

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Olah Tanah

Pengelolaan kesuburan tanah terletak dari pengaturan keseimbangan empat faktor, yaitu oksigen, air, unsur toksik, dan unsur hara (Indranada, 1994). Salah satu bentuk upaya pengaturan keempat faktor tersebut dengan melakukan pengolahan tanah.

Pengolahan tanah adalah salah satu kegiatan persiapan lahan (*land preparation*) yang bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Pengolahan tanah ditujukan untuk memperbaiki daerah perakaran tanaman, kelembaban dan aerasi tanah, memperbesar kapasitas infiltrasi serta mengendalikan tumbuhan pengganggu.

Sistem pengolahan tanah modern dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengolahan tanah konvensional dan pengolahan tanah konservasi (Gajri, dkk., 2002).

Pengolahan tanah konvensional dikenal juga dengan istilah Olah Tanah Intensif (OTI) yang menjadi pilar intensifikasi pertanian sejak program Bimas dicanangkan, dan secara turun menurun masih digunakan oleh petani. Pada pengolahan tanah intensif, tanah diolah beberapa kali baik menggunakan alat tradisional seperti cangkul maupun dengan bajak singkal. Pada sistem OTI, permukaan tanah dibersihkan dari rerumputan dan mulsa, serta lapisan olah tanah

dibuat menjadi gembur agar perakaran tanaman dapat berkembang dengan baik (Utomo, 2012). Namun, pengolahan tanah yang dilakukan terus menerus dapat menimbulkan dampak negatif terhadap produktivitas lahan. Pengolahan tanah secara berlebihan dan terus menerus juga dapat memacu emisi gas CO₂ secara signifikan (Utomo, 2012). Lembar Informasi Pertanian (LIPTAN) tentang pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*) tahun 1994 juga menyatakan bahwa pengolahan tanah dapat mempercepat kerusakan sumber daya tanah contohnya meningkatkan laju erosi dan kepadatan tanah. Hal tersebut dikarenakan permukaan tanah yang bersih dan gembur tidak mampu menahan laju aliran permukaan yang mengalir deras, sehingga banyak partikel tanah yang mengandung humus dan hara tergerus dan terbawa air ke hilir (Utomo, 2012). Sedangkan pemadatan tanah biasanya disebabkan oleh penggunaan alat berat untuk kegiatan pertanian di lahan. Selain itu pengolahan tanah secara intensif memerlukan biaya yang tinggi (LIPTAN, 1994).

Oleh karena itu diperlukan sistem pengolahan tanah konservasi yang dapat membuat produktivitas lahan berlangsung lama. Salah satu pengolahan tanah konservasi adalah pengolahan tanah minimum, yaitu pengolahan tanah yang dilakukan secara terbatas atau seperlunya tanpa melakukan pengolahan tanah pada seluruh areal lahan (LIPTAN, 1994). Olah tanah minimum merupakan sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) yang berkembang sesuai dengan kemampuan dan kondisi lokal petani. Pada olah tanah minimum, pengendalian gulma biasanya cukup dilakukan secara manual atau dilakukan penyemprotan herbisida ketika pembersihan secara manual tidak berhasil. Mulsa gulma atau tanaman sebelumnya juga diperlukan untuk menutupi permukaan lahan (Utomo, 2012).

Pada olah tanah minimum bobot isi tanah lebih rendah dibandingkan olah tanah intensif maupun tanpa olah tanah karena tanah hanya diolah seperlunya sehingga masih terdapat bongkah-bongkahan tanah yang cukup besar, sehingga tanah tidak mudah hancur dan terbawa erosi (Endriani, 2010). Pengolahan tanah minimum juga memberi keuntungan dari segi pembiayaan karena menggunakan pekerja, bahan bakar dan peralatan yang lebih sedikit (Bowman, dkk., 2005). Menurut LIPTAN (1995), selain menghemat biaya, pengolahan tanah minimum juga bermanfaat untuk : 1) mencegah kerusakan tanah akibat aliran permukaan dan erosi ; 2) mengamankan dan memelihara produktivitas tanah agar tercapai produksi maksimal dalam kurun waktu yang tidak terbatas ; 3) meningkatkan produksi lahan usahatani.

2.2. Herbisida

Salah satu bentuk perlindungan terhadap tanaman adalah membersihkan lahan dari organisme pengganggu tanaman (OPT). Selain dari hama dan penyakit, organisme pengganggu lain yang merugikan adalah gulma. Menurut Sembodo (2004), gulma merupakan tumbuhan yang mengganggu atau merugikan kepentingan manusia dalam hal produktivitas tanaman yang ditanam. Tujuan perlindungan tersebut adalah untuk mencegah kerugian pada tanaman yang akan berdampak pada kerugian ekonomis kepada petani yang mengusahakannya (Djafaruddin, 2004).

Pengendalian gulma (*Weed control*) adalah tindakan pengelolaan gulma dengan cara menekan keberadaan atau populasi gulma hingga tingkat tidak merugikan

secara ekonomis. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara mekanis, yaitu dengan bantuan alat dan mesin pertanian, secara biologis, yaitu dengan cara penanaman tanaman pendamping sehingga mencegah gulma untuk tumbuh, dan secara kimia, yaitu dengan penggunaan herbisida (Sembodo, 2010).

Herbisida adalah bahan kimia atau kultur hayati yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan. Herbisida tersebut mempengaruhi satu atau lebih proses – proses yang sangat diperlukan tumbuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya, misalnya proses pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan klorofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktivitas enzim, dan sebagainya (Sembodo, 2010).

Bahan aktif herbisida yang digunakan pada penelitian ini adalah *glyfosat* dan 2,4 D. USDA menganjurkan penggunaan herbisida bahan aktif *glyfosat* karena sangat efektif memberantas gulma dalam waktu yang singkat (Sakalena, 2009). Bahan aktif 2,4 D pada herbisida juga dapat mengendalikan gulma dengan baik karena herbisida tersebut bersifat efektif, selektif, dan sistemik (Sembodo, 2010).

2.3. Aliran Permukaan

Aliran permukaan adalah bagian dari hujan yang mengalir pada permukaan tanah yang masuk ke sungai atau saluran, atau ke danau atau ke laut (Arsyad, 2010).

Aliran permukaan terjadi akibat dari air hujan yang tidak terabsorpsi oleh tanah dan tidak tergenang di permukaan tanah dan mengalir ke tempat yang lebih rendah dan mengendap di suatu tempat, seperti parit atau saluran (Hillel, 1980 dalam Banuwa, 2013).

Menurut Schawab, dkk (1981 *dalam* Banuwa 2013), beberapa faktor yang memengaruhi aliran permukaan adalah :

1. Faktor presipitasi, yaitu lamanya hujan, distribusi dan intensitas hujan.
2. Faktor DAS, yaitu ukuran, bentuk, topografi, geologi, dan kondisi permukaan.

Menurut Sucipto (2007), sifat-sifat aliran permukaan yang dapat mempengaruhi laju erosi adalah :

1. Jumlah aliran permukaan

Jumlah aliran permukaan adalah total air yang mengalir di permukaan tanah untuk suatu masa hujan atau masa tertentu yang dinyatakan dalam tinggi air (mm) dan volume air m³.

2. Laju aliran permukaan

Laju aliran permukaan adalah volume air yang mengalir melalui suatu titik per satuan waktu. Laju aliran permukaan dikenal juga dengan istilah debit.

3. Kecepatan aliran permukaan

Kecepatan aliran permukaan dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dan kecuraman lereng.

4. Gejolak aliran permukaan

Gejolak atau turbulensi merupakan peristiwa yang sangat berpengaruh sebagai penyebab erosi, Yang dapat dinyatakan dalam bilangan Reynolds (Re) atau bilangan Froude (F).

$$Re = VR/U$$

$$F = V/\sqrt{gR}$$

Di mana Re adalah bilangan Reynolds atau indeks turbulensi, F adalah bilangan Froude, V adalah kecepatan aliran, R adalah kedalaman air atau radius hidraulik, U adalah viskositas kinetik air, dan g adalah gravitasi (Arsyad, 2010). Gejolak aliran permukaan yang terjadi dapat memperbesar jumlah erosi yang terjadi .

2.4. Erosi

Erosi adalah hilangnya atau terkikisnya atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang diangkut oleh air atau angin ke tempat lain kemudian diendapkan di suatu tempat lain (Arsyad, 2010). Proses erosi terjadi dimulai dari proses penghancuran tanah hingga berpindahnya tanah atau bagian dari tanah akibat bantuan dari air atau angin kemudian mengendap.

Proses erosi tanah yang disebabkan oleh air sering terjadi di daerah – daerah tropis lembab dengan curah hujan rata – rata melebihi 1.500 mm per tahun. Sedangkan erosi yang disebabkan oleh angin berlangsung di daerah yang kering.

Erosi dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu :

- a. *Normal/Geological Erosion*, yaitu erosi yang berlangsung secara alamiah.

Erosi secara alamiah tidak menimbulkan kerusakan yang besar, keseimbangan lingkungan pada saat terjadi erosi secara alamiah masih dapat terjaga, karena banyaknya partikel – partikel tanah yang terkikis dan terangkut seimbang dengan banyaknya tanah yang terbentuk di tempat – tempat partikel tanah tersebut terkikis.

- b. *Accelerated Erosion*, yaitu proses terjadinya erosi dipercepat akibat tindakan - tindakan yang dilakukan oleh manusia, seperti kesalahan dalam pengolahan tanah dan pelaksanaan kegiatan pertanian.

Besarnya laju erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Faktor Iklim, hujan merupakan faktor utama iklim paling berpengaruh terhadap terjadinya erosi. Karakteristik hujan yang mempunyai pengaruh terhadap erosi tanah adalah jumlah atau kedalaman hujan, intensitas dan lamanya hujan. Kelembaban udara dan radiasi ikut berperan dalam mempengaruhi suhu udara, demikian juga kecepatan angin menentukan kecepatan arah jatuhnya butir hujan (Baver, 1959 *dalam* Banuwa 2013). Kemampuan hujan yang mempengaruhi besarnya erosi biasa disebut dengan erosivitas. Erosivitas adalah kemampuan air hujan untuk menghancurkan dan menghanyutkan partikel tanah. Kemampuan air hujan menghancurkan dan menghanyutkan partikel tanah ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jumlah hujan, lama hujan, ukuran butir dan kecepatan jatuh hujan. Keempat faktor tersebut saling mempengaruhi dalam hal potensi terjadinya erosi. Jumlah hujan yang tinggi belum tentu berpotensi menimbulkan erosi apabila lama hujannya tersebar sepanjang tahun, namun berbeda hal ketika hujan jumlah hujan tersebut terjadi selama 2-3 bulan secara terus menerus. Energi kinetik yang ditimbulkan oleh jatuhnya butiran – butiran air hujan menjadi hal terpenting karena merupakan kekuatan utama penghancur agregat – agregat tanah. Energi kinetik berkaitan dengan massa dan kecepatan jatuh air hujan. Semakin

besar massa dan cepat jatuhnya hujan, maka daya tumbuk air hujan akan semakin besar ke permukaan tanah (Sutedjo, 2010).

Menurut Banuwa (1994), semakin besar besarnya curah hujan maka energi tumbuk atau energi dispersi hujan terhadap tanah semakin besar, sehingga kemampuannya memecah agregat tanah semakin besar.

Jumlah curah hujan rata-rata yang tinggi tidak selalu menyebabkan erosi jika curah hujannya tinggi, demikian juga kalau curah hujannya tinggi terjadi dalam waktu singkat mungkin juga hanya menyebabkan sedikit terjadinya erosi karena jumlah hujannya sedikit (Arsyad, 2010).

2. Tanah, berdasarkan sifat – sifat fisiknya menentukan laju pengikisan (erosi) dan dinyatakan sebagai faktor erodibilitas tanah (kepekaan tanah terhadap erosi). Erodibilitas merupakan kepekaan tanah terhadap daya menghancurkan dan tekanan aliran air. Semakin tinggi nilai erodibilitas tanah maka akan semakin mudah tanah tersebut tererosi, dan sebaliknya semakin rendah nilai erodibilitas tanah maka akan semakin tinggi daya tahan atau resistensi tanah tersebut (Kartasapoetra, dkk., 1991). Menurut Arsyad (2010), Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan erosi adalah :
 1. Sifat – sifat tanah yang mempengaruhi laju peresapan (infiltrasi), permeabilitas dan kapasitas tanah menahan air.
 2. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dalam pengikisan oleh butir-butir hujan dan limpasan permukaan.

3. Bentuk wilayah (topografi), menentukan kecepatan laju alir di permukaan yang mampu mengangkut atau menghanyutkan partikel – partikel tanah. Pada lahan datar, percikan butir air hujan melemparkan partikel tanah ke udara ke segala arah secara acak, sedangkan pada lahan miring partikel tanah lebih banyak terlempar ke arah bawah daripada terlempar ke atas, dengan proporsi yang makin besar dengan meningkatnya kemiringan lereng. Panjang lereng juga mengakumulasikan partikel yang terbawa, semakin panjang lereng maka semakin banyak partikel dan aliran permukaan yang terakumulasi dari segi kedalaman dan kecepatannya (Arsyad, 2010).
4. Tanaman penutup (vegetasi), menurut Arsyad (2010), pengaruh vegetasi dalam memperkecil laju erosi adalah sebagai berikut :
 - Vegetasi mampu menangkap (intersepsi) butir air hujan sehingga energi kinetik dari tetesan air hujan terserap oleh tanaman dan tidak menghantam langsung pada tanah. Pengaruh intersepsi air hujan oleh vegetasi penutup pada erosi melalui dua cara, yaitu : pertama, memotong butir air hujan sehingga tidak jatuh langsung ke tanah dan memberikan kesempatan terjadinya penguapan langsung dari dedaunan dan dahan. Kedua, menangkap butir hujan dan meminimalkan kerusakan terhadap struktur tanah.
 - Vegetasi penutup mengurangi energi aliran, meningkatkan kekasaran sehingga mengurangi kecepatan aliran permukaan, dan selanjutnya memotong kemampuan aliran permukaan untuk melepas dan mengangkut partikel tanah.

- Perakaran tanaman dapat mengikat butir-butir tanah, meningkatkan stabilitas dan memperbaiki porositas tanah.
 - Aktivitas biologi yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman memberikan dampak positif pada porositas tanah.
 - Tanaman mendorong transpirasi air, sehingga lapisan tanah atas menjadi kering.
 - Tanaman meningkatkan kehilangan air dengan proses evaporasi dan transpirasi.
5. Perlakuan manusia, kegiatan yang dilakukan manusia kebanyakan berkaitan dengan perubahan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap erosi, seperti perubahan penutup tanah akibat penggundulan atau pembabatan hutan untuk pemukiman dan lahan pertanian. Perubahan topografi secara mikro akibat penerapan terasering, penggemburan tanah dengan pengolahan lahan, serta pemakaian pupuk yang berpengaruh pada struktur tanah.

Proses pengolahan tanah dan pelaksanaan pertanian yang kurang baik dapat mempercepat laju erosi. Namun dampak dari hal tersebut dapat dipekecil dengan tindakan konservasi pengolahan tanah (Sinukaban, 2007).

Dari kelima faktor diatas, Soil Conservation Service USDA memperhitungkan kelima faktor tersebut dalam menentukan metode pendugaan besar erosi tanah.

$$E = f (C,T,V,S,H)$$

Keterangan :

- E = Erosi
- f = Faktor-faktor yang mempengaruhi
- C = Iklim (*climate*)
- T = Topografi
- V = Vegetasi
- S = Sifat-sifat tanah (*soil*)
- H = Peranan manusia (*human activities*) (Kartasapoetra, dkk., 1991).

2.5. Upaya Penanggulangan Erosi

Tindakan dan perlakuan yang salah dapat mendorong terjadinya erosi, yang berakibat menurunnya kesuburan tanah. Menurut Sutedjo (2010), pengaruh erosi terhadap menurunnya kesuburan tanah dapat dicirikan dengan terjadinya :

- a. Penghanyutan partikel tanah, berlangsungnya penghanyutan partikel tanah biasanya terjadi pada lahan yang miring. Partikel-partikel tanah yang tererosi akan mengendap disuatu tempat. Jauh dekatnya pengendapan yang terjadi bergantung pada ukuran partikel. Debu dan liat akan terendapkan jauh dari tempat semula, sedangkan partikel-partikel pasir yang umumnya memiliki ukuran yang lebih besar akan terendapkan dekat dari tempat pelepasannya.
- b. Perubahan struktur tanah, terlepasnya atau terkikisnya partikel-partikel tanah akan menyebabkan terbentuknya struktur tanah yang jelek dan struktur terlepas (*polyeder*) pada tanah yang tererosi.

- c. Penurunan kapasitas infiltrasi dan penampungan, penurunan kapasitas infiltrasi dan daya tampung air disebabkan oleh menurunnya ruang pori yang ada di dalam tanah akibat perubahan dari struktur tanah, dengan menurunnya kapasitas infiltrasi tersebut, aliran permukaan (*surface run off*) akan semakin lancar.
- d. Perubahan profil tanah, pada tanah berlereng profil tanah akan tersusun tanah subur, kurang subur dan tidak subur. Hal tersebut terjadi karena erosi berlangsung hebat pada bagian tengah lereng yang umumnya digunakan sebagai lahan pertanian. Tanah endapan di bawah lereng juga akan menjadi subur karena merupakan hasil endapan tanah horison A dan horison B pada bagian tengah lereng.

Menurut Marston (1987), upaya penanggulangan erosi dapat dilakukan dengan cara mengurangi pengolahan tanah, hal tersebut terdiri dari empat sistem, yaitu :

1. *Reduced Cultivation*, dengan mengembalikan tunggul tanaman dan pertumbuhan gulma setelah panen kemudian diikuti dengan penyemaian benih dengan sedikit budidaya. Aplikasi herbisida dimungkinkan sebelum atau setelah tanam.
2. *Direct Driling*, budidaya dilakukan langsung tanpa adanya pengolahan tanah sebelumnya. Budidaya tanaman dilakukan langsung ke dalam tanah yang terganggu.
3. *Minimum tillage*, sebagian besar gulma dikendalikan dengan penggunaan herbisida bersama-sama dengan pengolahan tanah mekanis.

4. *No-tillage*, adalah praktek pengelolaan budidaya tanaman tanpa menggunakan pengolahan tanah apapun.

2.6. Singkong

2.6.1. Tanaman Singkong

Singkong atau ubi kayu merupakan tanaman tropis namun dapat juga beradaptasi dan tumbuh dengan baik di daerah sub tropis. Singkong juga mempunyai banyak nama lain, yaitu ketela, keutila, ubi kayee (Aceh), ubi parancih (Minangkabau), ubi singkung (Jakarta), batata kayu (Manado), bistungkel (Ambon), huwi dangdeur (Sunda), tela pohung (Jawa), tela belandha (Madura), sabrang sawi (Bali), kasubi (Gorontalo), lame kayu (Makassar), lame aju (Bugis), kasibi (Termate, Tidore) (Purwono, 2009). Tanaman singkong banyak dimanfaatkan sebagai makanan pokok pengganti nasi atau sebagai bahan makanan. Umur optimal pemanenan singkong ditinjau dari hasil tepung, kelembaban, abu dan kadar protein kasar dari tepung yang dihasilkan adalah sebelum 12-13 bulan setelah tanam (Apea-Bah, dkk., 2011).

Menurut Lembar Informasi Pertanian (LIPTAN) tahun 1995 mengenai tanaman singkong, Secara umum tanaman singkong tidak menuntut iklim yang spesifik untuk pertumbuhannya. Namun demikian singkong akan tumbuh dengan baik pada iklim dan tanah sebagai berikut :

Iklim :

Curah hujan : 750 – 1.000 mm/thn

Tinggi tempat : 0 – 1.500 m dpl

Suhu	: 25 ⁰ - 28 ⁰ Celsius
Tanah :	
Tekstur	: berpasir hingga liat, tumbuh baik pada tanah lempung berpasir yang cukup unsur hara
Struktur	: gembur
pH Tanah	: 4,5 – 8 optimal pada pH 5,8.

2.6.2. Taksonomi dan Morfologi

Dalam sistematika (taksonomi) tanaman singkong atau ubi kayu diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (Tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (Tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (Berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae (Biji berkeping dua)
Ordo	: Euphorbiales
Family	: Euphorbiaceae
Genus	: Manihot
Species	: <i>Manihot utilissima</i> Pohl (Hidayah, 2011).