

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ubikayu

Di Indonesia, ubikayu merupakan makanan pokok ke tiga setelah padi dan jagung. Untuk memenuhi konsumsi penduduk dunia khususnya di negara-negara tropis, tiap tahun diproduksi sekitar 300 juta ton ubikayu. Permasalahan umum pada pertanaman ubikayu adalah produktivitas dan pendapatan yang rendah. Rendahnya produktivitas disebabkan oleh belum diterapkannya teknologi budidaya ubikayu dengan benar seperti belum dilakukan pemupukan baik pupuk anorganik maupun organik (Asnawi dan Arief, 2008).

Klasifikasi ilmiah tanaman ubikayu menurut USDA (2013) sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisio	: Spermatophyta
Divisio	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Species	: <i>Manihot esculenta</i> Crantz

*Manihot* terdiri atas 100 species, *Manihot esculenta* Crantz atau ubikayu adalah yang paling komersial dan sering dimanfaatkan oleh manusia. Ada dua tipe tanaman ubikayu yaitu tipe tegak (bercabang atau tidak bercabang), dan tipe membentang (Richana, 2013).

Batang ubi kayu yang sudah tua berkayu, berbentuk silinder, dan dibagian tengah terdiri dari gabus. Batang ubi kayu memiliki ruas yang panjangnya antara 10-15 cm. Pada tiap ruas (buku), terdapat mata calon tunas, dan apabila telah tua maka tunas membengkak. Batang ini disiapkan untuk pembibitan (stek). Batang yang sudah tua berdiameter 2-8 cm, dan tiap batang mempunyai 22-96 ruas. Dari batang tersebut nantinya akan keluar bunga, yang membentuk biji, dan menjadi benih, sehingga di sebut *reproductive branching* (Richana, 2013).

Daun ubikayu sangat unik, berbentuk membelah seperti jari tangan. Jumlah belahan daun beragam, dari 3 sampai 9, namun terbanyak adalah 5 dan 6. Ukuran lebar belah daun 0,5-1,0 cm, panjang 5-12 cm, dan panjang tangkai daun berkisar 5-30 cm, bahkan kadang-kadang sampai 40 cm. Permukaan daun mengandung lapisan tipis lilin (Richana, 2013).

Ubi kayu mempunyai bunga jantan (*pistillate*) dan betina (*staminate*) dalam satu tanaman, bunga diproduksi pada tanaman tua yang sudah bercabang. Bunga betina terletak di bagian bawah, lebih rendah dibanding bunga jantan. Bunga ubi kayu tidak mempunyai kelopak tetapi mempunyai *perigonium* dengan tepal 5 titik

kuning kemerahan atau ungu. Bunga jantan besarnya setengah dari ukuran bunga betina. *Pedical* bunga jantan tipis, kuat, dan sangat pendek, sedangkan bunga betina lebih tebal, bengkok, dan panjang. Buah ubi kayu berkotak tiga, berbentuk bulat dengan diameter 1-1,5 cm dan mempunyai 6 ruang biji (Richana, 2013).

Umbi ubi kayu yang berwarna putih merupakan simpanan cadangan makanan. Umbi ubi kayu bukan batang, tetapi benar-benar akar, sehingga tidak dapat digunakan untuk pertumbuhan vegetatif. Umbi ubikayu terdiri atas kulit luar (*periderm*), kulit dalam (*cortex*) dan daging umbi (*parenchyma*).

Untuk dapat berproduksi optimal, ubikayu memerlukan curah hujan 150-200 mm/bulan pada umur 1-3 bulan, 250-300 mm pada umur 4-7 bulan, dan 100-150 mm pada fase menjelang dan saat panen. Berdasarkan karakteristik iklim di Indonesia dan kebutuhan air tersebut, ubikayu dapat dikembangkan di hampir semua kawasan, baik di daerah beriklim basah maupun beriklim kering sepanjang air tersedia sesuai dengan kebutuhan tanaman tiap fase pertumbuhan. Pada umumnya daerah sentra produksi ubikayu memiliki tipe iklim C, D, dan E, serta jenis lahan yang didominasi oleh tanah alkalin dan tanah masam, kurang subur, dan peka terhadap erosi (Wargiono *et al.*, 1996 dalam Roja, 2009).

Menurut Roja (2009), tanah yang baik untuk budidaya ubikayu adalah memiliki struktur gembur atau remah yang dapat dipertahankan sejak fase awal pertumbuhan sampai panen. Kondisi tersebut dapat menjamin sirkulasi O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> di dalam tanah terutama pada lapisan olah sehingga aktivitas jasad renik dan fungsi akar optimal dalam penyerapan hara.

Pada lahan miring atau peka erosi, tanah perlu dikelola dengan sistem konservasi, yaitu: (1) tanpa olah tanah; (2) olah tanah minimal; dan (3) olah tanah sempurna sistem guludan kontur. Pengolahan minimal (secara larik atau individual) efektif mengendalikan erosi tetapi hasil ubikayu seringkali rendah dan biaya pengendalian gulma relatif tinggi. Dalam hal ini tanah dibajak (dengan traktor 3-7 singkal piring atau hewan tradisional) dua kali atau satu kali yang diikuti dengan pembuatan guludan (*ridging*). Untuk lahan peka erosi, guludan juga berperan sebagai pengendali erosi sehingga guludan dibuat searah kontur (Tim Prima Tani, 2006 dalam Roja, 2009).

## **2.2 Nematoda**

### **2.2.1 Klasifikasi nematoda**

Ahli zoologi maupun nematologi sepakat bahwa nematoda menempati kingdom hewan. Beberapa para ahli menempatkan nematoda dalam filum terpisah, yaitu Nemata atau Nematoda. Namun, beberapa ahli lain menempatkan nematoda

kedalam kelas Nematoda, dan dimasukkan ke dalam filum Nemathelminthes atau Aschelminthes (Jenkins and Taylor, 1967). Menurut Sastrosuwignyo (1990) dalam perbaikan terakhir nematoda telah dinaikan menjadi fhyllum. Sebelumnya fhyllum nematoda terdiri dari dua kelas, yaitu Adenophorea dan Secernentea. Adenophorea terbagi menjadi 2 subkelas, yaitu Enoplia dan Chromadoria. Secernentea terbagi menjadi 2 subkelas, yaitu Rhabditia, Spiruria, dan Diplogasteria. Enoplia terdiri dari 6 ordo, Chromadoria terdiri dari 5 ordo, Rhabditia terdiri dari 2 ordo, Spiruria terdiri dari 4 ordo, dan Diplogasteria terdiri dari 2 ordo. Nematoda parasit tumbuhan termasuk ordo Tylenchida, Dorylaimida, dan Tryplonchida (Ferris, 2004). Namun saat ini Phylum nematoda terbagi menjadi dua kelas yaitu Enoplea dan Chromadorea. Enoplea terbagi menjadi 2 subkelas yaitu Enoplia dan Dorylaimia, sedangkan Chromadorea terbagi menjadi 1 subkelas yaitu Chromadoria. Enoplia terbagi kedalam 2 ordo, Dorylamia terbagi kedalam 5 ordo dan Chromadoria terbagi kedalam 6 ordo Nematoda parasit tumbuhan termasuk ordo Dorylaimida dan Tryplonchida, serta famili dali Tylenchina (De Ley, 2006)

### 2.2.2 Morfologi dan Anatomi Nematoda

Nematoda adalah biota tanah yang mempunyai ciri khas yaitu berbentuk gilik memanjang seperti cacing, tidak bersegmen dan ukuran panjang antara 0,5 – 4 mm dengan lebar 50  $\mu$  - 250  $\mu$  (Jenkins and Taylor, 1967). Dinding tubuh nematoda terdiri atas kutikula, hipoderm, dan otot tubuh. Kutikula merupakan lapisan ganda non seluler dinding tubuh terluar yang membungkus tubuh

nematoda dan melapisi semua lubang tubuh alami. Tubuh nematoda dapat menunjukkan simetri bilateral ataupun asimetri dan simetri radial. Simetri bilateral yaitu kondisi yang menggambarkan kedua belah bagian tubuh merupakan lawan yang persis sama dengan yang lain (Sastrosuwignyo, 1990).

Sistem pencernaan nematoda parasit tumbuhan meliputi stilet, esofagus, usus, dan rektum. Stilet berupa tabung basal dari kutikula yang dapat dijulurkan dan ujungnya mempunyai lubang yang letaknya subterminal, bagian pangkalnya membengkak dan membentuk tiga basal knob. Otot-otot protaktor menghubungkan knob dengan kerangka kepala. Sistem reproduksi pada kedua jenis kelamin sama yaitu berbentuk seperti tabung. Sistem alat kelamin nematoda betina terdiri dari dua cabang umumnya terletak berlawanan, bercabang (didelfik) atau mengalami kemunduran menjadi hanya satu (monodelfik). Vagina bermuara dibagian tubuh luar melalui vulva, yang merupakan celah sempit melintang pada bagian ventral dan terletak di tengah atau posteriol tubuh nematoda. Alat kelamin jantang kurang bervariasi berupa saluran kelamin tunggal terdiri atas testis, fesikal seminalis dan fas deferens melalui lubang bersama-sama dengan rektum membentuk muara yang disebut kloaka. Alat kopulasi terdiri atas sepasang spikula dengan lempeng penyangga yang disebut gubernakulum. Spikula yang dapat dijulurkan merupakan bagian dari kutikula dan berfungsi untuk membuka vulva nematoda betina dan menyalurkan sperma (Bridge *et al.*, 2005).

Menurut Bridge *et al.* (2005), alat ekskresi terdiri atas kelenjar sel yang berinti satu yang berhubungan dengan sebuah saluran ekskresi bermuara pada bagian ventral tubuh nematoda, disebut porus ekskretorius. Lubang tersebut umumnya terdapat di daerah esofagus atau sedikit di belakangnya. Sistem syaraf pada nematoda terdiri atas komisura yang melingkar pada esofagus disebut cincin syaraf dan jaringan syaraf yang dihubungkan dengan organ-organ tubuh serta dengan berbagai alat peraba.

### 2.2.3 Siklus Hidup Nematoda

Siklus hidup nematoda yang hidup bebas dan nematoda parasit tumbuhan pada umumnya sederhana dan langsung. Nematoda betina meletakkan telur-telurnya dan kemudian menetas menjadi nematoda muda yang sering disebut larva. Larva ini bentuk dan strukturnya sudah sama dengan nematoda yang dewasa namun sifat-sifat seksual sekundernya seperti spikula pada jantan dan vulva pada betina belum ada. Dalam pertumbuhan dan perkembangannya larva nematoda akan mengalami suatu seri pergantian kulit sebanyak empat kali dan periode diantara pergantian kulit tersebut dinamakan stadium larva. Larva stadium pertama diakhiri dengan ganti kulit kedua dan seterusnya. Pergantian kulit keempat mengakhiri stadium keempat dan sesudah itu individu menjadi dewasa. Beberapa nematoda tertentu seperti nematoda puru akar mengalami pergantian kulit pertamanya sebelum menetas, yaitu sewaktu larva masih di dalam telur (Sastroswignyo, 1990).

#### 2.2.4 Ekologi Nematoda

Indikator biotik tanah sehat atau kondisi ekologi dapat digunakan untuk menilai status penting proses ekologis dalam tanah. Secara biologis, ekosistem tanah mendukung keragaman mikroba (jamur, bakteri, dan ganggang), mikrofauna (protozoa), dan mesofauna (arthropoda dan nematoda). Fauna tanah memiliki keunggulan dibandingkan mikroba tanah sebagai bioindikator. Menurut Bongers (1990, *dalam* Neher, 2001) nematoda merupakan kelompok mesofauna yang sering digunakan sebagai indikator biologis. Freckman (1988 *dalam* Neher 2001) menyatakan bahwa nematoda dapat digunakan sebagai indikator ekologi yang berguna, dan nematoda juga menempati posisi teratas dalam jaring-jaring makanan dalam tanah (Moore dan de Ruiter, 1991 *dalam* Neher, 2001).

Menurut Yulipriyanto (2010) berdasarkan cara makannya nematoda terbagi menjadi nematoda yang hidup sebagai dekomposer (pemakan bakteri dan jamur), predator, omnivor, dan parasit. Berdasarkan golongan-golongan tersebut, nematoda sebagai dekomposer dan predator adalah yang paling banyak ditemukan. Nematoda juga sangat penting dalam transportasi dan transformasi unsur hara khususnya nitrogen. Di sekitar daerah perakaran banyak mengandung bahan organik, mineral, dan berbagai mikroorganisme tanah khususnya bakteri. Nematoda sebagai predator akan memakan bakteri, sel-sel bakteri yang mati merupakan sumber biomassa mikrobial yang mengandung nitrogen cukup tinggi. Nitrogen organik setelah mengalami mineralisasi menghasilkan amonium dan nitrat yang merupakan hara esensial bagi tumbuhan.



Sastrosowignyo (1990) menyatakan hambatan lingkungan yang mempengaruhi populasi nematoda di dalam tanah meliputi faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik meliputi semua komponen tanah yang tak hidup, yaitu kelembaban, komposisi dan tekstur tanah, pH, dan lain sebagainya. Faktor-faktor di atas tanah yang mempengaruhi adalah lingkungan mikro tanah seperti curah hujan, suhu, angin, dan kemiringan tanah. Pada tanah yang sangat kering atau banjir akan mengurangi populasi nematoda secara drastis. Faktor biotik meliputi biota antagonis maupun kompetitor yang menghalangi pertumbuhan populasi nematoda maupun sumber makanan nematoda seperti tanaman, bakteri, dan jamur. Populasi predator umumnya akan meningkat ketika populasi nematoda juga meningkat. Banyak organisme lain yang juga memangsa nematoda seperti arthropoda yang terdiri dari tungau, tardigrades, collembola, protozoa, dan jamur tertentu. Pada pola tanam monokultur, tanaman yang terus menerus ditanam tiap tahunnya dengan tanaman yang sama akan merangsang pertumbuhan populasi nematoda parasit tumbuhan menjadi tinggi sehingga dapat merusak tanaman.

### **2.3 Sistem Olah Tanah Konservasi**

Tanah merupakan komponen lingkungan hidup yang harus dilindungi atau dihindarkan dari dampak yang merugikan. Fungsi-fungsi tanah dalam ekosistem mencakup: a) memberlanjutkan kegiatan, keaneka- ragaman, dan produktivitas hayati, b) mengatur dan membagi-bagi aliran air dan larutan, c) menyaring, menyangga, mendegradasi, imobilisasi, dan detoksifikasi bahan-bahan organik dan anorganik, termasuk hasil samping industri dan kota serta endapan atmosfer,

d) menyimpan dan mendaurkan hara dan unsur-unsur lain di dalam biosfir bumi, dan e) memberikan topangan bagi bangunan sosio-ekonomi dan perlindungan bagi pemukiman manusia. Konservasi tanah menjadi suatu keharusan bagi membuat lingkungan hidup terhunikan (Idjudin, 2011).

Pengolahan tanah konservasi adalah setiap bentuk pengolahan tanah dan sistem penanaman yang menutupi 30% atau lebih permukaan tanah dengan sisa tanaman untuk mengurangi erosi tanah oleh air. Beberapa cara pengolahan tanah yang memenuhi kriteria sebagai olah tanah konservasi (OTK) diantaranya adalah tanpa olah tanah (*zero tillage*), olah tanah seperlunya (*reduced tillage*) dan olah tanah strip (*strip tillage*). Aplikasi dari ketiga cara OTK tersebut harus selalu disertai dengan penggunaan mulsa organik (Adrinal *et al.*, 2012).

Tanpa olah tanah (TOT) adalah cara penanaman yang tidak memerlukan penyiapan lahan, kecuali membuka lubang kecil untuk meletakkan benih. Tanpa olah tanah biasanya dicirikan oleh sangat sedikitnya gangguan terhadap permukaan tanah, kecuali lubang kecil untuk meletakkan benih dan adanya penggunaan sisa tanaman sebagai mulsa yang menutupi sebagian besar (60 – 80%) permukaan lahan. Olah tanah seperlunya (OTS) adalah cara pengolahan tanah yang dilakukan dengan mengurangi frekuensi pengolahan. Pengolahan tanah dilakukan sekali dalam setahun atau sekali dalam dua tahun tergantung pada tingkat kepadatan tanahnya dan sisa tanaman disebarkan seluruhnya di atas permukaan tanah sebagai mulsa setelah pengolahan tanah. Pada tanah-tanah yang

cepat memadat seperti pada tanah yang bertekstur berat, pengolahan tanah dapat dilakukan sekali dalam setahun, sedangkan pada tanah-tanah yang bertekstur sedang, pengolahan tanah dapat dilakukan sekali dalam dua tahun (Rachman *et al.*, 2004).

Olah tanah strip (OTS) adalah cara pengolahan tanah yang dilakukan hanya pada strip-strip atau alur-alur yang akan ditanami, biasanya strip-strip tersebut dibuat mengikuti kontur. Bagian lahan di antara dua strip dibiarkan tidak terganggu/diolah. Sisa tanaman disebar sebagai mulsa di antara dua strip dan menyisakan zona sekitar strip tanpa adanya mulsa (Rachman *et al.*, 2004).

## **2.4 Herbisida**

Herbisida merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan gulma tanpa mengganggu tanaman pokok. Menurut Sembodo (2010) herbisida mempengaruhi satu atau lebih proses-proses (misalnya proses pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan klorofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktivitas enzim dan sebagainya) yang sangat diperlukan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Pengertian tersebut mengandung arti bahwa herbisida berasal dari senyawa kimia baik organik maupun anorganik atau berasal dari metabolit, hasil ekstraksi, atau bagian dari suatu organisme. Disamping itu herbisida bersifat racun terhadap gulma atau tumbuhan pengganggu juga terhadap tanaman. Herbisida yang diaplikasikan dengan dosis

tinggi akan mematikan seluruh bagian atau jenis tumbuhan. Pada dosis yang lebih rendah, herbisida akan membunuh tumbuhan tertentu dan tidak merusak tumbuhan yang lainnya.

Sembodo (2010) menyatakan bahwa penggunaan herbisida yang ideal adalah tidak meracuni tanaman, murah, efektif mengendalikan gulma, dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Beberapa macam sifat herbisida dan pengaruhnya terhadap lingkungan antara lain:

a. Toksisitas herbisida

Toksisitas dapat diartikan dengan respon yang ditimbulkan/ terlihat pada tumbuhan, tanah, dan jasad sasaran lain akibat perlakuan herbisida. Penampilan suatu tanaman setiap saat merupakan perpaduan faktor luar dan faktor dalam. Oleh karena itu toksisitas sangat berkaitan dengan dosis herbisida maupun sifat fisik dan kimia herbisida yang diaplikasikannya.

b. Sifat herbisida di dalam tanaman

Kematian tanaman pada umumnya terjadi akibat aplikasi herbisida, apabila jumlah molekul herbisida telah banyak terakumulasi di dalam tanah dalam jumlah yang cukup mematikan. Menurut Aston dan Crafts (1981 dalam Sukman dan Yakup, 1995), ada beberapa jenis reaksi yang terjadi pada proses degradasi di

dalam tanaman yaitu: oksidasi, dekarboksilasi, hidroksilasi, hidrolisis, deaklasi, konyugasi, dan *ring cleavage*.

### c. Sifat herbisida di dalam tanah

Presistensi herbisida dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, proses dekomposisi oleh mikroorganisme, jumlah yang diabsorpsi oleh koloid tanah, pencucian, foto dekomposisi, dan volatility.

Dekomposisi herbisida oleh mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh mineral nutrient, temperatur, pH, air, dan oksigen. Jika aerasi jelek, tanahnya kering dan dingin maka proses dekomposisi akan berjalan lambat. Jenis tanah *clay mineral* (illite, montmorillonit, koalinit) dan koloid organik pada tanah humus mampu mengabsorpsi herbisida. Pencucian merupakan suatu proses merembesnya herbisida ke dalam tempat yang lebih dalam, atau berpindahnya herbisida tersebut dari tempat semula. Hal ini tergantung pada jumlah hujan yang turun, daya larut herbisida dan daya absorpsi tanah. Foto dekomposisi merupakan penguraian suatu senyawa kimia menjadi senyawa lain, yang disebabkan oleh cahaya matahari. Faktor- faktor yang mempercepat proses foto dekomposisi adalah suhu permukaan tanah yang tinggi, kegiatan mikroorganisme tanah, reaksi kimia yang terjadi di dalam tanah, dan absorpsi oleh tanah. Volatility merupakan proses penguapan suatu larutan. Penguapan larutan herbisida merupakan penguapan seluruh cairan tersebut, sehingga tidak ada sisa. Herbisida yang menguap beserta

bahan aktifnya dapat meracuni tumbuhan di sekitarnya. Penguapan juga berkurang jika ada hujan atau pemberian air pada tanah yang mengandung herbisida tersebut.

Faktor-faktor tersebut menentukan lamanya herbisida berada di dalam tanah dan lamanya herbisida tersebut dalam mengendalikan gulma, begitu juga pengaruh residu di dalam tanah terhadap tanaman yang akan ditanam sesudah aplikasi herbisida (Sukman dan Yakup, 1995).