa menggali tanah. Sistem perakaran tebu adalah akar serabut. Perakaran tebu terdiri dari dua jenis akar, yaitu akar stek dan akar tunas. Akar stek tumbuh dari primordia akar yang terdapat pada stek batang yang ditanam. Akar stek disebut juga akar bibit yang masa hidupnya tidak lama sedangkan akar tunas merupakan pengganti akar bibit, tumbuh dari primordia akar yang terdapat pada buku ruas pada pangkal batang dari tunas.

Pertumbuhan dan perkembangan akar dipengaruhi oleh lingkungan media tumbuh akar secara fisik, kimia, dan biologi yang bersifat heterogen sesuai dengan kondisi tanah tempat tumbuhnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan

perkembangan akar antara lain: 1) kekerasan, aerasi, dan kelengasan tanah, 2) hama dan penyakit yang menyerang, 3) kedalaman tanam dan permukaan air tanah (Riyanto, 1999).

Tanaman tebu memiliki akar serabut yang keluar dari pangkal batang serta tidak banyak bercabang dan hampir lurus. Pada tanah yang subur dan gembur, akar tebu menjalar 1—2 meter tetapi sebaliknya akar tumbuh pendek pada tanah yang kurus atau keras. Ujung setiap akar ditutup dengan tudung akar (*calytra*) dan berjarak beberapa mm dari tudung akar terdapat bulu-bulu halus yang disebut bulu akar (*harwortels*). Adanya bulu-bulu akar ini menandakan akar tumbuh dengan baik. Akar baru yang terbentuk berwarna putih, setelah tua berubah warna menjadi kecoklatan dan mempunyai banyak cabang (PTP Nusantara VII [Persero], 1997).

Daun tebu berpangkal pada buku daun dan duduk pada batang secara berseling. Daun tebu tumbuh melekat pada ruas batang tebu, setiap ruas hanya tumbuh satu daun. Daun tebu merupakan daun tunggal yang terdiri dari pelepah dan helaian daun tidak memiliki tangkai daun. Panjang helaian daun umumnya lebih dari 1 m dengan lebar 3—5 cm. Pelepah daun membungkus batang waktu tanaman masih muda, setelah tua akan gugur atau lepas batang.

Pelepah daun tebu seringkali digunakan untuk mencirikan antara varietas yang satu dengan yang lain, terutama dilihat dari adanya perbedaan pada bentuk telinga dalam dan bulu bidang punggung pada pelepah. Pelepah daun sebagai sistem pertahanan berperan melindungi mata tunas ketika masih muda agar terhindar dari kerusakan mekanis (Riyanto, 1999).

2.1.2 Fase pertumbuhan tanaman tebu

Tanaman tebu memiliki beberapa fase pertumbuhan mulai dari fase perkecambahan hingga pemasakan tebu. Fase tersebut terdiri atas:

a. Fase perkecambahan

Pada minggu pertama mata tunas akan membentuk taji dan tunas mulai keluar, tinggi taji akan makin banyak dan mencapai 12 cm pada minggu kedua. Pada minggu ketiga daun akan terbuka dengan tinggi tunas 20—25 cm. Pada minggu keempat akan terbentuk 4 helai daun dengan tinggi ± 50 cm, akar tunas dan anakan akan keluar pada minggu kelima. Kondisi tersebut berlangsung bila cukup air, udara, dan sinar matahari.

b. Fase pertumbuhan anakan

Tebu beranak mulai umur 5 minggu sampai dengan 3,5 bulan, tergantung varietas dan lingkungan tumbuh. Jumlah anakan tertinggi terjadi pada umur 3—5 bulan dan setelah itu turun atau mati sebanyak 40—50% akibat terjadinya persaingan sinar matahari, air dan sebagainya.

c. Fase pemanjangan batang

Pemanjangan batang terjadi pada umur 3—9 bulan. Kecepatan pembentukan ruas adalah 3—4 ruas/bulan. Pemanjangan batang tanaman tebu akan melambat pada saat umur tanaman semakin tua.

d. Fase pemasakan

Fase pemasakan adalah fase antara pertumbuhan memanjang dan tebu mati. Pemasakan tebu terjadi pada saat metabolisme berkurang dan terjadi pengisian gula pada ruas-ruas tebu. Fase kemasakan pada tanaman keprasan (*ratoon*) terjadi lebih awal dibandingkan tanaman baru (*plant cane*). Fase kemasakan

dipengaruhi oleh varietas, cara budidaya (terutama pupuk N dan P) serta kondisi lingkungan seperti suhu, matahari serta air (PTP Nusantara VII [Persero], 1997).

2.1.3 Kesesuaian lahan tanaman tebu

Tanaman tebu tumbuh dan berproduksi dengan baik pada kondisi sebagai berikut :

a. Topografi

Tanaman tebu tumbuh di daerah tropika dan subtropika sekitar khatulistiwa sampai batas garis isotherm 20°C yaitu antara 19° LU dan 35° LS. Lahan yang baik untuk tebu mempunyai kemiringan 0 - 8% dengan bentuk lahan datar sampai bergelombang lemah. Kondisi lahan optimum dengan kemiringan 0 - 2%.

b. Tanah

Tanaman tebu menghendaki tanah yang tidak terlalu kering dan juga tidak terlalu basah. Kesesuaian pH tanah antara 6,0—7,0 dan bila $\text{pH} > 7,5$, maka produksi tebu akan terus menurun akibat mengalami kekurangan P (mengendap).

c. Iklim

Curah hujan. Tanaman tebu membutuhkan air yang cukup (3,0—5,0 mm/hari) pada fase pertumbuhan vegetatif, sedangkan pada fase pemasakan memerlukan kondisi kering dengan curah hujan kurang dari 100 mm.

Penyinaran. Radiasi matahari 70—80% dapat memberikan hasil yang cukup baik bagi tanaman tebu.

Angin. Kecepatan angin yang baik untuk tanaman tebu adalah 10 km/jam, angin yang terlalu besar akan menyebabkan robohnya tanaman tebu.

Suhu. Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman tebu adalah 24—30°C dengan beda suhu siang dan malam $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Kelembaban. Kelembaban yang tinggi akan mempengaruhi proses fotosintesis tanaman tebu, kelembaban 45—65% akan mempengaruhi kemasakan tebu (PTP Nusantara VII [Persero], 1997).

2.2 Persaingan Gulma dengan Tanaman Tebu

Gulma merupakan tumbuhan pengganggu yang dapat menimbulkan banyak kerugian bagi perkebunan. Menurut Sukman dan Yakup (1995), persaingan antara gulma dengan tanaman pokok pada awal pertumbuhan dapat menurunkan kuantitas hasil, sedangkan persaingan gulma dengan tanaman pokok menjelang panen akan berpengaruh besar terhadap kualitas hasil.

Semua tumbuhan termasuk gulma mempunyai keperluan hidup yang hampir serupa. Tumbuhan memerlukan sinar matahari, air, unsur hara, dan ruangan sebagai tempat tumbuh. Dengan adanya kesamaan kebutuhan tersebut, dalam keadaan tertentu akan terjadi suatu persaingan untuk mendapatkan hidup antara tanaman budidaya dengan gulma (Tjitrosoedirjo dkk., 1984).

Dalam tanah yang kaya akan nutrisi, kehilangan hasil akibat adanya gulma cukup tinggi, gulma juga membutuhkan nutrisi dalam jumlah banyak, dan penyerapan pupuk jika ada akan lebih cepat. Kemampuan bersaing suatu tanaman tergantung kepada kemampuan tanaman mengasimilasi CO_2 , dan menggunakan fotosintat

untuk memperluas daun – daunnya atau meningkatkan ukurannya. Pada tanaman efisien (tanaman C₄) dapat menjadi lebih kompetitif bila intensitas cahaya meningkat (Moenandir, 1993).

Dalam siklus hidupnya gulma berkompetisi dengan tanaman untuk menyerap unsur hara. Gulma menyerap lebih banyak unsur hara dibandingkan tanaman. Gulma banyak membutuhkan air dalam siklus hidupnya. Air diserap dari dalam tanah kemudian sebagian besar ditranspirasikan, dan hanya sekitar satu persen saja yang dipakai untuk proses fotosintesis. Kebutuhan air pada gulma cukup besar, kebutuhannya hampir dua kali kebutuhan tanaman. Persaingan memperubutkan air terutama terjadi pada lahan kering atau tegalan (Sukman dan Yakup, 1995).

Masa kritis(kondisi dimana tanaman rentan terhadap gangguan gulma) pertumbuhan tanaman tebu terhadap gangguan gulma dimulai sejak fase perkecambahan sampai dengan fase pembentukan anakan. Sejak mulai tanam sampai dengan tanaman berumur 4 bulan harus diusahakan bebas dari gangguan gulma (Riyanto, 2006).

Resistensi tumbuhan pada herbisida merupakan daya tahan tubuh tumbuhan untuk melawan daya meracun suatu herbisida yang tergantung pada tingkat perkembangan tumbuhan, dosis, formulasi, serta penempatan herbisida. Selektifitas herbisida merupakan daya bunuh suatu herbisida pada salah satu jenis tumbuhan dan relatif tidak merusak tumbuhan lain. Daya bunuh tersebut dipengaruhi oleh jenis tanaman, herbisida, lingkungan, dan cara pengaplikasian herbisida (Moenandir, 1990).

Keberadaan gulma pada lahan pertanaman tebu akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tebu, baik untuk jumlah tunas tebu yang dihasilkan maupun untuk produksi yang dihasilkan (bobot tebu per hektar) (Tjitrosoedirjo, dkk., 1984).

Menurut Riyanto (2006), tebu tertinggal (*cane wastage*) di kebun pada kebun yang relatif bersih sekitar 1,21 ton/ha dan kotoran (*trash*) yang terbawa ke pabrik berkisar 4,72 %, sedangkan pada kebun yang banyak terdapat gulma *cane wastage* akibat gulma merambat mencapai 1,91 ton/ha dengan *trash* mencapai 8,39 %.

Menurut Kuntohartono (1991), kerugian yang ditimbulkan oleh gulma pada tanaman tebu yaitu dapat menurunkan bobot tebu sebesar 6 – 9 %, penurunan rendemen 0,09 %, dan hablur mencapai 10 %.

2.3 Teknik Pengendalian Gulma

Adanya persaingan gulma dengan tanaman utama pada perkebunan tebu akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut, sebab gulma dapat menurunkan produktivitas tanaman tebu karena menjadi pesaing dalam hal pemanfaatan air, udara dan sinar matahari yang sangat diperlukan. Dengan semakin banyaknya gulma yang tumbuh di areal perkebunan tebu, maka semakin besar pula kerugian yang ditimbulkan akibat keberadaan gulma tersebut.

Tingkat pengaruh yang ditimbulkan gulma terhadap tanaman pokok ditentukan oleh beberapa faktor yang meliputi faktor fisik, biologi, dan kultur teknis. Faktor-faktor tersebut menentukan apakah keseimbangan suatu pertanaman akan bergeser ke arah tanaman pokok atau ke arah gulma. Oleh karena itu dalam setiap upaya pengendalian harus memperhatikan faktor-faktor tersebut (Sukman dan Yakup, 1995 dalam Utomo, 2007).

Penggunaan herbisida untuk mengendalikan gulma di perkebunan menjadi suatu alternatif yang banyak digunakan karena memberikan berbagai keuntungan dalam pemakaiannya. Herbisida mampu menekan biaya produksi pertanian yang dikeluarkan dan dapat mengatasi masalah kekurangan tenaga kerja dalam kegiatan pengendalian gulma (Moenandir, 1993).

Pengendalian gulma pada lahan tebu bertujuan untuk mengurangi tingkat gangguan gulma yang tumbuh pada areal tanaman pokok, menekan pertumbuhan gulma sehingga tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik, dan memudahkan serta memperlancar kegiatan pemeliharaan berikutnya sampai saat tebang (PTP Nusantara VII [Persero], 1997).

Pengendalian gulma sudah dimulai sejak persiapan lahan sebelum penanaman tebu. Persiapan lahan diawali dengan pengolahan tanah menggunakan peralatan bajak dan garu. Tujuan pengolahan tanah selain untuk menyediakan kondisi fisik tanah yang ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman, sekaligus juga merupakan upaya pengendalian gulma secara mekanis. Aplikasi herbisida pratumbuh dilakukan setelah selesai penanaman pada tanaman pertama (*plant cane*) atau setelah aplikasi pupuk pada tanaman keprasan (*ratoon*) (Riyanto, 2006).

Upaya untuk meniadakan atau mengurangi populasi gulma tanpa mengganggu tanaman merupakan dua keuntungan penting yang berkaitan dengan teknik pengendalian gulma secara kimiawi dengan menggunakan herbisida. Herbisida yang dipasarkan sangat beragam baik kondisi fisik, komposisi senyawa yang

terkandung di dalamnya, selektifitas, dan resistensinya. Beberapa jenis herbisida yang diaplikasikan lewat tanah dan sebagian lewat tajuk (Sembodo, 2009).

Vegetasi gulma pada lahan tebu didominasi oleh spesies-spesies gulma yang semusim, baik golongan rumput, teki, dan daun lebar. Dengan mengetahui komposisi spesies suatu gulma di suatu daerah, maka dengan pertimbangan pendekatan agronomis dan pengendalian secara kimiawi, dapat disusun suatu program pengendalian gulma secara rasional dan efektif. Dalam pengendalian secara kimiawi menggunakan herbisida, efektifitasnya ditentukan antara lain oleh (1) macam spesies, kerapatan dan stadia pertumbuhan gulma; (2) macam, cara aplikasi, dan dosis herbisida; serta (3) saat aplikasi (Anonim, 2009b).

2.4 Herbisida Pratumbuh dan Selektif

Herbisida merupakan formulasi suatu senyawa kimia yang mampu menekan atau mematikan pertumbuhan gulma. Herbisida banyak digunakan di perkebunan besar dalam mengatasi permasalahan gulma. Pemakaian herbisida untuk pengendalian gulma sampai dengan saat ini merupakan pilihan yang dirasa paling efisien dibanding cara-cara yang lain dalam pengelolaan perkebunan.

Herbisida (dari bahasa Inggris *herbicide*) adalah senyawa atau material yang disebarkan pada lahan pertanian untuk menekan atau mengendalikan tumbuhan yang menyebabkan penurunan hasil (gulma). Herbisida pra tumbuh (*pre emergence*) diaplikasikan setelah benih tanaman ditanam tetapi belum berkecambah dan gulma pun belum tumbuh. Lahan pertanian biasanya ditanami sejenis atau dua jenis tanaman pertanian. Namun demikian tumbuhan lain juga dapat tumbuh di lahan tersebut. Karena kompetisi dalam mendapatkan hara di

tanah, perolehan cahaya matahari, dan atau keluarnya substansi alelopatik, tumbuhan lain ini tidak diinginkan keberadaannya. Pada umumnya herbisida bekerja dengan mengganggu proses anabolisme (pembentukan molekul besar dari molekul kecil) senyawa penting seperti pati, asam lemak atau asam amino melalui kompetisi dengan senyawa yang normal dalam proses tersebut. Herbisida menjadi kompetitor karena memiliki struktur yang mirip dan menjadi kosubstrat yang dikenali oleh enzim yang menjadi sasarannya. Cara kerja lain adalah dengan mengganggu keseimbangan produksi bahan-bahan kimia yang diperlukan tumbuhan (Wikipedia, 2009a).

Penyemprotan herbisida pratumbuh bertujuan untuk menekan pertumbuhan gulma dan memberikan kesempatan kepada tanaman tebu muda agar dapat tumbuh bebas dari kompetisi gulma sejak awal. Kompetisi sejak awal inilah yang banyak menimbulkan kerugian (Riswanto dan Riyanto, 1997 dalam Rubiyanti, 2001).

Aplikasi herbisida pratumbuh dilakukan pada permukaan tanah sebelum gulma tumbuh. Biasanya sistem olah tanah yang digunakan adalah olah tanah intensif (gulma dikendalikan menggunakan herbisida) atau sempurna. Kondisi tanaman bisa belum ditanam atau sudah ditanam, dan gulma belum tumbuh. Herbisida yang digunakan dikenal juga sebagai herbisida residual. Herbisida yang diaplikasikan akan membentuk lapisan tipis pada permukaan tanah. Akar atau tajuk gulma yang mulai berkecambah akan terkena dan menyerap herbisida tersebut pada saat menembus lapisan herbisida dan akan teracuni. Kelembaban tanah akan membantu herbisida mencapai biji gulma yang berkecambah di bawah permukaan tanah. Oleh karena itu, aplikasi herbisida pratumbuh pada kondisi

kering tidak dianjurkan karena hasil pengendaliannya terhadap gulma kurang baik (Sembodo, 2009).

Menurut Riva (2008), herbisida dapat dibedakan berdasarkan pergerakan herbisida masuk ke dalam tubuh tanaman dengan dua cara kerja, yaitu selektif dan non selektif. Herbisida selektif, diaplikasikan pada berbagai tumbuhan tetapi hanya akan mematikan gulma dan relatif tidak mengganggu tanaman yang dibudidayakan. Sedangkan herbisida non selektif, adalah herbisida yang diaplikasikan lewat tanah atau daun yang dapat mematikan hampir semua jenis tumbuhan.

Pada umumnya herbisida selektif mampu bekerja dengan mengganggu proses anabolisme senyawa penting seperti pati, asam lemak atau asam amino melalui kompetisi dengan senyawa yang normal dalam proses tersebut. Herbisida ini menjadi kompetitor karena memiliki struktur yang mirip dan menjadi kosubstrat yang dikenali oleh enzim yang menjadi sasarannya. Cara kerja lain adalah dengan mengganggu keseimbangan produksi bahan-bahan kimia yang diperlukan tumbuhan (Raditya, 2009).

Herbisida selektif dalam proses kerjanya akan memilih gulma sebagai target utamanya serta mampu membiarkan tanaman utama yang bermanfaat untuk dapat menyelesaikan siklus hidupnya. Herbisida bersifat selektif untuk jenis gulma tertentu dan bekerja dengan mengganggu keseimbangan proses biokimia yang dapat berupa proses fotosintesis serta menghambat enzim yang digunakan untuk reaksi kimia kompleks, yang memungkinkan berjalannya reaksi kimia kompleks

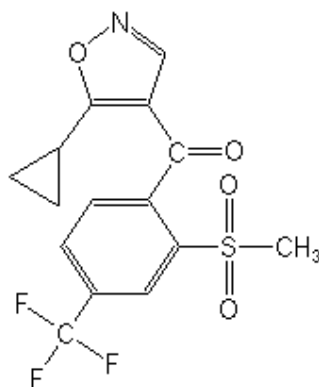
tersebut tanpa adanya enzim yang tidak berfungsi. Enzim tersebut merupakan protein yang bekerja sebagai katalis dalam banyak proses di dalam sel.

Selain terhambatnya reaksi kimia tersebut, terbetuk juga senyawa yang bersifat sangat toksik di dalam gulma, yang mampu akhirnya membunuh gulma tersebut (Roberts, 2008).

2.5 Herbisida Isoksaf lutol

Herbisida isoksaf lutol telah diperkenalkan sejak tahun 1995. Herbisida isoksaf lutol mempunyai berat molekul 359,3. Pada larutan yang mengandung pH 6 maupun dibawah pH 6 isoksaf lutol dapat stabil. Di atas pH 6, akan terjadi pembukaan cincin isoxazol. Herbisida isoksaf lutol digunakan secara pratumbuh dan sebagian besar telah banyak dikembangkan pada budidaya tanaman tebu dan jagung. Isoksaf lutol memiliki nama kimia *5-cyclopropyl-1, 2-oxazol-4-yl a,a,a - trifluoro-2- mesyl-p-tolyl ketone* dengan rumus molekul $C_{15}H_{12}F_3NO_4S$, daya larutnya dalam air $6,2 \text{ mg l}^{-1}$ dan memiliki tekanan uap $1 \times 10^{-6} \text{ Pa}$ ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) (Anonim, 2009c).

Herbisida isoksaf lutol menghambat cara kerja enzim *p-hydroxyphenil pyruvate dioxygenase*. Penghambatan secara tidak langsung adalah dengan menghambat biosintesis karotenoid, dan meningkatkan klorosis daun pada pertumbuhan baru. Cara kerja herbisida isoksaf lutol adalah bersifat sistemik dengan diserap melalui akar atau daun. Herbisida isoksaf lutol selektif dalam mengendalikan gulma daun lebar dan rumput. Herbisida isoksaf lutol mudah tercuci didalam tanah terutama di bawah curah hujan yang tinggi (Tomlin, 1997).



Gambar 1. Struktur molekul isoksaflutol (*5-cyclopropyl-1, 2-oxazol-4-yl α,α,α -trifluoro-2-mesyl-*p*-tolyl ketone*). Rumus molekul isoksaflutol $C_{15}H_{12}F_3NO_4S$.

Herbisida dapat dikelompokkan atau diklasifikasikan menurut masing-masing mekanisme kerjanya. Herbisida isoksaflutol adalah herbisida yang termasuk ke dalam golongan isoksazolidinon, yaitu sebagai penghambat biosintesa karotenoid dan klorofil. Mekanisme kerja herbisida ini adalah dengan menghambat enzim IPP (Isopentenil pirofosfat isomerase) dalam siklus terpenoid awal, sehingga sintesa klorofil, karotenoid, dan GA menjadi terhambat. Golongan ini terutama mengendalikan gulma rumput setahun, juga efektif untuk beberapa gulma daun lebar. Aplikasi isoksazolidinon secara pratumbuh dengan mencampur tanah bertujuan untuk menghindari adanya *drift* (molekul-molekul dari herbisida yang terbawa oleh angin) (Sriyani, 2009).