

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kecamatan Pujon

Kecamatan Pujon merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Malang yang berjarak  $\pm$  30 km sebelah barat ibukota Kabupaten Malang yang memiliki kontur berbukit dengan ketinggian 1.100 di atas permukaan laut. Wilayah Kecamatan Pujon 13.075.144 Ha terdiri dari 10 Desa, 36 Dusun, 85 RW dan 306 RT dengan batas – batas wilayah:

sebelah utara : Kabupaten Mojokerto,  
sebelah timur : Kota Batu,  
sebelah selatan : Kabupaten Wonosari dan Kabupaten Blitar,  
sebelah barat : Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang.

Wilayah Kecamatan Pujon ini dikelilingi oleh gunung - gunung, antara lain Gunung Banyak yang berbatasan dengan Kota Batu, Gunung Kawi, Gunung Cemoro Kandang, Gunung Parangklakah, Gunung Dworowati, Gunung Argowayang, Gunung Gentong Growah, Gunung Biru, dan Gunung Anjasmoro. Sebagian besar mata pencaharian penduduknya adalah petani dan peternak. Kecamatan Pujon yang memiliki 10 desa memiliki potensi yang berbeda dari setiap desa setiap desa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, 2014).

Kecamatan Pujon terletak di daerah dataran tinggi yang memungkinkan hortikultura dan peternakan sapi. Produk unggulan adalah sayuran, buah-buahan, dan susu sapi. Kecamatan Pujon masih memiliki alam yang masih terjaga kelestariannya dan menjadi tujuan wisata, seperti air terjun Coban Rondo, Pemandian Dewi Sri, dan Best West. Namun akibat penebangan sembarangan di kawasan pegunungan, beberapa desa di Kecamatan Pujon dilanda banjir bandang yang menelan korban jiwa. Objek wisata air terjun juga ditutup untuk sementara karena dianggap rawan longsor (Rachmadana, 2018).

### 2.2 Tanah

Salah satu sumber daya alam utama yang ada di bumi adalah tanah. Tanah adalah suatu ruang daratan dan merupakan bagian dari lahan yang mempunyai banyak fungsi bagi kehidupan (Makhrawie, 2012).

Tanah terdiri dari empat komponen yaitu padatan mineral, padatan organik, air dan udara. Bahan padat mineral terdiri dari bibir batuan dan mineral primer, lapukan batuan dan mineral pelapukan, dan mineral sekunder. Bahan padatan organik terdiri dari sisa dan rombakan jasad, terutama tumbuhan, bahan humat, dan jasad-jasad hidup penghuni tanah, termasuk akar-akar tumbuhan hidup (Darusman, 2006). Tanah berasal dari pelapukan batuan yang bercampur dengan sisa-sisa bahan organik dari organisme (tumbuhan atau hewan) yang hidup di atasnya atau di dalamnya. Selain itu, di dalam tanah juga terdapat udara dan air (Hardjowigeno, 1987: 1).

Menurut Hardjowigeno (1987: 4), tanah tersusun atas empat bahan utama, yaitu: yaitu mineral, bahan organik, air, dan udara. Bahan penyusun tanah jumlahnya bervariasi untuk setiap jenis tanah atau setiap lapisan tanah. Tanah dalam pertanian didefinisikan sebagai bagian atas kulit bumi untuk media tumbuh tanaman. Tanah sangat penting untuk manusia. Tanah dan manusia memiliki hubungan timbal balik yaitu tanah menyediakan semua kebutuhan manusia, sebaliknya manusia dapat membuat agar tanah tetap produktif dari waktu ke waktu.

Kesuburan tanah perlu dijaga agar tanah terus memberikan kehidupan untuk penghuninya. Tanah sangat dibutuhkan oleh setiap orang karena merupakan sumber segala kebutuhan manusia. Walaupun teknologi telah berkembang pesat, namun sektor pertanian tidak dapat diabaikan.

### **2.3 Andisol**

Tanah adalah bahan mineral tidak padat (*unconsolidated*) yang terletak di permukaan bumi dan dipengaruhi oleh faktor-faktor genetik serta lingkungan yang meliputi bahan induk, iklim (termasuk kelembapan dan suhu), organisme (makro dan mikro), dan topografi pada suatu periode tertentu (Hanafiah, 2005).

Andisol adalah merupakan tanah abu vulkanik yang banyak dijumpai di beberapa pegunungan Pulau Jawa seperti Gunung Papandayan, Gunung Wilis dan Gunung Arjuna pada ketinggian sekitar 700-1500 m di atas permukaan laut yang memiliki kondisi iklim agak dingin dan lebih basah daripada di dataran rendah (Munir, 1996). Tanah andisol mempunyai sifat-sifat khas seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Darmawijaya (1990) yang menyatakan bahwa tanah andisol

memiliki total porositas yang tinggi, daya pengikat air yang sangat tinggi, ketahanan strukturnya tinggi sehingga mudah diolah. Berdasarkan penelitian Pranoto *et al.* (2013) tanah andisol dapat digunakan sebagai adsorben dalam menjerap beberapa logam berat terutama besi (Fe) karena memiliki luas permukaan yang besar dengan gugus-gugus fungsional aktif yang bersifat amfoter seperti aluminol (Al-OH).

Andisols merupakan jenis tanah yang berasal dari bahan induk abu vulkanik dan mengandung bahan organik yang tinggi. Tanah Andisol biasanya terletak pada daerah yang memiliki iklim humid dengan intensitas curah hujan yang tinggi dan berdrainase baik. (Sarief, 1979). Menurut Tan (1998) Andisol merupakan tanah yang terbentuk dari bahan vulkanik berasal dari wilayah dan aktivitas vulkanik. Debu vulkanik yang banyak mengandung Al dan Fe. Khelasi antar asam humik dan Al dan Fe tersebut, membentuk khelat logam-humik yang dapat berpengaruh terhadap dekomposisi mikrobiologis.

Andisol adalah tanah yang berwarna hitam kelam, sangat porous, mengandung bahan organik dan lempung tipe amorf, terutama alofan serta sedikit silika, alumina atau hidroxida-besi. Tanah yang terbentuk dari abu vulkanik ini umumnya ditemukan didaerah dataran tinggi (>700 m di atas permukaan laut). (Darmawijaya, 1990).

Aktivitas gunung api menghasilkan bahan piroklastik yang merupakan sumber bahan induk tanah vulkanis, yang dalam Sistem Taksonomi Tanah diklasifikasikan sebagai Andisol (Soil Survey Staff, 1990). Menurut lembaga penelitian tanah (1972) Luas Andisol di Indonesia mencapai 6,5 juta ha atau sekitar 3,4% dari luas daratan dan merupakan areal pertanian yang penting, terutama untuk tanaman hortikultura dan perkebunan.

Tanah Andisol terbentuk di wilayah dataran tinggi lebih dari 1000 mdpl yang memiliki curah hujan antara 2.500-7000 mm/tahun. Sifat tanah Andisol umumnya peka terhadap erosi. Produktivitas tanah ini sedang hingga tinggi. Penggunaannya terutama untuk tanaman sayuran, kopi, buah-buahan, teh, dan pinus. (Sri *et al.*, 2007)

Menurut Young (1976) tanah Andisol mempunyai ketebalan kurang lebih 50 cm, berwarna coklat keabu-abuan gelap sampai hitam. Kandunagn debu tinggi,

namun profil dapat didominasi oleh pasir halus, porositas tanah tinggi dan sering adanya bulk density (BD) rendah dapat terjadi adanya horison (B) transisi yang berwarna kecoklatan, tapi translokasi liat tidak banyak. Karakteristik tanah andodol adalah memiliki ketebalan solum tanah agak tebal (100-225 cm), berwarna hitam, kelabu sampai coklat tua, teksturnya debu, lempung berdebu sampai lempung, dan strukturnya remah, serta tanahnya asam sampai netral (pH 5-7). Sifat fisik dan kimia tanah andosol cukup baik, sehingga produktivitasnya pun cukup baik, yaitu antara sedang sampai tinggi. (Rahmat, 2009). Tanah Andisol mengandung unsur hara yang cukup tinggi. Unsur hara tersebut berasal dari abu letusan gunung. Sehingga tanah jenis ini sangat baik untuk ditanami. Tidak jarang daerah yang terkena musibah gunung meletus, justru tanahnya akan lebih subur daripada sebelumnya. Selain unsur hara, zat lain yang terkandung dalam tanah Andisol ini adalah zat-zat organik. Zat yang terkandung didalamnya sebagian besar adalah abu vulkanik dari letusan gunung. Zat organik banyak terkandung pada lapisan tengah dan atas, sedangkan pada tanah yang berada di lapisan bawah, kandungan organik maupun unsur hara cenderung sedikit. Tanah Andisol mampu mengikat air dalam jumlah yang cukup tinggi, zat karbon yang terkandung juga lebih tinggi dibandingkan dengan tanah jenis lain.

Menurut Hardjowigeno (2003) dalam Djoni (2008) Andisol adalah tanah, baik tertimbun atau tidak yang mempunyai horison dengan sifat tanah andik setebal 36 cm atau lebih (kumulatif) pada kedalaman 60 cm teratas dari tanah mineral atau dari permukaan lapisan tanah organik yang memenuhi syarat sifat tanah andik, dipilih yang lebih dangkal (USDA, 2006). Sub ordo tanah Andisol sebagai berikut:

1. Aquands yaitu tanah yang dicirikan oleh adanya epipedon histik atau lapisan di atas densik, litik atau kontak paralitik atau suatu lapisan pada kedalaman 40cm-50cm dari permukaan tanah mineral atau dari batas tanah andik manapun yang lebih dangkal sering mengalami kondisi akuik yang dicirikan satu atau lebih sifat.
2. Gelandis yaitu tanah yang dicirikan oleh adanya temperatur tanah rata-rata setiap tahun  $0^{\circ}\text{C}$  atau lebih dingin dari temperatur tanah summer rata-rata (a)

8°C atau lebih dingin jika tidak ada horison O atau (b) 5°C atau lebih dingin jika ada horison O.

3. Cryands yaitu tanah yang mempunyai regim temperatur tanah kriik.
4. Torrands yaitu tanah yang mempunyai regim kelembaban (moisture) aridik.
5. Xerands yaitu tanah yang mempunyai regim kelembaban (moisture) xerik.
6. Vitrands yaitu tanah yang mempunyai retensi air 1500 kPa kurang 15% pada sampel tidak kering udara yang keseluruhannya 60% atau lebih dari ketebalannya.
7. Ustands yaitu tanah yang mempunyai regim kelembaban (moisture) ustik.
8. Udands yaitu tanah andisol yang tidak masuk kategori sub ordo di atas.

#### **2.4 Erosi**

Erosi merupakan salah satu jenis kerusakan lahan. Menurut Yudhistira (2011), erosi merupakan salah satu petunjuk bahwa suatu lahan tersebut mengalami kerusakan. Erosi adalah proses terlepasnya partikel-partikel tanah dari induknya di suatu daerah lokasi dan pengangkutan material oleh pergerakan air atau angin diikuti dengan pengendapan material yang terangkut di tempat yang sesuai lainnya (Romdhon *et al.*, 2014).

Erosi tanah memberikan konsekuensi ekologi dan kepentingan ekonomi, termasuk erosi permukaan (*surface erosion*) menyebabkan penipisan lapisan tanah atas yang mempengaruhi produktivitas tanah dan peningkatan beban sedimen (*sediment loads*). Dalam kondisi alami, laju erosi tanah sebanding dengan laju pelapukan dan pembentukan tanah. Namun, jika kondisi lingkungan terganggu maka terjadi percepatan erosi (*accelerated erosion*) yang sangat merusak dan memerlukan usaha dan biaya yang besar untuk mengendalikannya (Anasiru, 2015).

Dua penyebab utama erosi adalah alam dan aktivitas manusia. Erosi alami terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses pengikisan yang berlangsung untuk menjaga keseimbangan alam tanah. Erosi karena faktor alam biasanya masih menyediakan media sebagai tempat tumbuh tanaman. Sedangkan erosi yang disebabkan oleh aktivitas manusia biasanya disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah atas akibat praktik pertanian yang mengabaikan peraturan konservasi tanah dan dari aktivitas pembangunan yang merusak kondisi fisik

tanah seperti pembuatan jalan di tempat dengan kemiringan lereng yang besar (Asdak, 2010).

Mekanisme terjadinya erosi menurut Schwab (1999) dalam Nurpilihan (2011) diidentifikasi menjadi tiga tahap yaitu (i) *detachment* (penghancuran tanah dari agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah); (ii) *transportation* (pengangkutan partikel tanah oleh limpasan hujan atau *run off* dan (iii) *sedimentation* (sedimen/pengendapan tanah tererosi); tanah tererosi akan terendapkan pada cekungan-cekungan atau pada daerah-daerah bagian bawah.

Banyak faktor alam yang mempengaruhi erosi antara lain: curah hujan yang tinggi, panjang lereng dan kemiringan lereng, sifat tanah yang kurang peka terhadap ancaman tetesan air hujan, tutupan tanah yang tidak memadai cukup. Situasi seperti ini sangat mempengaruhi sesuatu untuk terjadi erosi tanah. Besar kecilnya erosi sangat tergantung pada kondisi wilayah geografis tempat peristiwa alam itu terjadi. Sedangkan faktor terakhir dipengaruhi oleh perilaku manusia dalam pengelolaan daerah aliran sungai, Kebiasaan orang yang sering bertindak tanpa mengetahui dampak negatifnya seperti menebang pohon untuk kayu bakar dan untuk konstruksi bangunan, pengelolaan pertanian yang tidak tepat akan menyebabkan kerusakan kondisi tanah di daerah resapan air yang semakin mengkhawatirkan hingga dapat menyebabkan erosi (Kias *et al.*, 2016).

Erosi dapat menyebabkan ketidakseimbangan lingkungan. Hasil dari akibat erosi menurut (Arsyad 1989: 4) adalah:

1) Pada daerah yang terjadi erosi, akan mengakibatkan:

- a. Berkurangnya kesuburan tanah lapisan atas (*top soil*), yang kaya akan berbagai nutrisi dan bahan organik, dan hanya menyisakan lapisan tanah bawah (*sub soil*) atau terkadang bahan induknya tertinggal.
- b. Terganggunya sifat fisik tanah yang disebabkan oleh kekuatan erosi air hujan yang mengakibatkan penurunan laju infiltrasi, permeabilitas tanah, dan aerasi tanah yang akan meningkatkan limpasan.
- c. Volume limpasan meningkat dan akan mempercepat proses erosi dan memperburuk tingkat erosi, sehingga dari erosi permukaan dapat menjadi erosi parit dan bahkan longsor.

- d. Penurunan produktivitas lahan pertanian dan mengurangi luas lahan budidaya atau bahkan area jalan karena erosi jurang.
- 2) Pada daerah di luar terjadinya erosi (daerah sedimentasi), akan mengakibatkan:
- a. Perubahan sifat hidrologi sungai akibat peningkatan kecepatan limpasan yang menyebabkan banjir pada musim hujan dan sebaliknya akan menjadi kering di musim kemarau karena tanah tidak mampu menahan air karena rusaknya sifat fisik tanah.
  - b. Penurunan kualitas air sungai karena peningkatan sedimentasi material akibat erosi pada bagian atas, sehingga tidak dapat digunakan lagi untuk kebutuhan rumah tangga atau bahkan menurunnya kehidupan organisme di sungai.
  - c. Menurunkan usia waduk karena pengendapan material yang berlebihan, Selain itu, pendangkalan pada aliran sungai yang akan mengurangi volume waduk sehingga jika terjadi kelebihan aliran permukaan akan segera mengakibatkan banjir di sekitar daerah resapan air sungai.

## 2.5 Bentuk – Bentuk Erosi

Menurut Arsyad (2010), ditinjau dari bentuknya dibagi menjadi 7 jenis erosi, yaitu:

### 1. Erosi percikan (*Splash erosion*)

Erosi ini adalah pelembaran partikel-partikel tanah dari suatu massa tanah yang disebabkan oleh tetesan air hujan secara langsung.

### 2. Erosi Lembar (*sheet erosion*)

Erosi lembar adalah pengangkutan lapisan tanah yang tebalnya seragam dari permukaan tanah. Erosi lembar disebut juga erosi kulit, yang dapat diartikan sebagai lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng yang tergerus oleh kombinasi air hujan dan limpasan (*runn off*). Penyebab erosi kulit berdasarkan sumber energi kinetik air hujan lebih penting karena kecepatan jatuhnya air lebih besar yaitu antara 0,3-0,6 m/s.

### 3. Erosi Alur (*rill erosion*)

Erosi alur adalah pengangkutan tanah dari alur-alur tertentu di permukaan tanah, yang menciptakan parit-parit kecil yang dangkal. Erosi ini biasanya terjadi karena air yang mengalir di permukaan tanah tidak merata, tetapi

terkonsentrasi pada alur-alur tertentu, sehingga pengangkutan tanah terjadi tepat di tempat aliran terkonsentrasi. Erosi ini lebih dipengaruhi oleh cara budidaya dan sifat fisik tanah dibandingkan dengan sifat hujan.

4. Erosi Parit (*gully erosion*)

Erosi parit adalah proses yang mirip dengan erosi alur, tetapi alur yang terbentuk sangat besar sehingga tidak dapat dihilangkan dengan pengolahan tanah biasa. Biasanya parit erosi yang baru terbentuk lebarnya sekitar 40 cm dan dalamnya sekitar 30 cm. Erosi parit yang sudah lanjut dapat mencapai kedalaman 30 m. Erosi parit biasanya berbentuk V atau U tergantung pada kepekaan erosi substratnya. Tanah yang biasanya terkikis sangat sulit untuk digunakan sebagai lahan pertanian.

5. Erosi Tebing Sungai (*river bank erosion*)

Erosi tebing sungai terjadi karena tebing sungai oleh air yang mengalir dari bagian tebing. Erosi ini akan semakin parah jika tidak ada vegetasi yang menutupi tebing atau pengolahan tanah dilakukan sampai ke tepi tebing. Untuk menghindari semua itu, sangat disarankan untuk menjaga tanaman tetap berjalan di sepanjang sungai.

6. Tanah longsor (*landslide*)

Tanah longsor adalah erosi dimana tanah terjadi secara bersamaan dalam jumlah besar yang terjadi sekaligus. Tanah longsor terjadi sebagai akibat dari meluncurnya lapisan yang sedikit kedap air. Lapisan kedap air terdiri dari lempung yang tinggi atau batuan lain seperti napal liat (*clay shale*) yang setelah jenuh dengan air bertindak sebagai tempat meluncur.

7. Erosi internal

Erosi internal adalah pengangkutan partikel-partikel tanah ke dalam pori-pori tanah, sehingga tanah menjadi kedap air dan udara. Erosi ini menyebabkan penurunan kapasitas infiltrasi tanah yang cepat, mengakibatkan peningkatan limpasan permukaan dan menyebabkan erosi lembar atau erosi alur. Erosi internal juga dikenal sebagai erosi vertikal.

## 2.6 Faktor - Faktor Erosi

Arsyad (1989), menyatakan bahwa erosi merupakan hasil interaksi kerja antara iklim, topografi, vegetasi dan faktor manusia terhadap tanah yang dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$E = f(i, r, v, t, m)$$

E adalah besarnya erosi yang merupakan fungsi dari faktor iklim (i), relief atau topografi (r), vegetasi (v), tanah (t), dan manusia (m). Vegetasi, beberapa sifat tanah, dan faktor topografi dari panjang lereng adalah faktor yang dapat diubah oleh manusia. Sedangkan faktor iklim, kemiringan lereng, dan jenis tanah merupakan faktor yang tidak dapat diubah oleh manusia. Deskripsi faktor penyebab erosi ini adalah sebagai berikut:

### a. Iklim

Salah satu unsur iklim yang mempengaruhi erosi adalah curah hujan/curah presipitasi. Ciri-ciri hujan yang paling berpengaruh terhadap erosi adalah: intensitas hujan. Curah hujan rata-rata yang tinggi tidak akan menyebabkan erosi yang berat ketika hujan terjadi secara merata, sedikit demi sedikit, sepanjang tahun. Di sisi lain, curah hujan tahunan rata-rata yang rendah dimungkinkan dapat menyebabkan erosi berat jika hujan turun sangat deras meskipun hanya sekali (Hardjowigeno, 1987).

### b. Relief atau Topografi

Relief atau topografi merupakan faktor penting yang mempengaruhi jumlah besar erosi. Elemen topografi meliputi kemiringan lereng, panjang lereng, konfigurasi, keseragaman dan arah lereng (Arsyad, 1989). Menurut Hardjowigeno (1987), erosi akan meningkat jika kemiringannya semakin curam atau semakin panjang. Saat lereng semakin curam maka kecepatan limpasan permukaan meningkat sehingga kekuatan mengangkut meningkat juga. Semakin panjang kemiringan lereng menyebabkan volume air mengalir semakin besar.

### c. Vegetasi

Vegetasi merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap ukuran erosi, yang sekaligus mudah diubah oleh manusia. Di suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rerumputan yang lebat akan menghilangkan pengaruh

hujan dan topografi yang tahan terhadap erosi (Arsyad, 1989). Vegetasi memiliki sifat melindungi tanah dari timpaan keras curah hujan kepermukaan, selain itu dapat memperbaiki komposisi tanah dengan bantuan menyebarkan akar (Kartasapoetra, 1991).

Vegetasi dapat mempengaruhi laju erosi karena:

1. Adanya intersepsi air hujan oleh tajuk daun
2. Ada pengaruh terhadap limpasan permukaan
3. Ada pengaruh terhadap sifat fisik tanah
4. Terjadi peningkatan kecepatan kehilangan air akibat transpirasi

Kehadiran tanaman menyebabkan air hujan turun secara tidak langsung menimpa massa tanah, tetapi terlebih dahulu ditangkap tajuk daun tanaman. Selanjutnya, tidak semua air hujan tersalurkan ke permukaan tanah karena sebagian akan menguap. Ini akan mengurangi jumlah air yang mencapai ke permukaan tanah disebut hujan yang lolos dari tajuk.

#### d. Tanah

Sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan tanah terhadap erosi menurut Hardjowigeno (1987) adalah tekstur, bentuk dan kemantapan struktur tanah, daya infiltrasi atau permeabilitas tanah dan kandungan material organik. Kepekaan tanah terhadap erosi dikenal sebagai erodibilitas tanah yang merupakan daya tahan tanah terhadap erosi. Erodibilitas mempunyai hubungan dengan kepadatan tanah (Dharmawan, 2008). Menurut Sucipto (2007) mengungkapkan semakin tinggi kepadatan tanah suatu lahan maka erosi yang terjadi akan semakin besar sampai pada suatu titik optimum tertentu kemudian erosi yang terjadi akan berkurang.

#### e. Manusia

Manusia merupakan penentu utama terjadinya erosi terutama dalam hal perilakunya dalam memperlakukan sumber daya alam (tanah dan air) untuk memenuhi kebutuhannya, serta kemampuannya untuk menyeimbangkan faktor lainnya (Sutopo dan Jaka Suyana, 1999).

## 2.7 Metode USLE

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan salah satu metode dari sekian banyak rumus yang dapat digunakan untuk memprediksi

besarnya erosi, model yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) yang umumnya dikenal sebagai USLE adalah metode yang paling populer dan banyak digunakan untuk memprediksi besarnya erosi. USLE adalah model erosi yang dirancang untuk memprediksi tingkat erosi jangka panjang dari erosi lembar (*sheet erosion*), termasuk erosi alur (*rill erosion*) dalam keadaan tertentu. Erosi selanjutnya dihitung pada per satuan unit lahan, dilanjutkan dengan perhitungan laju rata-rata erosi pada sebidang tanah tertentu (Sismanto, 2009).

Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) merupakan model erosi dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi jangka panjang dan erosi lembar (*sheet erosion*) atau alur dalam kondisi tertentu. Metode ini juga bermanfaat untuk tanah bangunan tempat dan penggunaan non-pertanian, tetapi tidak bisa memprediksi sedimentasi dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi parit, erosi tebing sungai, dan dasar sungai. USLE memungkinkan perencana perkiraan laju rata-rata erosi tanah atau sebidang tanah di area tertentu pada kemiringan lereng dengan pola curah hujan tertentu untuk setiap jenis tanaman dan tindakan pengolahan (tindakan konservasi tanah) atau yang sedang digunakan. (Arsyad, 2010).

Menurut Arsyad (1989), prediksi erosi yaitu metode untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang akan digunakan dalam penggunaan dan pengelolaan lahan tertentu. Jika laju erosi masih bisa dibiarkan atau toleransi telah ditentukan, maka dapat ditentukan suatu kebijakan penggunaan lahan dan tindakan konservasi tanah yang diperlukan untuk mencegah terjadi kerusakan tanah sehingga tanah dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. USLE memungkinkan memperkirakan tingkat rata-rata erosi tanah tertentu pada lereng yang curam dengan pola curah hujan tertentu untuk setiap jenis budidaya dan tindakan pengelolaan (konservasi tanah) yang boleh dilakukan atau sedang digunakan (Arsyad, 1989).

Menurut Wischmeier dan Smith dalam Hardjowigeno (1987), untuk perkiraan besarnya erosi dengan menggunakan rumus berikut:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

A = Banyaknya kehilangan tanah per satuan luas lahan. Besarnya kehilangan tanah atau erosi dalam hal ini terbatas pada erosi kulit erosi alur. Tidak

termasuk erosi dari tebing sungai dan tidak termasuk sedimen yang terendapkan di bawah lahan dengan kemiringan lereng besar (ton/ha/th).

- R = Faktor erosivitas hujan dan limpasan suatu daerah. Faktor R juga merupakan angka indeks yang menunjukkan jumlah tenaga hujan yang dapat menyebabkan erosi.
- K = Faktor erodibilitas untuk suatu horizon tanah tertentu, dan merupakan kehilangan tanah per satuan luas untuk indeks erosi tertentu. Faktor K adalah indeks erodibilitas tanah, yang merupakan angka indikatif apakah partikel tanah mudah terkelupas dari agregat tanah dengan hujan atau serangan limpasan.
- L = Faktor panjang lereng yang tidak memiliki satuan dan merupakan jumlah rasio antara besarnya kehilangan tanah untuk panjang kemiringan lereng tertentu dengan besarnya kehilangan tanah untuk panjang lereng 72,6 ft.
- S = Faktor gradien (beda) suatu kemiringan lereng yang tidak memiliki satuan dan merupakan rasio antara besarnya kehilangan tanah untuk tingkat kemiringan tertentu dengan besarnya kehilangan tanah untuk kemiringan 9%.
- C = Faktor (pengelolaan) metode pertanian yang tidak memiliki satuan dan merupakan rasio antara besarnya kehilangan tanah pada kondisi metode budidaya yang diinginkan dengan besarnya kehilangan tanah pada keadaan *tilled continuous fallow*.
- P = Faktor praktik konservasi tanah (metode mekanis) yang tidak memiliki satuan dan merupakan rasio antara besarnya kehilangan tanah pada kondisi konservasi tanah yang ideal (misalnya, teknik penanaman sejajar garis kontur, penanaman di dalam teras, penanaman dalam susunan) dengan besarnya kehilangan tanah dalam kondisi tanam tegak lurus terhadap garis kontur.

## 2.8 Satuan Lahan

Penelitian mengenai lahan biasanya menggunakan satuan analisis dan satuan pemetaan berupa satuan lahan. Menurut FAO, (1997) dalam R.A. van Zuidam dan F.I. van Zuidam-Concelado (1979), satuan lahan adalah satuan lanskap yang dideskripsikan dan dipetakan berdasarkan sifat fisik atau

karakteristik lahan tertentu. Satuan lahan adalah satuan luas yang memiliki bentuk lahan dan timbunan, bahan induk dan penggunaan lahan atau tutupan lahan saat ini.

Lahan adalah wilayah daratan yang meliputi semua tanda pengenal biosfer, atmosfer, tanah, geologi, relief, hidrologi, populasi tumbuhan dan hewan serta hasil kegiatan manusia masa lalu dan sekarang yang stabil dan dapat didaur ulang. Sedangkan menurut Djaenudin (2008), Lahan adalah bagian dari bentang alam yang meliputi pengertian lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, topografi, bahkan keadaan vegetasi alami, yang semuanya berpotensi mempunyai jangkauan yang lebih luas termasuk yang telah dipengaruhi oleh berbagai aktivitas flora, fauna, dan manusia di masa lalu dan sekarang, seperti rawa dan pasang surut yang direklamasi atau tindakan konservasi tanah di lahan tertentu.

Satuan lahan dapat dibuat dari hasil tumpang tindih peta geologi, peta tanah, peta penggunaan lahan, dan peta kemiringan lereng. Dengan demikian satuan lahan mencerminkan pengaruh sifat batuan, tanah, relief dan kemiringan serta penggunaan lahan di suatu wilayah.

## **2.9 Tingkat Bahaya Erosi (TBE)**

Tingkat bahaya erosi adalah perkiraan kehilangan tanah maksimum dibandingkan dengan tebal solum tanah pada setiap satuan lahan jika teknik pengelolaan tanaman dan konservasi tanah tidak berubah. Jumlah maksimum tanah yang hilang untuk mempertahankan produktivitas lahan yang berkelanjutan, dasarnya harus kurang dari atau sama dengan jumlah tanah yang terbentuk melalui proses pembentukan tanah (Hardjowigeno dan Sukmana, 1995). Menurut Surbakti (2009) Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus yaitu:

$$\text{TBE} = \text{A/T}$$

Keterangan: A = Besarnya tanah yang tererosi / Erosi aktual (ton/ha/thn)

T = Erosi yang dapat ditoleransi (ton/ha/thn)

Menurut Banuwa (2013) Sebagai tahap awal, perlu ditentukan potensi erosi umumnya didasarkan pada persamaan USLE. Menurut Herawati (2010) hasil perhitungan nilai laju erosi menggunakan metode USLE kemudian

diklasifikasikan menjadi 5 (lima) kelas, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat.

Tanah dengan solum dangkal dan lereng curam dapat dilakukan dengan Tindakan konservasi yaitu dengan penanaman tanaman penutup tanah terus menerus pada titik tingkat bahaya erosi yang rendah, sangat penting untuk menjaga kelestarian vegetasi yang ada di sekitar kawasan sehingga tingkat bahaya erosi yang tergolong sedang pada satuan lahan dapat dipertahankan (Banuwa, 2013).

Kriteria tingkat bahaya erosi untuk masing-masing kelas dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

No	Erosi	Klas Bahaya Erosi (ton/ha/th)				
		I (<15)	II (15-60)	III (60-180)	IV (180-480)	V (>480)
1	Kedalaman Tanah Efektif (cm)					
2	Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
3	Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
4	Dangkal (30-60)	S	B	SB	SB	SB
5	Sangat Dangkal (<30)	B	SB	SB	SB	SB

Sumber: Utomo, (1994)

Keterangan:

SR = Sangat Ringan

B = Berat

R = Ringan

SB = Sangat Berat

S = Sedang

## 2.10 Konservasi

Berdasarkan UU No. 37 Tahun 2014, Konservasi tanah dan air adalah upaya untuk melindungi, memulihkan, meningkatkan, dan mempertahankan fungsi lahan pada lahan tersebut sesuai dengan kapasitas dan penggunaan lahan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan dan kehidupan yang berkelanjutan. Konservasi tanah bukan berarti penundaan atau larangan pemanfaatan

penggunaan tanah, tetapi sesuaikan jenis penggunaan sesuai dengan kemampuan tanah dan memberikan perlakuan sesuai dengan keadaan yang diperlukan sehingga lahan agar dapat berfungsi secara berkelanjutan. Perawatan apa pun yang diberikan pada sebidang tanah akan mempengaruhi tata air, sehingga upaya konservasi tanah juga merupakan konservasi air (Priyono dan Cahyono, 2004).

Salah satu jenis konservasi sumber daya alam adalah konservasi tanah. Menurut Rachman (2012), konservasi tanah sangat diperlukan untuk menjawab tantangan pengembangan lahan ke depannya karena kerusakan yang telah terjadi, sehingga dituntut adanya pengolahan ruang yang lebih bijaksana. Konservasi tanah memiliki peran yang sangat penting dalam prospek pengembangan lahan untuk mengatasi masalah kerusakan lahan, yang harapannya akan ada suatu pengelolaan lahan yang lebih baik (Zahro, 2011).

Secara umum, metode konservasi tanah dapat dikelompokkan menjadi: tiga kelompok utama yaitu (1) agronomis, (2) mekanis, (3) kimia. Metode agronomis atau biologi adalah pemanfaatan tumbuhan untuk membantu mengurangi erosi tanah. Metode mekanis atau fisik adalah konservasi yang berfokus pada penyiapan tanah agar dapat tumbuh vegetasi yang rapat, dan cara memanipulasi topografi mikro untuk mengendalikan aliran air dan angin. Sementara metode kimia adalah usaha konservasi bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah agar lebih tahan erosi. Atau secara singkat dapat dikatakan bahwa metode agronomis ini merupakan upaya untuk melindungi tanah, mekanis untuk mengendalikan energi aliran permukaan yang erosif, dan metode kimia untuk ditingkatkan ketahanan tanah (Suripin, 2002).

Mencegah erosi pada daerah yang rawan erosi (lereng curam, tepi sungai) atau di tempat-tempat dimana praktik pertanian dilakukan terlepas dari prinsip-prinsip konservasi tanah dan air, adalah suatu usaha yang paling ekonomis dan efektif untuk diterapkan untuk mengurangi laju erosi. Hal prinsip yang harus dilakukan adalah dengan memberikan pemahaman kepada petani bahwa kerusakan tanah disebabkan oleh erosi yang terjadi di lahan pertanian mereka akan mengurangi level produktivitas lahan. Dengan pemahaman ini, maka diharapkan lebih mudah untuk menginstruksikan petani untuk menggunakan tanah terus-menerus bertindak dalam perspektif upaya konservasi tanah dan air (Asdak, 2002).

### **2.11 Sistem Informasi Geografis**

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data bereferensi spasial atau koordinat geografis, atau dengan kata lain, SIG adalah sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data bereferensi keruangan (*spasial*) dan seperangkat operasi kerja (Barus dan Wiradisastra, 2000). Sementara itu, Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah kumpulan terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografis, metode, dan personel yang dirancang untuk secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, memperbarui, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis (Riyanto, 2010).

Menurut Buchori (2010), SIG sering dicirikan sebagai sistem komputer yang dapat digunakan untuk mengelola data spasial dalam bentuk gambar/peta atau tabel, serta memahami keterkaitan antara keduanya. SIG dikenal karena memiliki administrasi database, analisis spasial, dan menunjukkan temuan hasil-hasil analisis spasial. Berbagai analisis peta dan tabel dapat dilakukan dengan cepat, mudah, dan akurat dengan teknologi ini. Sistem ini juga dapat menggabungkan kedua format data tersebut, sehingga memudahkan pengambil keputusan pembangunan dalam mengambil keputusan/kebijakan berbasis keruangan (*spasial*).

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem komputerisasi yang mempermudah entri, analisis, dan penyajian data, terutama ketika berurusan dengan data yang bereferensi geografis. Tahap awal persiapan dan entri data adalah ketika data tentang sesuatu diperoleh dan disiapkan untuk dimasukkan ke dalam sistem. Tahap berikutnya adalah analisis data, yang melibatkan pemeriksaan menyeluruh dari informasi yang dikumpulkan. Tahap terakhir adalah di mana hasil analisis sebelumnya disajikan dengan cara yang sesuai (Latifah *et al.*, 2018).

### **2.12 Alasan Penggunaan Sistem Informasi Geografis**

ArcGIS adalah sistem produk perangkat lunak yang terdiri dari serangkaian dari produk perangkat lunak lain yang bekerja sama untuk menyediakan sistem SIG lengkap. Untuk memungkinkan pengembangan aplikasi SIG yang memenuhi kebutuhan pengguna, para pengembang ArcGIS

mengembangkannya sedemikian rupa sehingga mempermudah beberapa kerangka kerja yang siap untuk berkembang terus menerus yang sesuai dengan kebutuhan pengguna (Novitasari *et al.*, 2015).

Penggunaan teknik Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemetaan sudah sampai pada tahap operasional, bahkan lebih hemat biaya daripada melakukan survei lapangan. Jumlah data yang dapat diakses saat ini cukup membantu dalam mengidentifikasi hal-hal yang ideal untuk pemetaan, khususnya untuk pemetaan skala kecil hingga skala besar. Masyarakat dapat memperoleh informasi yang sederhana dan jelas untuk mengetahui suatu objek secara instan berkat kemajuan teknologi yang terus meningkat seperti saat ini (Prahasta, 2001).

Penggunaan Sistem Informasi Geografis ini memungkinkan kita untuk melihat fenomena bumi dari perspektif yang berbeda, menganalisis data lebih cepat, dan mendapatkan hasil analisis yang lebih andal. SIG dapat menghubungkan data spasial, seperti posisi geografis dan astronomis, dengan data non-spasial, memungkinkan pengguna untuk membuat peta dan menganalisis data dalam berbagai cara.

Dengan penggunaan SIG, dimana data akan tersimpan dalam bentuk digital, data tersebut dapat disimpan lebih padat daripada bentuk cetak, tabel, atau lainnya, sehingga menurunkan biaya produksi dan mempercepat pemrosesan.

Selain itu, manfaat dalam penggunaan SIG sebagian besar berkaitan dengan kapasitasnya untuk menggabungkan data dengan struktur, format, dan tingkat akurasi yang beragam. Hal ini memungkinkan integrasi yang lebih cepat dari berbagai bidang ilmiah, yang sangat penting untuk memahami fenomena bahaya erosi. Salah satu fitur yang paling berguna dalam pemanfaatan SIG untuk memetakan bahaya erosi adalah kemampuan untuk tumpang tindih erosi dalam unit peta tertentu, memungkinkan untuk dipelajari secara kuantitatif menggunakan metode geomorfologi, deterministik, dispersi, dan lainnya (Barus, 1999).