

EROSI PADA LAHAN HORTIKULTURA YANG DITANAMI WORTEL (*Daucus carota* L.) DI KELURAHAN RURUKAN KECAMATAN TOMOHON TIMUR

Cyndi S.Faizal¹, Meldi Sinolungan², Zetly Tamod², Tommy Sondakh²

¹ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi

² Dosen Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi

ABSTRACT

The type of soil in the research site is Andisol soil with clay texture. The Andisol soil characteristics is a dark color / black, gray, dark brown to yellowish. The soil derived from volcanic ashes from the eruption of the volcano. Therefore, this type of soil are found in the area around the volcano's slopes. Like the soil in this research is located on the slopes of Mount Mahawu. Although it has many advantages, but the ground Andisol also has many disadvantages. Andisol ground weakness is due to the loose structure and crumbly, the type of soil is very easy take by rainwater. Therefore, in this research, land conservation efforts in the form of plastic mulching. In this study the use of plastic mulch as a treatment, more soil erosion results in the use of plastic mulch plots compared to not using plastic mulch. This is due to the use of plastic mulch, most of the rain water does not infiltrated into the ground because it was blocked by the plastic mulch, causing greater runoff. Large land runoff causes soil erosion more bigger easily transported.

*Keywords : Erosion, Soil Conservation Technique, Holticulture, Carrot (*Daucus carota* L.)*

ABSTRAK

Jenis tanah pada lokasi penelitian adalah tanah Andisol dengan tekstur lempung. Ciri-ciri tanah Andisol adalah warnanya yang gelap/hitam, abu-abu, coklat tua hingga kekuningan. Tanah ini berasal dari sisa abu vulkanik dari letusan gunung berapi. Oleh sebab itu, tanah jenis ini banyak ditemukan di daerah sekitar lereng gunung berapi. Seperti tanah pada lokasi penelitian ini yaitu terletak di lereng Gunung Mahawu. Walaupun memiliki banyak kelebihan, namun tanah Andisol juga memiliki banyak kelemahan. Kelemahan tanah Andisol adalah karena strukturnya yang gembur dan rapuh, maka tanah jenis ini sangat mudah terseret air hujan. Karena itu pada penelitian ini dilakukan upaya konservasi tanah berupa penggunaan mulsa plastik. Pada penelitian ini digunakan mulsa plastik sebagai perlakuan, hasilnya tanah lebih banyak tererosi pada petak yang menggunakan mulsa plastik dibandingkan tidak menggunakan mulsa plastik. Hal ini dikarenakan dengan adanya penggunaan mulsa plastik, sebagian air hujan tidak terinfiltrasi ke dalam tanah karena terhalang dengan adanya mulsa plastik sehingga menyebabkan aliran permukaan lebih besar. Aliran permukaan tanah yang besar menyebabkan tanah lebih mudah terangkut sehingga erosi lebih besar.

Kata kunci: Erosi, Teknik Konservasi Tanah, Hortikultura, Wortel

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagai suatu sistem yang dinamis, tanah akan selalu mengalami perubahan-perubahan yaitu perubahan segi fisik, kimia ataupun biologi. Perubahan-perubahan ini terutama terjadi karena pengaruh berbagai unsur iklim, tetapi tidak sedikit pula yang dipercepat oleh tindakan atau perlakuan manusia. Kerusakan tanah mengakibatkan hilangnya lapisan tanah paling atas yang banyak mengandung unsur hara organik dan mineral yang dikenal dengan istilah Erosi Tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 2005).

Keadaan iklim yang paling berpengaruh terhadap erosi adalah hujan. Selain hujan, jenis dan pertumbuhan vegetasi serta jenis tanah juga mempengaruhi erosi di daerah tropis (Arsyad, 1989). Hujan merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap erosi di Indonesia, dimana besarnya curah hujan (intensitas) dan lamanya hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah serta kecepatan aliran permukaan dan kerusakan erosi. Air hujan yang jatuh menimpa tanah di lahan yang terbuka akan menyebabkan tanah terdispersi. Jika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka sebagian air hujan yang jatuh akan mengalir menjadi aliran permukaan (*run off*). Banyaknya air yang mengalir di permukaan tanah bergantung pada hubungan antara intensitas hujan dengan kapasitas infiltrasi tanah. Kekuatan perusak air yang mengalir di permukaan tanah akan semakin besar dengan semakin curam dan panjangnya lereng permukaan tanah. Tumbuhan yang hidup di atas permukaan tanah dapat memperbaiki kemampuan tanah menyerap air dan memperkecil kekuatan perusak butir-butir hujan yang jatuh dan daya dispersi serta daya angkut aliran permukaan.

Pengalihfungsian lahan menjadi lahan tanaman hortikultura berpengaruh terhadap besarnya erosi yang terjadi

(Surbakti, 2009). Perlakuan yang diberikan oleh manusia akan menentukan apakah tanah itu akan menjadi produktif atau bahkan menjadi rusak.

Wilayah Rurukan merupakan areal pertanian yang didominasi oleh usaha tani hortikultura. Umumnya cara pertanian hortikultura dilakukan dengan pengolahan tanah secara intensif. Pengolahan tanah secara intensif yang tidak menerapkan kaidah konservasi tanah dapat menyebabkan kerusakan struktur tanah, menurunkan kapasitas infiltrasi tanah, dan daya hantar air yang selanjutnya menyebabkan erosi tanah (Pomalingo dan Husain, 2003).

Lahan-lahan pertanian yang terus-menerus ditanami tanpa istirahat (*fallow*), dan tanpa disertai cara pengelolaan tanaman, tanah, dan air yang baik dan tepat, akan mengalami penurunan produktifitas tanah. Penurunan produktifitas ini dapat disebabkan oleh menurunnya kesuburan tanah, dimana unsur hara yang terdapat pada lapisan tanah atas hilang bersamaan dengan terjadinya proses erosi.

Melihat kondisi lahan topografi yang berlereng dengan kemiringan 35% serta sistem pertanian hortikultura, telah dilakukan pengukuran besarnya erosi yang terjadi pada lahan dengan teras guludan yang menggunakan mulsa plastik dan tanpa menggunakan mulsa yang ditanami wortel.

Perumusan Masalah

Wilayah Rurukan dan sekitarnya merupakan areal pertanian yang didominasi oleh usaha tani hortikultura, kemiringan lereng >20%, sehingga berpotensi terjadinya erosi. Berdasarkan kondisi tersebut, peneliti ingin menjawab pertanyaan: berapa besar erosi tanah pada lahan hortikultura yang ditanami wortel dengan penerapan teknik konservasi tanah di Kelurahan Rurukan ?

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar erosi tanah pada lahan hortikultura yang ditanami wortel dengan menerapkan teknik konservasi tanah di Kelurahan Rurukan.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pemerintah dan masyarakat di Kelurahan Rurukan tentang keadaan erosi tanah yang terjadi pada lahan yang diusahakan tanaman wortel. Di samping itu diperolehnya data pembeda kejadian erosi untuk perlakuan teknik konservasi tanah pada intensitas curah hujan (CH) tertinggi.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan pertanian hortikultura di Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur dan Laboratorium Jurusan Tanah Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Unsrat. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan (April sampai Agustus 2012).

Alat dan Bahan

Alat : Meteran, penggaris, botol aqua, cangkul, parang, tali, kayu, paku, seng, ember, pipa, beaker glass, oven, eksikator, timbangan, gunting, kuas, spray, palu, ombrometer, gelas ukur, alat tulis-menulis.

Bahan : Bibit wortel, pupuk kompos, mulsa plastik.

Variabel yang Diamati

1. Erosi tanah dan aliran permukaan
2. Curah hujan
3. Infiltrasi

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif

analitik. Deskriptif analitik adalah metode analisis yang menjelaskan dan mendeskripsikan/menggambarkan data hasil pengamatan dengan analisis tabel, grafik, ataupun diagram.

Prosedur Penelitian

a). Persiapan

Menentukan lokasi penelitian, serta penyiapan alat dan bahan penelitian. Penentuan lokasi disesuaikan dengan permasalahan yang akan diteliti.

b). Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan meliputi pembersihan lahan dan pembuatan teras guludan yang dibuat searah dengan garis kontur. Luasan lahan yang akan digunakan diukur kemudian dibuat dua bagian (petak erosi).

c). Pembuatan Petak Erosi

Petak erosi dengan ukuran 11 m x 4 m (ukuran disesuaikan kondisi lokasi penelitian) sebanyak dua petak (petak teras guludan dengan mulsa plastik dan tanpa mulsa plastik). Petak teras guludan dengan mulsa plastik mempunyai 8 guludan dengan ukuran guludan 0,7 m x 4 m, dan petak guludan tradisional tanpa mulsa mempunyai 11 guludan dengan ukuran guludan 0,5 m x 4 m. Tinggi masing-masing guludan berkisar ± 30 cm. Dalam pembuatan petak erosi digunakan seng sebagai pembatas dengan ukuran ± 40 cm. Kemudian pada tiap petak penelitian dipasang pipa untuk mengalirkan erosi dan aliran permukaan ke ember penampungan. Pada tiap saluran air yaitu antara dua buah guludan dipasang saluran masuk ke pipa utama. Penempatan pipa utama pada petak penelitian berdasarkan titik terendah pada kemiringan saluran air. Di ujung bawah petak dipasang ember / tangki yang berfungsi untuk menampung sedimen.

d). Perlakuan Mulsa

Mulsa yang digunakan adalah mulsa plastik. Mulsa plastik diletakkan di atas setiap guludan (bagian yang berwarna perak di atas) lalu di rekatkan ke tanah dengan menggunakan potongan-potongan

bambu muda. Dan diberi lubang-lubang untuk ditanami benih wortel.

e). Penanaman

Bibit wortel yang digunakan merupakan bibit wortel varietas lokal. Penanaman bibit wortel dengan jarak tanam 20 cm x 40 cm untuk petak guludan tanpa mulsa dan 20 cm x 70 cm untuk petak teras guludan dengan mulsa plastik. Pupuk yang digunakan adalah kompos dengan dosis 20 ton/ha. Pemeliharaan meliputi penyiangan dan penyulaman.

f). Pengukuran / pengambilan data

1. Pengukuran Curah Hujan

Pengukuran curah hujan dilakukan dengan menghitung waktu lamanya hujan pada setiap kejadian hujan, dan menghitung banyaknya air hujan yang terdapat pada penadah hujan. Banyaknya air hujan dihitung volumenya dengan menggunakan gelas ukur, seperti rumus berikut ini :

$$CH = V / t \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : CH = curah hujan

V = volume air hujan

t = waktu lama hujan

2. Pengukuran Erosi dan Aliran permukaan :

➤ *Pengukuran lapangan*

Pengukuran dilakukan setelah hujan dengan cara :

- 1) Mengukur seluruh volume air hujan dalam ember penampung pada masing-masing petak. Volume air dapat diketahui dengan cara menjumlahkan volume air di bak pertama dan volume air di bak kedua dikalikan dengan jumlah air keluaran yang ada di bak pertama. Misalnya volume air di bak pertama dan kedua berturut-turut V_1 dan V_2 , dan jumlah keluaran pertama (x) buah, maka total volume air adalah :

$$V_{ap} = V_1 + (x) V_2 \text{ (Priyono et al., 2012)} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : V_{ap} = volume aliran permukaan

V_1 = volume ember 1

V_2 = volume ember 2

(x) = jumlah lubang air

pada ember sebelumnya

- 2) Untuk mengetahui besar erosi dilakukan dengan mengambil sampel dengan menggunakan botol aqua (650 ml) pada setiap ember yang kemudian dianalisis di laboratorium.

➤ *Pengukuran Laboratorium*

Pengukuran di laboratorium dilakukan dengan cara :

- 1) Cuplikan larutan air dan material erosi diendapkan sampai air menjadi jernih,
- 2) Siapkan dan timbang gelas ukur dalam keadaan kosong.
- 3) Air dalam botol aqua dibuang sambil menyisakan sedimen dan sedikit air untuk dimasukkan dalam gelas ukur.
- 4) Setelah kering keluarkan dan dinginkan dalam eksikator.
- 5) Timbang dengan memakai timbangan analitik.
- 6) Untuk mendapatkan massa total erosi, massa sedimen kering dikalikan dengan jumlah satuan volume larutan sedimen di lapangan lalu dibagi dengan jumlah sedimen cuplikan (650 ml).

Analisis Data

Data hasil pengukuran erosi, dihitung dengan rumus :

$$\text{Ember 1 (E1)} = \frac{x_1(\text{gram})}{Y(\text{ml})} \times \text{vol air E1} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Ember 2 (E2)} = \frac{x_2(\text{gram})}{Y(\text{ml})} \times \text{vol air E2} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Berat total tanah tererosi } A = E1 + E2 \text{ (Koleangan, 2011)} \dots\dots\dots(5)$$

Di mana:

X = Berat tanah kering oven

Y = Jumlah sedimen cuplikan (650 ml).

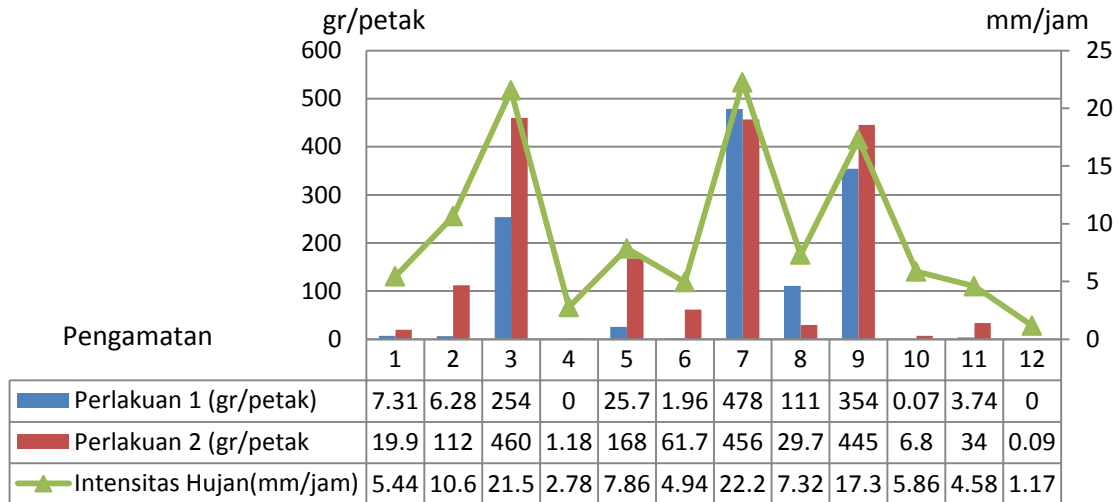
Data-data yang diperoleh disusun dalam bentuk tabel dan grafik kemudian diuraikan secara deskriptif. Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap erosi pada

petak teras guludan dengan mulsa plastik dan tanpa mulsa, maka dilakukan uji beda rata-rata (Uji-t).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 di bawah ini merupakan data 12 kali pengamatan erosi selang 18

April sampai 2 Agustus 2012, dimana perlakuan 1 guludan tanpa mulsa plastik dan perlakuan 2 teras guludan dengan mulsa plastik.



Gambar 1. Erosi pada Perlakuan 1 dan Perlakuan 2

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa jumlah erosi yang diperoleh seiring dengan besar intensitas hujan yang diperoleh. Erosi terbanyak sebanyak 478,43 gr/petak pada perlakuan 1 dengan intensitas 22,24 mm/jam dan jumlah erosi tersedikit sebanyak 0,07 gr/petak pada perlakuan 1 dengan intensitas hujan 5,86 mm/jam.

Pada pengamatan ke 4 erosi pada perlakuan 1 tidak ada dan pada perlakuan ke 2 sebesar 1,18 gr/petak dengan lama hujan 45 menit 15 detik, jika dibandingkan dengan pengamatan ke 3 erosi yang dihasilkan sangat besar yaitu sebesar 254,03 gr/petak pada perlakuan 1 dan 459,83 gr/petak pada perlakuan 2 hanya dengan lama hujan 26 menit 12 detik. Hal itu terjadi karena intensitas pada pengamatan ke 3 sebesar 21,53 mm/jam jauh lebih besar dari pengamatan ke 4 yang hanya sebesar 2,78 mm/jam. Semakin tinggi volume curah hujan dan makin lama durasi hujan maka massa

tanah yang tererosi semakin besar (Polii, 2009). Dengan intensitas hujan yang tinggi, kekuatan perusak butir-butir hujan akan lebih tinggi sehingga dapat menghancurkan agregat-agregat tanah sehingga menyebabkan erosi. Besarnya energi kinetik hujan bergantung pada jumlah, intensitas, dan kecepatan jatuhnya hujan yang dapat menimbulkan erosi, Rahim (2006).

Erosi yang dihasilkan pada pengamatan 9 sangat besar dibandingkan pada pengamatan ke 8, hal itu dikarenakan disamping tingginya intensitas hujan pada pengamatan ke 9 juga terdapat selang waktu yang cukup jauh antara pengamatan ke 8 dan pengamatan ke 9 yaitu sekitar 20 hari. Hal ini menyebabkan tanah menjadi sangat kering, sehingga disaat hujan terjadi pada pengamatan ke 9, tanah mengalami erosi percik (*splash erosion*) yaitu terlepas dan terlemparnya partikel-partikel tanah dari massa tanah akibat pukulan butiran air hujan secara langsung, Suripin (2001).

Pada pengamatan ke 11 erosi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan pengamatan ke 10, padahal pengamatan ke 11 lama hujan dan intensitas masih lebih kecil dari pengamatan ke 10. Pengamatan ke 11 mempunyai lama hujan 27 menit 30 detik dengan intensitas 4,58 mm/jam dan pengamatan ke 10 mempunyai lama hujan 1 jam 23 menit 54 detik dengan intensitas 5,86 mm/jam. Hal ini disebabkan karena dilakukan penjarangan pada tanggal 27 Juni 2012 (setelah dilakukan pengamatan ke 10), sehingga pada pengamatan ke 11 kondisi tanah menjadi terbongkar, sehingga lebih mudah untuk terjadi erosi.

Besar erosi pada perlakuan 2 dari pengamatan 1 sampai pengamatan 6, rata-rata lebih besar dibanding erosi pada perlakuan 1. Setelah pengamatan ke 7 erosi lebih besar pada perlakuan 1, itu dikarenakan sering dilakukan pembersihan gulma yang sangat berpengaruh pada perlakuan 1 yang tidak memakai mulsa plastic. Dengan melakukan pembersihan gulma, tanah menjadi terbuka sehingga butir-butir hujan langsung mengenai tanah sehingga lebih mudah terjadi erosi. Butir-butir hujan yang jatuh ke tanah mengakibatkan pecahnya agregat-agregat tanah tersebut karena memiliki energi kinetik yang cukup besar sehingga dengan intensitas hujan yang tinggi dapat menimbulkan aliran permukaan dan erosi (Suripin, 2001).

Rata-rata erosi pada perlakuan 1 adalah 103,59 gr/petak dan pada perlakuan 2 adalah 149,59 gr/petak. Besar perbandingan pada perlakuan 1 dengan pengolahan tanah guludan tradisional dan perlakuan 2 dengan pengolahan tanah teras guludan dan mulsa plastik adalah 1 : 1,4. Pada perlakuan 1 jumlah rata-rata erosi lebih rendah dibanding dengan jumlah rata-rata erosi pada perlakuan 2, hal ini dikarenakan adanya pemakaian mulsa plastik pada perlakuan 2 (Gambar 3), sehingga luas permukaan tanah pada perlakuan 2 lebih kecil dibandingkan perlakuan 1 yang tidak menggunakan mulsa plastik (Gambar 2). Karena luas

permukaan tanah pada perlakuan 2 lebih kecil karena sebagian sudah tertutup oleh mulsa plastik, maka air hujan yang jatuh terkumpul di saluran sehingga menimbulkan aliran permukaan yang lebih besar. Aliran permukaan yang besar akan lebih mudah membawa partikel-partikel tanah, sehingga erosi pada perlakuan 2 lebih besar dibanding perlakuan 1.

Jika diasumsikan bahwa rata-rata lamanya hujan dalam setiap kejadian hujan 0,88 jam (Tabel 2) dan dalam satu tahun terdapat 167 kali kejadian hujan di atas 1 mm, maka jumlah erosi rata-rata pada perlakuan 1 dan perlakuan 2 bila diubah menjadi ton/ha/tahun, untuk perlakuan 1 adalah 4,46 ton/ha/tahun dan untuk perlakuan 2 adalah 6,47 ton/ha/tahun. Jumlah erosi yang terjadi pada perlakuan 1 dan perlakuan 2 tersebut belum melebihi laju erosi yang diperbolehkan (Edp) untuk toleransi sebesar 12,5 ton/ha/tahun pada tanah-tanah di Indonesia (Hardjowigeno, 1992 dalam Hardjowigeno, 2007).



Gambar 2. Olah tanah guludan tanpa mulsa plastik



Gambar 3. Olah tanah teras guludan dan menggunakan mulsa plastik

Jika dilakukan uji beda rata-rata (Uji-t), hasilnya tidak ada pengaruh (berbeda tidak nyata) dari perlakuan terhadap erosi yang

ada di kelurahan Rurukan. Meskipun dengan menggunakan perangkat analisis uji-t hasil yang di dapat tidak ada pengaruh dari perlakuan terhadap erosi, tetapi bila diamati pada Gambar 1, terlihat perbedaan besar erosi pada tiap perlakuan. Pada perlakuan yang menggunakan mulsa plastik erosi yang dihasilkan lebih besar dari pada perlakuan yang tidak menggunakan mulsa plastik, hal itu disebabkan karena penggunaan mulsa plastik menyebabkan aliran permukaan lebih besar, sehingga tanah lebih mudah untuk terangkut yang menyebabkan erosi lebih besar pada perlakuan yang menggunakan mulsa plastik.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian erosi pada lahan hortikultura Kelurahan Rurukan disimpulkan bahwa :

1. Besar erosi tanah di lahan hortikultura pada petak guludan tanpa mulsa plastik pada saluran terpusat sebesar 103,59 gr/petak setara dengan 4,46 ton/ha/tahun.
2. Besar erosi tanah di lahan hortikultura pada petak teras guludan dengan menggunakan mulsa plastik pada saluran terpusat sebesar 149, 59 gr/petak setara dengan 6,47 ton/ha/tahun.
3. Jumlah erosi yang terjadi pada kejadian hujan dengan intensitas tertinggi 22,24 mm/jam pada petak guludan tanpa mulsa plastik sebesar 478,43 gr/petak, sedangkan pada petak teras guludan dengan menggunakan mulsa plastik sebesar 456,47 gr/petak.

5.2 Saran

Perlu adanya tindakan konservasi tanah untuk mengurangi erosi yang terjadi di kelurahan Rurukan. Tindakan konservasi tanah berupa rorak atau saluran buntu pada setiap saluran, agar air yang terkonsentrasi pada saluran akibat penggunaan mulsa

plastik dapat terjebak di dalam rorak, sehingga aliran permukaan bisa terinfiltrasi ke dalam tanah dan erosi yang terbawa aliran permukaan bisa terendap di dalam rorak. Pengolahan tanah yang dilakukan sebaiknya pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*), yaitu teknik konservasi tanah dimana gangguan mekanis terhadap tanah diupayakan sesedikit mungkin agar struktur tanah tetap terjaga sehingga tanah tetap gembur dan aliran permukaan bisa berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.
- Hardjowigeno, H. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Koleangan, L.A. 2011. Skripsi: Erosi pada pertanaman sawi (*brassica sp*) di lahan hortikultura rurukan. Unsrat.
- Polii, B. 2009. Analisis Spasial Infiltrasi Air pada Lahan Usaha Tani Hortikultura di DAS Mikro Rurukan Minahasa. Ekoton. Manado.
- Pomalingo, N., Husain, J. 2003. Analisis spasial infiltrasi air pada lahan usaha tani hortikultura di das mikro rurukan minahasa. <http://ejournal.unsrat.ac.id/.//228>. diakses 2 agustus 2012.
- Prijono, S., Rompas, D., Tamod, Z., Soemarno. 2012. The Effect of Tree Architecture Models on Rainfall Partitioning At the Upstream of Tondano Watershed, Minahasa Regency, North Sulawesi Province. Journal of Basic and Applied Scientific Research.
- Rahim, S.E. 2006. Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian

Lingkungan Hidup. Bumi Aksara.
Jakarta.

Surbakti, C.R. 2009. Kajian Tingkat
Bahaya Erosi pada Penggunaan
Lahan Hortikultura di Sub DAS
Lau Biang (Kawasan Hulu DAS
Wampu). Medan.

Suripin. 2001. Pelestarian Sumber Daya
Tanah dan Air. Penerbit Andi.
Yogyakarta

Sutedjo, M., Kartasapoetra, A.G. 2005.
Pengantar Ilmu Tanah
Terbentuknya Tanah dan Tanah
Pertanian. Rineka Cipta. Jakarta.