

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Botani Tanaman Nanas

#### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Nanas



Gambar 1. Tanaman Nanas(Foto koleksi Pribadi)

Klasifikasi tanaman nanas menurut Plantamor yaitu sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)

Kelas : Liliopsida (monokotil)

Bangsa : Farinosae (Bromeliales)

Suku : Bromeliaceae

Marga : *Ananas*

Spesies : *Ananas comosus*

Akar nanas (lihat gambar 2) dapat dibedakan menjadi akar tanah (a) dan akar samping (b), dengan sistem perakaran yang terbatas. Akar-akar melekat pada pangkal batang dan termasuk berakar serabut (monocotyledonae). Kedalaman perakaran pada media tumbuh yang baik tidak lebih dari 50 cm, sedangkan di tanah biasa jarang mencapai kedalaman 30 cm (Murniati, 2006).



Gambar 2. Akar Tanah Tanaman Nanas (a) dan Akar Samping Tanaman Nanas (b) (Foto koleksi Pribadi)

Batang tanaman nanas (gambar 3) berukuran cukup panjang 20-25 cm atau lebih, tebal dengan diameter 2,0 -3,5 cm, beruas-ruas (buku-buku) pendek. Batang sebagai tempat melekat akar, daun, bunga, tunas dan buah, sehingga secara visual batang tersebut tidak nampak karena dikelilinginya tertutup oleh daun. Tangkai bunga atau buah merupakan perpanjangan batang (Hartmann, 1981).



Gambar 3. Batang Tanaman Nanas (Foto koleksi Pribadi)

Daun nanas (lihat gambar 4) panjang, liat dan tidak mempunyai tulang daun utama. Pada tepi daunnya ada yang ditumbuh duri tajam dan ada yang tidak berduri. Tetapi ada pula yang durinya hanya ada di ujung daun. Duri nanas tersusun rapi menuju ke satu arah menghadap ujung daun (Halfacre, 1979).



Gambar 4. Daun Tanaman Nanas (Foto koleksi Pribadi)

Nanas merupakan tanaman yang termasuk kedalam bangsa bromeliales, dimana tanaman ini tergolong sebagai tanaman Crassulacean Acid Metabolism (CAM). Tanaman CAM pada umumnya hidup di daerah kering, mempunyai daun tebal, laju transpirasi rendah, sel-sel daun mempunyai vakuola relatif besar dan lapisan sitoplasma yang tipis. Stomata pada tanaman ini akan membuka pada malam hari dan akan terjadi proses fiksasi  $\text{CO}_2$  yang menghasilkan asam malat. Sedangkan pada siang hari stomata akan tertutup dan akan terjadi daur Calvin yang menghasilkan glukosa (Campbell *et al.*, 2006).

Nanas mempunyai rangkaian bunga majemuk pada ujung batangnya (lihat gambar 5). Bunga bersifat hermaprodit dan berjumlah antara 100-200, masing-masing berkedudukan di ketiak daun pelindung. Jumlah bunga

mekar setiap hari, berjumlah sekitar 5-10 kuntum. Pertumbuhan bunga dimulai dari bagian dasar menuju bagian atas memakan waktu 10-20 hari. Waktu dari menanam sampai terbentuk bunga sekitar 6-16 bulan (Murniati, 2006)



Gambar 5. Bunga Nanas (Foto koleksi Pribadi)

### 2.1.2 Syarat Tumbuh

Tanaman nanas dapat tumbuh di dataran rendah hingga dataran tinggi 1.200 mdpl. Tanaman ini tidak tahan terhadap salju, tetapi tahan sekali terhadap kekeringan. Namun, tanaman nanas lebih senang terhadap tanah subur, daerah beriklim basah dengan curah hujan 1.000-1.500 mm per tahun. Tanaman nanas tahan terhadap tanah asam yang mempunyai pH 3,3-7,9, tetapi paling baik adalah pH tanah antara 4,5-6,2. Oleh karena itu, tanaman nanas bagus pula dikembangkan di lahan gambut (Murniati, 2006).

Pada daerah yang kering, nanas tetap dapat tumbuh karena memiliki struktur dan morfologi daun yang dapat menampung air, embun, dan air hujan ke arah pangkal daun. Selain itu, nanas juga memiliki trikoma dan lapisan hipodermis yang berperan dalam mengurangi laju transpirasi pada tanaman.

Meskipun demikian, kedalaman air tanah tidak lebih dari 150 cm di bawah permukaan tanah (Murniati, 2006).

## 2.2 Gulma

Gulma adalah tumbuhan yang kehadirannya tidak diinginkan pada lahan pertanian karena menurunkan hasil yang bisa dicapai oleh tanaman produksi. Batasan gulma bersifat teknis dan plastis. *Teknis*, karena berkaitan dengan proses produksi suatu tanaman pertanian. Keberadaan gulma menurunkan hasil karena mengganggu pertumbuhan tanaman produksi melalui kompetisi. *Plastis*, karena batasan ini tidak mengikat suatu spesies tumbuhan. Pada tingkat tertentu, tanaman berguna dapat menjadi gulma. Sebaliknya, tumbuhan yang biasanya dianggap gulma dapat pula dianggap tidak mengganggu. Contoh, kedelai yang tumbuh di sela-sela pertanaman monokultur jagung dapat dianggap sebagai gulma, namun pada sistem tumpangsari keduanya merupakan tanaman utama. Meskipun demikian, beberapa jenis tumbuhan dikenal sebagai gulma utama, seperti teki dan alang-alang (Sutiono, 2010).

Berdasarkan habitat tumbuhnya, dikenal gulma darat, dan gulma air. Gulma darat merupakan gulma yang hidup didarat, dapat merupakan gulma yang hidup setahun, dua tahun, atau tahunan (tidak terbatas). Penyebarannya dapat melalui biji atau dengan cara vegetatif. Contoh gulma darat diantaranya *Ageratum conyzoides*, *Digitaria* spp, *Imperata cylindrical*, dan *Amaranthus spinosus*. Gulma air merupakan gulma yang hidupnya

berada di air. Jenis gulma air dibedakan menjadi tiga, yaitu gulma air yang hidupnya terapung dipermukaan air (*Eichhorina crassipes*, *Sailvinia* spp), gulma air yang tenggelam di dalam air (*Ceratophyllum demersum*), dan gulma air yang timbul ke permukaan tumbuh dari dasar (Sutiono, 2010).

### **2.3 Cara-Cara Pengendalian Gulma**

Pengendalian dapat berbentuk pencegahan dan pemberantasan. Mencegah biasanya lebih murah tetapi tidak selalu lebih mudah. Di negara-negara yang sedang membangun kegiatan pengendalian gulma yang banyak dilakukan orang adalah pemberantasan. Pengendalian gulma dapat dilakukan dengan cara-cara :

#### **2.3.1 Preventif (Pencegahan)**

Cara-cara pencegahan masuk dan menyebarnya gulma baru antara lain adalah :

- a. Dengan pembersihan bibit-bibit pertanaman dari kontaminasi biji-biji gulma
- b. Pencegahan pemakaian pupuk kandang yang belum matang
- c. Pencegahan pengangkutan jarak jauh jerami dan rumput-rumput makanan ternak
- d. Pemberantasan gulma di sisi-sisi sungai dan saluran-saluran pengairan
- e. Pembersihan ternak yang akan diangkut

- f. Pencegahan pengangkutan tanaman berikut tanahnya dan lain sebagainya (Hance, 1987).

Apabila hal-hal tersebut di atas tidak dapat dilaksanakan dengan baik, maka harus dicegah pula agar jangan sampai gulma berbuah dan berbunga. Di samping itu juga mencegah gulma tahunan (perennial weeds) jangan sampai berkembangbiak terutama dengan cara vegetatif (Hance, 1987).

### **2.3.2 Pengendalian Gulma Secara Fisik**

Pengendalian gulma secara fisik ini dapat dilakukan dengan jalan :

- a. Pengolahan tanah
- b. Pembabatan (pemangkasan, mowing)
- c. Penggenangan
- d. Pembakaran
- e. Mulsa (mulching, penutup seresah) (Hance, 1987).

### **2.3.3 Pengendalian Gulma dengan Sistem Budidaya**

Cara pengendalian ini juga disebut pengendalian secara ekologis, oleh karena menggunakan prinsip-prinsip ekologi yaitu mengelola lingkungan sedemikian rupa sehingga mendukung dan menguntungkan pertanaman tetapi merugikan bagi gulmanya.

Di dalam pengendalian gulma dengan sistem budidaya ini terdapat beberapa cara yaitu :

- a. Pergiliran Tanaman
- b. Budidaya pertanian
- c. Penaungan dengan tumbuhan penutup (cover crops) (Hance, 1987).

#### **2.3.4 Pengendalian Gulma Secara Biologis**

Pengendalian gulma secara biologis (hayati) ialah pengendalian gulma dengan menggunakan organisme lain, seperti insekta, fungi, ternak, ikan dan sebagainya. Pengendalian biologis yang intensif dengan insekta atau fungi biasanya hanya ditujukan terhadap suatu species gulma asing yang telah menyebar secara luas dan ini harus melalui proses penelitian yang lama serta membutuhkan ketelitian. Juga harus yakin apabila species gulma yang akan dikendalikan itu habis, insekta atau fungi tersebut tidak menyerang tanaman atau tumbuhan lain yang mempunyai arti ekonomis (Hance, 1987).

#### **2.3.5 Pengendalian Gulma Secara Kimiawi**

Pengendalian gulma secara kimiawi adalah pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida. Yang dimaksud dengan herbisida adalah senyawa kimia yang dapat digunakan untuk mematikan atau menekan pertumbuhan gulma, baik secara selektif maupun non selektif namun tidak mematikan



tanaman budidaya. Macam herbisida yang dipilih bisa kontak maupun sistemik, dan penggunaannya bisa pada saat pratanam, pratumbuh atau pasca tumbuh. Keuntungan pengendalian gulma secara kimiawi adalah cepat dan efektif, terutama untuk areal yang luas dengan tidak mematikan tanaman budidaya. Beberapa segi negatifnya ialah bahaya keracunan tanaman, mempunyai efek residu terhadap alam sekitar dan sebagainya (Institut Pertanian Bogor, 2013).

### **2.3.6 Pengendalian Gulma Secara Terpadu**

Yang dimaksud dengan pengendalian gulma secara terpadu yaitu pengendalian gulma dengan menggunakan beberapa cara secara bersamaan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang sebaik-baiknya. Artinya gulma bisa dibunuh tetapi tanaman budidaya tetap hidup.

## **2.4 Herbisida**

Herbisida merupakan bahan kimia yang dikembangkan pertama kali padatahun 1940-an. Sebelum era tahun tersebut, garam dapur dan asam sulfat jugamerupakan bahan kimia yang telah lama diketahui dapat mematikan tumbuhan, dan memang dapat disebut sebagai herbisida. Namun ledakan perkembangan herbisida tidak begitu pesat sampai pada pemakaian 2,4-D (2,4-diklorofenoksiasetat) setelah Perang Dunia II (Biotrop, 1984).

Herbisida 2,4-D muncul di pasaran pada tahun 1945, dikembangkan oleh tim dari Inggris yang menginginkan peningkatan produksi pangan sebagai usaha yang dilakukan pada saat perang. Penemuan 2,4-D ini mampu memberikan konsep yang lebih jelas tentang herbisida, yaitu efektif dalam jumlah yang sedikit, bersifat selektif, dan sistemik (Sarianti, 2012).

Penemuan herbisida membuat petani Eropa dan Amerika tertarik, karena hal ini bertepatan dengan hebatnya metode mekanisasi pertanian yang bertujuan untuk meningkatkan hasil pertanian baik kuantitas maupun kualitas, serta mengurangi biaya (Anonim, 2010).

Herbisida adalah senyawa atau material yang disebarkan pada lahan pertanian untuk menekan atau memberantas tumbuhan yang menyebabkan penurunan hasil. Karakteristik herbisida dibagi ke dalam beberapa penggolongan, diantaranya penggolongan herbisida berdasarkan daya aktif terhadap jenis gulma, berdasarkan bidang sasaran, berdasarkan gerakannya (Sarianti, 2012).

Pada pengendalian gulma, mengendalikan gulma secara khemis merupakan salah satu cara pengendalian disamping pengendalian secara manual/mekanis. Dalam mengendalikan gulma secara khemis digunakan herbisida. Herbisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan gulma. Secara kasat mata tanaman dan gulma memiliki morfologi yang hampir sama namun berbeda peran dalam pertanian (Sarianti, 2012).

Penyemprot harus memastikan bahwa herbisida yang diberikan terarah pada gulma dan meniadakan persentuhan semprotan herbisida terhadap tanaman. Herbisida merupakan bagian atau anggota dari pestisida. Selain herbisida, pestisida terdiri atas insektisida, fungisida, bakterisida dan lain-lain (Sulistyo, 2003).

Dalam pengendalian species gulma yang berada di lahan sangat menentukan pada tindakan yang akan diambil. Bagi gulma annual akan berbeda dengan gulma perennial, demikaian pula dengan gulma yang berdaun sempit, berdaun lebar atau jenis teki-teki. Dan juga gulma yang hidup di dataran rendah dan yang hidup di dataran tinggi (Mulyadi, 2005).

## **2.5 Jenis Herbisida**

### **2.5.1 Herbisida Kontak**

Herbisida kontak adalah herbisida yang langsung mematikan jaringan-jaringan atau bagian gulma yang terkena larutan herbisida ini, terutama bagian gulma yang berwarna hijau. Herbisida jenis ini bereaksi sangat cepat dan efektif jika digunakan untuk memberantas gulma yang masih hijau, serta gulma yang masih memiliki sistem perakaran tidak meluas (Biolucious, 2011).

Di dalam jarinngan tumbuhan, bahan aktif herbisida kontak hampir tidak ada yang ditranslokasikan. Jika ada, bahan tersebut ditranslokasikan

melalui phloem. Karena hanya mematikan bagian gulma yang terkena, pertumbuhan gulma dapat terjadi sangat cepat. Dengan demikian, rotasi pengendalian menjadi singkat. Herbisida kontak memerlukan dosis dan air pelarut yang lebih besar agar bahan aktifnya merata ke seluruh permukaan gulma dan diperoleh efek pengendalian yang lebih baik (Biolucious, 2011).

Herbisida kontak juga yang bekerja dengan cara menghasilkan radikal hidrogen peroksida yang memecahkan membran sel dan merusak seluruh konfigurasi sel. Herbisida kontak hanya mematikan bagian tanaman hidup yang terkena larutan, jadi bagian tanaman di bawah tanah seperti akar atau akar rimpang tidak terpengaruh. Proses kerja pada herbisida ini pun sangat cepat. Herbisida ini hanya mampu membasmi gulma yang terkena semprotan saja, terutama bagian yang berhijau daun dan aktif berfotosintesis. Keistimewaannya, dapat membasmi gulma secara cepat, 2-3 jam setelah disemprot gulma sudah layu dan 2-3 hari kemudian mati. Sehingga bermanfaat jika waktu penanaman harus segera dilakukan. Kelemahannya, gulma akan tumbuh kembali secara cepat sekitar 2 minggu kemudian dan bila herbisida ini tidak menyentuh akar maka proses kerjanya tidak berpengaruh pada gulma.

Contoh-contoh herbisida kontak pada umumnya yang digunakan adalah sebagai berikut

- Gramoxone
- Paraquat.
- Herbatop

- Paracol (Novizan, 2007).

### 2.5.2 Herbisida Sistemik

Herbisida sistemik adalah herbisida yang cara kerjanya ditranslokasikan ke seluruh tubuh atau bagian jaringan gulma, mulai dari daun sampai keperakaran atau sebaliknya. Cara kerja herbisida ini membutuhkan waktu 1-2 hari untuk membunuh tanaman pengganggu tanaman budidaya (gulma) karena tidak langsung mematikan jaringan tanaman yang terkena, namun bekerja dengan cara mengganggu proses fisiologi jaringan tersebut lalu dialirkan ke dalam jaringan tanaman gulma dan mematikan jaringan sasarannya seperti daun, titik tumbuh, tunas sampai ke perakarannya (Novizan, 2007).

Keistimewaannya, dapat mematikan tunas-tunas yang ada dalam tanah, sehingga menghambat pertumbuhan gulma tersebut. Efek terjadinya hampir sama merata ke seluruh bagian gulma, mulai dari bagian daun sampai keperakaran. Dengan demikian, proses pertumbuhan kembali terjadi sangat lambat sehingga rotasi pengendalian dapat lebih lama (panjang). Penggunaan herbisida sistemik ini secara keseluruhan dapat menghemat waktu, tenaga kerja, dan biaya aplikasi.

Beberapa faktor yang mempengaruhi efektivitas herbisida sistemik, yaitu:

- Gulma harus dalam masa pertumbuhan aktif

- Cuaca cerah waktu menyemprot.
- Tidak menyemprot menjelang hujan.
- Keringkan areal yang akan disemprot.
- Gunakan air bersih sebagai bahan pelarut (Novizan, 2007).

Pemakaian suatu jenis herbisida secara terus menerus akan membentuk gulma yang resisten sehingga akan sulit mengendalikannya. Guna mengantisipasi kelemahan tersebut diatas adalah dengan mencampurkan dua herbisida. Pencampuran dua jenis herbisida telah dilakukan sejak lama dengan tujuan untuk memperluas spektrum pengendalian gulma, mengurangi resistensi gulma terhadap salah satu herbisida sehingga mencegah vegetasi gulma yang mengarah ke homogen (Novizan, 2007).

Ketika dua atau lebih bahan kimia terakumulasi di dalam tanaman, mereka melakukan interaksi dan respon ditunjukkan keluar menghasilkan reaksi yang berbeda ketika bahan kimia tersebut diberikan sendiri-sendiri. Interaksi ini bisa bersifat sinergi, adiditif atau antagonis (Novizan, 2007)

## **2.6 Mekanisme Kerja Herbisida**

Pada umumnya herbisida bekerja dengan mengganggu proses anabolisme 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 (Boerboom, 2005).

Herbisida bekerjasama dengan enzim dan membelokkan arah metabolisme ke arah yang salah atau menghentikannya. Contohnya :

1. 2,4-D suatu zat tumbuh tiruan berkekuatan  $\pm 1000$  kali IAA. Herbisida ini dapat memacu pertumbuhan secara berlebihan sehingga tumbuhan itu mati. Hal ini dikarenakan laju respirasi meningkat dan laju fotosintesis menurun. Kemungkinan mengganggu inti sel sehingga proses metabolisme menjadi terganggu.
2. Amitrole (aminotriazok) mencegah pembentukan carotenoids. Carotenoid/carotene harus dibentuk untuk menggantikan klorofil yang rusak. Tanpa carotenoids, klorofil teroksidasi oleh oksigen dalam proses fotosintesis. Klorofil teroksidasi yang dipacu sinar matahari. Ratio carotene; klorofil = 1:8. Bila jumlah carotene kurang dari 1/8, klorofil teroksidasi.
3. Paraquat mengkatalisasi pemecahan  $H_2O$  menjadi  $\frac{1}{2} O_2$  dan  $2H^+$  (Riadi, 2011).

### **2.6.1 Pengaruh Herbisida pada Fotosintesis**

Herbisida yang aman digunakan adalah herbisida yang memiliki mekanisme kerja dalam menghambat proses fotosintesis. Dalam mekanismenya kloroplast yang telah memperoleh energi dari cahaya matahari untuk melancarkan 2 rangkaian transport elektron :

1.  $\text{H}_2\text{O}$  dipecah menjadi  $2\text{H}^+$  dan  $\frac{1}{2} \text{O}_2$ . Lewat serangkaian reaksi kimia  $\text{H}^+$  dipakai untuk mereduksi zat-zat antara, sehingga akhirnya ADP dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  direduksi menjadi ATP. Rantai pertama ini dinamai PS2 (fotosistem 2).
2. Pada rantai kedua terjadi beberapa reaksi, yang berakhir dengan reduksi NADP menjadi NADPH. Rantai kedua dinamai PS1 (fotosistem 1)(Riadi, 2011).

Ada empat kelompok yang mempengaruhi fotosintesis, yaitu:

1. Senyawa amitrole mencengah pembentukan carotene. Caroten bertugas untuk melindungi khlorofil, jangan sampai bereaksi dengan  $\frac{1}{2} \text{O}_2$  yang tereksitasi dan kelebihan tenaga (excited).
2. Triazines, uracils, dan turunan ureas mencengah reaksi Hill, sehingga fotosintesis terhenti.
3. Ioxynil, mengganggu reaksi-reaksi diantara PS2 dan PS1.
4. Paraquat/diquat, yang membelokkan rantai transport elektron, sehingga terjadi reaksi  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$ . Senyawa  $\text{H}_2\text{O}_2$  merupakan herbisida yang merusak membran sel (plasmalemma). Akibatnya sel menjadi kering (Riadi, 2011).

### **2.6.2 Pengaruh Herbisida Terhadap Pembelahan Sel dan Perkembangannya**



Beberapa herbisida mampu mencegah terbentuknya sel-sel baru pada kecambah, mata tunas, dan ujung akar. Pencegahan dilakukan dengan cara:

- a. Mencegah terbentuknya ATP
- b. Menimpangkan keseimbangan hormon, yang mengatrat datangnya zat-zat yang diperlukan untuk pertumbuhan (Riadi, 2011).

### **2.6.3 Pengaruh Herbisida Terhadap Sintesa Lipid**

Plasmalemma terdiri atas protein dan lipid. Sehingga lipid dibutuhkan untuk sempurnanya plasmalemma. Organel-organel seperti khloroplast dan mitokondria dibungkus oleh membran, serupa dengan plasmalemma. Pada bagian atas kutikula lipid berperan dalam proses penebalan kutikula sehingga penguapan di dalam sel akan berkurang. Terdapat beberapa senyawa yang terkandung di dalam herbisida seperti Dalapon dan EPTC mampu mencegah penebalan lipid lilin di atas kutikula. Pada kekentalan yang lebih tinggi membran-membran di dalam sel pun dirusak, sehingga isi organel berantakan (Riadi, 2011).

### **2.6.4 Pengaruh Terhadap Pertumbuhan**

Hormon Auxins, geberelin, cytokinin, ABA, dan C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> merupakan hormon yang mengatur pertumbuhan dan proses fisiologis. Senyawa 2,4-D dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan, seringkali pertumbuhan terhenti. Kadang-kadang tangkai-tangkai daun mulai tumbuh kembali dan tumbuhnya melengkung. Jaringan dewasa tumbuh membengkak, melengkung, pecah, menjadi callus, dan bahkan menjadi akar. Pertumbuhan demikian merupakan pertumbuhan yang tidak normal (Riadi, 2011).

### **2.6.5 Pengaruhnya Terhadap Pernafasan**

Pernafasan mulai dengan oksidasi sukrose sampai ke pembentukan ATP. Ioxynil, homoxynil, dan dinoseb mencengah pembentukan ATP. Sedangkan ATP sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme (Riadi, 2011).

## **2.7 Gejala-Gejala Akibat Herbisida**

### **2.7.1 Chlorosis**

Gangguan terhadap produksi chlorofil dan pemeliharaannya menyebabkan gejala chlorosis. Chlorosis menyebabkan hijau digantikan oleh putih atau merah muda, yang disebabkan oleh chloromatofores. Amitrole memutihkan seluruh tumbuhan. Herbisida lain menyebabkan memutihnya jaringan intervenal atau sebagian dari daun. Chlorosis disebabkan oleh triazines, uracils, ureas, dan amitrole (Riadi, 2011).

Selain itu dapat juga terjadi kerdil yang disebabkan oleh mitotic inhibitors; pencengahan pembelahan sel, sehingga apex pucuk maupun akar tidak tumbuh. Trifluralin dan turunan nitroaniline menyebabkan akar-akar lateral menjadi kerdil. Pencengahan tumbuh akar tunggang adalah akibat karbamat dan amides. Gejala pertama yang biasanya nampak pada keracunan dichlobenil dan carbamates adalah tertahannya pertumbuhan pucuk (Riadi, 2011).

### **2.7.2 Kelainan Tumbuh**

Phenoxy – alkanolic acids dan picloram menyebabkan kelainan tumbuh pada tumbuhan yang peka. Bentuk gangguan itu adalah gangguan pada pembelahan sel & pemanjangan sel. Akibatnya terjadi epinasty (melengkunya ranting muda dan tangkai dan), terjadinya bentuk aneh pada daun (daun berlekuk/berbukit), ranting bengkok sampai pecah. Kadang-kadang terbentuk callus dan akar di atas tanah (Riadi, 2011).

### **2.7.3 Necrosis.**

Membran sel pecah sehingga sel kehilangan air dan mati. Permukaan membran merupakan tempat terjadinya reaksi biokimia. Tanpa kehilangan air pun sel akan mati. Penggunaan herbisida diquat, paraquat, ioxynil, 7 dinoseb mampu menghancurkan jaringan hijau hangus & mati (necrosis) (Riadi, 2011).

### 2.7.4 Pengaruh Varietas dalam Hal Ketahanan Tumbuhan

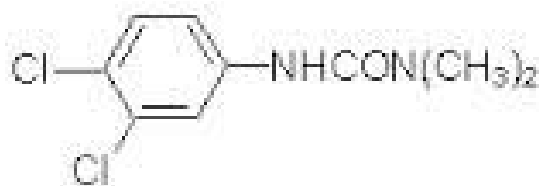
Perbedaan jenis dan konsentrasi dapat menyebabkan adanya tumbuhan yang rentan dan kurang rentan, bahkan ada yang tahan terhadap satu herbisida (Riadi, 2011).

Contoh gulma yang bervariasi ketahanannya adalah :

- *Amaranthus powellii* terhadap trifluralin dan diphenamid, yang menjadi dominan
- *Sorgum halepense* terhadap dalapon (Riadi, 2011).

### 2.8 Diuron

Diuron merupakan herbisida dari turunan urea. Herbisida ini merupakan herbisida yang selektif dan dipakai lewat tanah, walaupun ada beberapa yang lewat daun. Termasuk dalam kelompok ini adalah diuron, linuron, monuron dan sebagainya. Nama kimia dari herbisida diuron adalah 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (gambar 6). Menurut Thomson (1967) diuron dapat digunakan sebagai herbisida pra tumbuh, pasca tumbuh serta herbisida soil sterilant (sterilisasi tanah).



3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea

Gambar 6. Rumus Bangun Senyawa yang Terkandung dalam Herbisida Diuron(Tjitrosoedirdjo *et al*, 1984).

Herbisida diuron bersifat sistemik. Herbisida ini biasanya diabsorpsi melalui akar dan ditranslokasikan ke daun melalui batang. Pemakaian lewat daun tidak ditranslokasikan lagi. Di dalam tubuh tumbuhan diuron mengalami degradasi, terutama melalui pelepasan gugus metil. Herbisida diuron menghambat reaksi Hill pada fotosintesis, yaitu dalam fotosistem II. Dengan demikian pembentukan ATP dan NADPH terganggu (Tjitrosoedirdjo *et al*, 1984).

Ada dua hal yang menyebabkan diuron tetap berada di permukaan tanah dalam waktu yang relatif agak lama yaitu : (1) tidak mudah larut dalam air sehingga diuron mempunyai kemampuan untuk bertahan dari pencucian dan (2) tingkat absorpsi yang tinggi oleh koloid tanah. Diuron banyak digunakan untuk pengendalian gulma pada tanaman tebu, kapas, karet, teh dan sebagainya. Dalam keadaan murni diuron akan berupa kristal putih, tidak menguap, tidak mudah terbakar dan tidak berbau, akan meleleh pada suhu 158-159°C, larut dalam air pada suhu 25°C sebanyak 42 ppm dan tahan terhadap dekomposisi (Sumintapura dan Iskandar, 1975).

Gejala yang terjadi akibat aplikasi diuron tergantung pada jenis tumbuhan itu sendiri. Biasanya kematiannya diawali pada ujung daun dan apabila ujung daun telah mati, maka tidak akan terjadi turgor lagi. Kemudian akan

khlorosis yang biasanya akan diikuti oleh pertumbuhan yang lambat dan kematian yang mendadak (Tjitrosoedirdjo *et al*, 1984).

## 2.9 Quizalopop

Quizalofop-p-etil adalah herbisida pratanam. Herbisida ini digunakan untuk mengendalikan gulma rumput tahunan. Quizalofop-P-Etil (QPE) adalah senyawa herbisida fenoksi. Herbisida ini digunakan dalam pertanian dalam mengendalikan gulma. Penggunaan sembarangan herbisida di bidang pertanian, serta peningkatan polusi dalam ekosistem akibat pembangunan industri, membenarkan evaluasi toksisitas bahan kimia ini (Marcano *et al*, 2004). Saat ini, literatur tidak tersedia pada efek sitologi herbisida QPE dalam sistem tanaman. QPE biasa digunakan untuk mematikan gulma berdaun sempit, seperti *Digitaria* sp., *Eleusine indica*, *Echinochloa colonum*.

QPE termasuk herbisida yang selektif dalam mematikan gulma tanpa merusak tanaman budidaya. Selain itu merupakan postemergence fenoksi herbisida.

Hal ini digunakan untuk mengendalikan gulma rumput tahunan seperti kentang, kedelai, gula bit, sayuran kacang, kapas dan rami. Bahan aktif pada herbisida ini adalah

(R)-2-[4-(6-chloroquinoxalin-2-yloxy)fenoksi] asam propionat [6].

Senyawa ini diserap dari permukaan daun dan kemudian akan ditransformasikan ke seluruh organ tanaman yang kemudian akan terakumulasi di daerah titik tumbuh batang dan akar. Senyawa fenoksi

cenderung selektif membunuh gulma broadleaved daripada rumput.

Herbisida asam benzoat fenoksi diduga mirip dengan hormon pada tumbuhan yang dapat menyebabkan pembelahan sel secara tidak normal sehingga dapat menghancurkan sistem transportasi nutrisi tanaman.

## 2.10 KLOOROFIL

Istilah klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu *chloros* artinya hijau dan *phyllos* artinya daun. Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia (Muthalib, 2009).

Sifat fisik klorofil adalah menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan (berpendar = berfluoresensi). Klorofil banyak menyerap energi matahari pada gelombang 400- 700 nm, terutama sinar merah dan biru. Sifat kimia klorofil, antara lain (1) tidak larut dalam air, melainkan larut dalam pelarut organik yang lebih polar, seperti etanol dan kloroform; (2) inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H bila dalam suasana asam, sehingga membentuk suatu persenyawaan yang disebut *feofitin* yang berwarna *coklat* (Dwidjoseputro, 1994).

Klorofil merupakan faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis.

Fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa anorganik (CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O) menjadi senyawa organik (karbohidrat) dan O<sub>2</sub> dengan bantuan cahaya matahari. Klorofil merupakan pigmen utama yang terdapat dalam kloroplas.

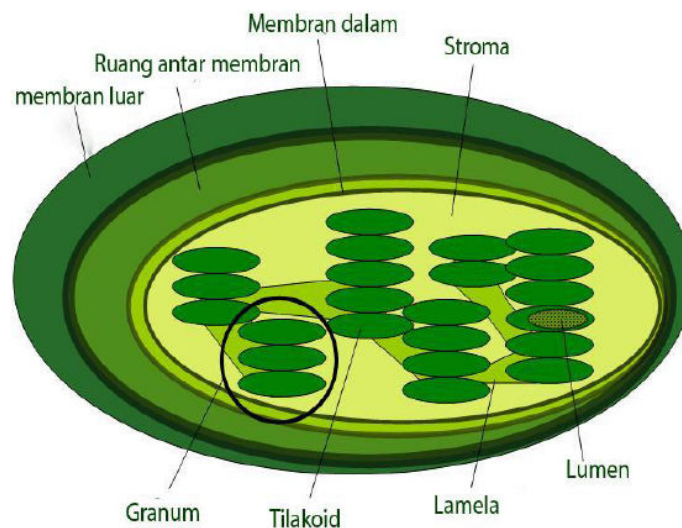
Kloroplas (Gambar 7) adalah organel sel tanaman yang mempunyai membran luar, membran dalam, ruang antar membran dan stroma. Permukaan membran internal yang disebut tilakoid akan membentuk kantong pipih dan pada posisi tertentu akan bertumpukan dengan rapi membentuk struktur yang disebut granum. Seluruh granum yang terdapat pada kloroplas disebut grana. Tilakoid yang memanjang dan menghubungkan granum satu dengan yang lain di dalam stroma disebut lamela. Stroma merupakan rongga atau ruang dalam kloroplas dan berisi air beserta garam-garam yang terlarut dalam air. Klorofil terdapat di dalam ruang tilakoid ( Thorpe, 1984; Campbell *et al.*, 2003).

Tiga fungsi utama klorofil dalam proses fotosintesis adalah memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO<sub>2</sub> untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi bagi ekosistem secara keseluruhan. Karbohidrat yang dihasilkan dalam fotosintesis diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat dan molekul organik lainnya. Klorofil menyerap cahaya yang berupa radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata (*visible*). Cahaya matahari mengandung semua warna spektrum kasat mata dari merah sampai violet, tetapi tidak semua panjang gelombang diserap dengan baik oleh klorofil. Klorofil dapat menampung cahaya yang diserap oleh pigmen lainnya melalui fotosintesis, sehingga klorofil disebut sebagai pigmen pusat reaksi fotosintesis (Bahri, 2010).

Tanaman tingkat tinggi mempunyai dua macam klorofil yaitu klorofil a (C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg) yang berwarna hijau tua dan klorofil b (C<sub>55</sub>H<sub>70</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>Mg)



yang berwarna hijau muda (lihat gambar 8). Klorofil a dan klorofil b paling kuat menyerap cahaya di bagian merah (600-700 nm), dan paling sedikit menyerap cahaya hijau (500-600 nm). Sedangkan cahaya berwarna biru diserap oleh karotenoid. Karotenoid membantu menyerap cahaya, sehingga spektrum cahaya matahari dapat dimanfaatkan dengan lebih baik. Energi yang diserap oleh klorofil b dan karotenoid diteruskan kepada klorofil a untuk digunakan dalam proses fotosintesis fase I (reaksi terang) yang terdiri dari fotosistem I dan II, demikian pula dengan klorofil-b. Klorofil a paling banyak terdapat pada Fotosistem II sedangkan Klorofil b paling banyak terdapat pada Fotosistem I (Anonim 2011).



Gambar 7. Struktur kloroplas beserta bagian-bagiannya (Anonim, 2011)