

**Prediksi Erosi dan Penetapan Nilai Erosi yang Dapat Ditoleransi pada  
Pertanaman Jagung di Desa Huluduatomo Kecamatan Suwawa  
Kabupaten Bone Bolango**

*Erosion Prediction and Determination of Tolerable Erosion Rate in Maize Fields of  
Huluduatomo Village, Suwawa District, Bone Bolango Regency*

**Yulian Lamato<sup>1</sup>, Nurmi<sup>2\*</sup>, Muh. Arief Azis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo  
Jl. Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Moutong, Kabupaten Bone Bolango, 96554

\*Correspondence author : nurmi@ung.ac.id

**ABSTRACT**

*The process of soil erosion is influenced by several factors. Those factors are rain erosivity, soil erodibility, slope and its length, grown cover crops, and soil conservation. This study aims to know how far the erosion can be predicted and how to determine the tolerable erosion value in corn. This study is conducted from August to October 2020 in Huluduatomo, Suwawa District, Bone Bolango District. This study uses USLE (Universal Soil Loss Equation) as the method in determining several factors such as rain erosivity, soil erodibility, slope and its length, plant factor and soil conservation measures. To analyse the data obtained, it uses the laboratory in Faculty of Agriculture at Hassanuddin University, Makassar. The result of this study shows that the erosion occurred in corn field with the 4% slope without any treatment of conservation has 655,349 tons/ha/year. Meanwhile, the tolerable erosion value is 8,96 ton/ha/year.*

**Keywords:** *Erosion Prediction, USLE Method, Tolerable Erosion Value, Corn*

**ABSTRAK**

Proses erosi tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor erosivitas hujan, faktor erodibilitas tanah, faktor panjang dan kemiringan lereng, faktor tanaman penutup tanah, dan faktor konservasi tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya erosi terprediksi dan nilai erosi yang dapat ditoleransi pada pertanaman jagung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus s/d bulan Oktober 2020 di Desa Huluduatomo Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango. Penelitian ini menggunakan Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dengan mempertimbangkan beberapa faktor dalam kajian erosi seperti faktor erosivitas hujan, faktor erodibilitas tanah, faktor panjang dan kemiringan lereng, faktor tanaman dan tindakan konservasi tanah. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium kimia dan kesuburan tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasamuddin, Makassar. Hasil penelitian

menunjukkan besarnya erosi yang terjadi pada lahan pertanaman jagung dengan kemiringan lereng 4% dan tanpa adanya tindakan konservasi yaitu sebesar 655,394 ton/ha/tahun. Sedangkan untuk nilai erosi yang dapat ditoleransi sebesar 8,96 ton/ha/tahun.

**Kata kunci:** *Prediksi Erosi, Metode USLE, Erosi yang dapat ditoleransi, Jagung*

## PENDAHULUAN

Tanah adalah suatu ruang daratan yang merupakan bagian dari lahan yang mempunyai banyak fungsi kehidupan (Makhrawie, 2012). Namun perlu diketahui bahwa tanah sendiri merupakan sumber daya alam yang sangat mudah mengalami kerusakan atau degradasi. Tanah dan air yaitu sumber daya alam utama yang pada dasarnya merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, namun mudah mengalami kerusakan.

Erosi adalah proses terkikisnya dan terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah oleh media alami yang berupa air. Erosi merupakan indikator adanya kesenjangan pada pemanfaatan atau penggunaan lahan di suatu wilayah. Namun perlu diketahui bahwasanya erosi juga dapat terjadi secara alami (Anwar, 2009). Terjadinya erosi pada suatu wilayah dapat diprediksi melalui prediksi yang sudah ada. Salah satu metode prediksi erosi adalah metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*).

Metode USLE ini mempertimbangkan beberapa faktor dalam kajian erosi seperti faktor erosivitas hujan, faktor erodibilitas tanah, faktor panjang dan kemiringan lereng, faktor tanaman, dan faktor tindakan konservasi tanah (Arsyad, 2010). Menurut Suripin (2004) USLE

dirancang untuk memprediksi erosi jangka panjang dan erosi lembar (*sheet erosion*) dan erosi alur dibawah kondisi tertentu.

Usahatani tanaman jagung biasanya memanfaatkan lahan dengan lereng >15%, dengan bentuk wilayah berbukit dan bergunung, tanpa menerapkan konservasi tanah dan air. Hal ini dapat memicu meningkatnya erosi tanah pada lahan pertanaman jagung sehingga tingkat erosi yang terjadi cukup besar, menurunkan potensi sumber daya lahan dan air serta degradasi lingkungan di masa depan. Oleh karena itu dalam penelitian ini perlu diketahui berapa nilai erosi terprediksi dan nilai erosi yang dapat ditoleransi pada pertanaman jagung sehingga dapat dijadikan dasar pemilihan tindakan konservasi yang tepat.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus s/d bulan September 2020. Lokasi penelitian bertempat di Desa Huluduatomo Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Universitas Hasanuddin Makassar. Bahan yang digunakan antara lain, sampel tanah, dan data curah hujan 5

tahun terakhir. Sedangkan untuk Alat yang digunakan meliputi cangkul, pisau pandu, meteran, ring sampel, clinometer, Alat tulis, kantong plastik, serta alat-alat yang digunakan untuk uji analisis tanah di laboratorium.

Penelitian ini dilakukan pada kemiringan lereng 4% dengan menggunakan pendekatan site lokasi. Selain itu juga menggunakan metode observasi data primer dan data sekunder melalui survey lapangan untuk mengetahui nilai prediksi erosi pada pertanaman jagung. Data primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan penelitian langsung dilapangan dan hasil analisa laboratorium. Pengambilan data primer di lapangan sangat diperlukan untuk melengkapi penelitian ini diantaranya mengukur panjang dan

kemiringan lereng, mengukur kedalaman efektif tanah, menganalisis sifat fisik tanah yang terdiri dari tekstur, struktur, kandungan bahan organik, dan permeabilitas tanah. Data sekunder adalah data yang sudah ada sebelumnya yang di dapat dari literatur atau dari instansi-instansi yang terkait, seperti data Curah hujan 5 tahun terakhir, tabel nilai C tanaman, dan tabel faktor tindakan konservasi lahan (ada tidaknya tindakan konservasi tanah).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Faktor Erosivitas Hujan (R)

Salah satu faktor yang menentukan dalam prakiraan besarnya erosi tanah adalah eosivitas hujan. Indeks erosivitas hujan di lokasi penelitian di sajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Erosivitas Hujan selama 5 Tahun (2015-2019)

Bulan	*RAIN (cm)	RAIN <sup>1,21</sup>	*DAYS	DAYS <sup>0,47</sup>	*P.MAX (cm)	P.MAX <sup>0,53</sup>	**R (Cm/thn)
Jan	14,96	26,40	1,18	0,93	4,36	2,18	326,21
Feb	13,24	22,78	0,88	1,06	3,64	1,98	293,52
Mar	11,3	18,80	0,86	1,07	2,78	1,72	212,34
Apr	13	22,28	1,12	0,95	3,96	2,07	268,04
Mei	9,68	15,59	1	1,00	2,46	1,61	153,74
Jun	17,26	31,39	1,02	0,99	4,48	2,21	421,34
Jul	7,4	11,27	0,62	1,25	3,1	1,82	157,20
Ags	8,4	13,13	0,8	1,11	4,23	2,15	191,68
Sep	10,5	17,20	0,65	1,22	3,55	1,96	252,27
Okt	13,06	22,40	0,94	1,03	3,72	2,01	283,13
Nov	11,96	20,14	1	1,00	3,36	1,90	234,26
Des	10,42	17,05	1,04	0,98	3,38	1,91	195,26
<b>Jumlah</b>	<b>141,18</b>	<b>234,44</b>	<b>11,11</b>	<b>12,60</b>	<b>43,02</b>	<b>23,52</b>	<b>2988,99</b>
<b>Rerata</b>	<b>11,77</b>	<b>19,87</b>	<b>0,93</b>	<b>1,05</b>	<b>3,59</b>	<b>1,96</b>	<b>249,08</b>

Keterangan: RAIN= Rata-rata Curah Hujan Bulanan(cm), DAYS= Rata-rata Jumlah Hari Hujan(Hari), P.MAX = Curah Hujan Maksimum (cm).

\*) Data diperoleh dari BMKG Bone Bolango

\*\*) Dihitung dengan rumus Bols (1978)

Dari data tabel di atas menunjukkan nilai erosivitas hujan selama 5 tahun di kecamatan Suwawa Kab. Bone Bolango yang dihitung berdasarkan rumus Bols (1978) yaitu sebesar 2.988,99 cm/ha/thn. Jumlah curah hujan bulanan sebesar 141,18 cm/ha/thn yang menyebabkan nilai erosivitas yang diperoleh tinggi, jumlah hari hujan sebesar 11,11 hari, dan jumlah curah hujan maksimum sebesar 43,02 cm/ha/thn. Nilai erosivitas tersebut merupakan indeks besarnya tenaga curah hujan yang menyebabkan erosi pada lahan pertanian jagung. Menurut Arsyad (2010) Salah satu sifat hujan yang sangat penting dalam mempengaruhi erosi adalah energi kinetik hujan tersebut, karena merupakan penyebab pokok dalam penghancuran agregat-agregat tanah. Energi kinetik hujan itu sendiri mempengaruhi erosi namun korelasi yang lebih erat dengan erosi diperoleh

dengan menggunakan intensitas curah hujan. Jadi dapat disimpulkan antara energi kinetik dan intensitas curah hujan, yang paling berpengaruh terhadap besarnya erosi adalah intensitas hujan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Martono (2004) yang menyatakan bahwa yang berpengaruh terhadap erosivitas hujan adalah energi kinetik dan intensitas curah hujan. Namun jika dibandingkan antara energi kinetik dan intensitas curah hujan, maka yang paling berpengaruh terhadap besarnya erosivitas hujan adalah intensitas curah hujannya.

**Faktor Erodibilitas Tanah (K)**

Nilai erodibilitas tanah ini di dapat dari hasil pengujian laboratorium yang dilakukan pada sampel tanah yang di ambil dari lokasi penelitian. Nilai erodibilitas tanah dilokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Erodibilitas Tanah

Kemiringan lahan	M	a	b	Permeabilitas	c	*K	Kategori
4 %	2650,8	3,235	2	5,033	4	0,222	Rendah

Keterangan: *M* = *Tekstur tanah,*

*a* = *C-organik (%)*

*b* = *Kode struktur tanah.*

*c* = *Kode permeabilitas*

*\*K* = *Nilai erodibilitas tanah yang dihitung menggunakan persamaan Wischmeier dan Smith(1978) dalam Arsyad (2010)*

Dari data tabel 2. Menunjukkan bahwa nilai erodibilitas tanah (K) pada kemiringan 4% yaitu 0,222 dan termasuk dalam kategori rendah. Dari hasil uji laboratorium dapat diketahui juga bahwa tekstur tanah sebesar 2650,8 kandungan C organik sebesar 3,235, dan

laju permeabilitas sebesar 5,033 dengan kode permeabilitas yaitu 4. Tekstur tanah berpengaruh terhadap erodibilitas tanah yaitu semakin besar nilai tekstur tanah maka nilai erodibilitas tanah juga akan cenderung semakin besar pula, sebaliknya semakin halus nilai tekstur

tanah maka nilai erodibilitas tanah semakin rendah (Harjadi, 2004). Tekstur tanah juga dapat mempengaruhi permeabilitas dalam tanah, semakin halus tekstur tanah maka permeabilitasnya semakin lambat, sebaliknya semakin kasar tekstur tanah maka permeabilitas dalam tanah akan semakin cepat. Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi erodibilitas tanah yaitu kandungan bahan organik. Bahan organik tanah dapat mempengaruhi nilai erodibilitas tanah karena bahan organik memiliki fungsi sebagai perekat tanah dalam pembentukan agregat tanah. hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Bennet (1955) dalam Suripin (2002) yang menyatakan bahwa fungsi bahan organik dalam pencegahan terjadinya erosi yaitu sebagai pemantap peretakan tanah dalam pembentukan agregat. Selain baha organik, struktur tanah juga berperan sebagai pemantap

agrefat-agregat tanah. menurut Sarief (1989) dalam Arsyad (2010) ada 2 aspek struktur tanah yang penting dalam hubungannya dengan erosi yaitu (1) sifat fisika kimia liat yang menyebabkan terbentuknya agregat dan tetap berada dalam bentuk agregat meskipun terkena air, (2) adanya bahan perekat butir-butir primer sehingga terbentuk agregat yang mantap.

### **Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)**

Ada 2 hal yang dapat mempengaruhi erosi dalam hal topografi yaitu panjang lereng dan kemiringan lereng. Faktor topografi mempengaruhi besarnya erosi yang terjadi dengan menggunakan metode USLE. Berdasarkan penelitian di lapangan, panjang dan kemiringan lereng dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

<b>Bentuk Wilayah</b>	<b>Panjang Lereng</b>	<b>Kemiringan Lereng</b>	<b>Nilai LS</b>
Bergelombang	28 m	4%	1,37992

Dari data tabel di atas dapat diketahui bahwa faktor panjang dan kemiringan lereng pada pertanaman jagung yaitu sebesar 1,37992 dengan bentuk wilayah bergelombang dan panjang lereng yaitu 28m. Pengaruh kemiringan lereng terhadap erosi disebabkan oleh adanya kecepatan aliran permukaan. Semakin besar kemiringan lereng maka kecepatan aliran permukaan juga akan semakin besar sehingga berpengaruh terhadap daya gerus air pada tanah serta

kemampuan air dalam menghanyutkan tanah, sebaliknya jika semakin kecil kemiringan lereng maka kecepatan aliran permukaan akan semakin kecil sehingga daya gerus air dan kemampuan air dalam menghanyutkan tanah semakin kecil. Secara teoritis apabila kecepatan meningkat dua kali, daya erosivitas akan meningkat menjadi empat kali dan banyaknya material dengan ukuran tertentu yang terbawa sama dengan dua pangkat lima kali (Hardjowigeno, 2018). Pengaruh

kemiringan lereng terhadap erosi disebabkan oleh kecepatan aliran permukaan. Makin tinggi lereng maka air yang mengalir makin cepat. Daya gerus air pada tanah serta kemampuan air menghanyutkan tanah dipengaruhi oleh kecepatan aliran permukaan (Utomo, dkk. 2016).

**Faktor Pengelolaan Tanaman (C) dan Faktor Tindakan Konservasi Tanah (P)**

Faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah merupakan faktor penting dalam penentuan besarnya erosi. Penentuan nilai C dilakukan di lapangan dengan mengidentifikasi jenis penggunaan lahan, sedangkan nilai P ditentukan berdasarkan ada tidaknya suatu tindakan terhadap lahan, khususnya tindakan konservasi. Nilai faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai faktor pengelolaan Tanaman C dan Tindakan Konservasi Tanah P

Kemiringan lereng (%)	Faktor C	*Nilai faktor C	Faktor P	*Nilai faktor P
4	Tanaman jagung	0,7	Tanpa tindakan konservasi	1,00

Keterangan:\*) Menurut Abdurachman (1984) dalam Arsyad (2010)

Dari data tabel 4. Di atas dapat diketahui bahwa faktor pengelolaan tanaman (C) untuk tanaman jagung berdasarkan Abdurachman (1984) dalam Asdak (2002) yaitu 0,7 sedangkan untuk faktor tindakan konservasi tanah (P) yaitu tanpa adanya tindakan konservasi dengan nilai faktor 1,00. Tanaman penutup tanah mempunyai peranan besar dalam menghambat dan mencegah erosi, karena tanaman penutup tanah dapat menghalangi pukulan langsung butir-butir hujan sehingga kerusakan tanah oleh pukulan air hujan dapat dicegah, selain itu juga dapat mengurangi kecepatan aliran permukaan. Faktor vegetasi penutup tanah juga berpengaruh terhadap besarnya erosi tanah. Semakin rapat atau semakin padat tanaman yang tumbuh di atas lahan maka semakin kecil terjadinya

aliran permukaan (Ziliwu, 2002). Tanaman penutup tanah mempunyai peranan besar dalam menghambat dan mencegah erosi, karena tanaman penutup tanah dapat menghalangi pukulan langsung butir-butir hujan sehingga kerusakan tanah oleh pukulan air hujan dapat dicegah. Pola pertanaman dan jenis tanaman yang dibudidayakan sangat berpengaruh terhadap penutupan tanah dan produksi bahan organik sebagai pemantap tanah (Arsyad, 2010).

**Prediksi Erosi Metode USLE (Universal soil loss equation)**

Persamaan USLE yang digunakan adalah persamaan Wischmeier and Smith (1965) dalam Arsyad (2010). Hasil perhitungan erosi pada tanaman jagung di Kecamatan Suwawa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai prediksi erosi metode USLE (*Universal soil loss equation*)

<b>Kemiringan</b>	<b>R</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>A</b>
4%	2988,99	0,222	1,37992	0,7	1,00	640,9577

Dari data tabel 5. Dapat diketahui bahwa nilai erosi yang terjadi pada pertanaman jagung di Kecamatan Suwawa dengan kemiringan 4% yaitu sebesar 640,9577 ton/ha/thn. Sedangkan untuk nilai erosivitas hujan yaitu sebesar 2988,99 cm/ha/thn, nilai erodibilitas tanah yaitu sebesar 0,222 nilai panjang dan kemiringan lereng sebesar 1,37992 nilai vegetasi penutup tanah sebesar 0,7, dan nilai tindakan konservasi tanah yaitu sebesar 1,00. Mengetahui besarnya erosi yang terjadi disuatu wilayah merupakan hal yang penting, karena selain dapat mengetahui banyaknya tanah yang terangkut juga dapat digunakan sebagai salah satu jalan untuk mencari sebuah solusi dalam menentukan tindakan konservasi yang dapat diterapkan. USLE memungkinkan prediksi laju erosi rata-rata suatu lahan pada suatu kemiringan dengan

pola hujan tertentu untuk setiap macam jenis tanah dan penerapan pengolahan lahan. USLE adalah model perhitungan erosi yang dirancag untuk memprediksi rata-rata erosi tanah dalam jangka waktu panjang dari suatu areal pertanian dengan sistem pertanaman dan pengelolaan tertentu, Wischmeier dan Smith (1965) dalam Arsyad (2010).

#### **Erosi Yang Dapat Ditoleransi (E-tol)**

Besarnya erosi yang dapat ditoleransi ditetapkan berdasarkan persamaan Thompson (1957) dalam Arsyad (2010) dimana dalam penetapan nilai erosi yang dapat ditoleransi berpedoman pada penetapan nilai T dengan menggunakan kedalaman tanah, permeabilitas lapisan bawah dan kondisi substratum. Nilai erosi yang dapat ditoleransi dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai erosi yang dapat ditoleransi (E-tol)

<b>Sifat tanah dan substratum</b>	<b>Nilai T</b>
Tanah dengan lapisan bawahnya permeabilitas lambat, di atas bahan yang tidak terkonsolidasi	8,96

Keterangan : \*) *dihitung menggunakan persamaan Thompson (1957) dalam Arsyad (2010)*

Besarnya nilai erosi yang dapat ditoleransi (E-tol) dipengaruhi oleh kedalaman tanah, keadaan sifat tanah, dan substratum. Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai erosi yang dapat ditoleransi pada pertanaman jagung di kemiringan 4% yaitu 8,96

ton/ha/th. Dengan perhitungan prediksi erosi dan nilai erosi yang dapat ditoleransi kita dapat mengetahui besarnya erosi terprediksi yang terjadi pada pertanaman jagung yaitu sebesar 655,394 ton/ha/th, sedangkan untuk nilai erosi yang dapat ditoleransi sebesar

8,96 ton/ha/th. Tujuan penetapan batas laju erosi yang dapat ditoleransikan adalah agar dapat menurunkan laju erosi pada suatu lahan baik pertanian maupun nonpertanian terutama pada lahan-lahan yang mempunyai kemiringan yang berlereng. Secara teori dapat dikatakan bahwa laju erosi harus seimbang dengan laju pembentukan tanah, namun dalam prakteknya sangat sulit untuk mencapai keadaan yang seimbang tersebut (Nurpilihan, dkk., 2011).

### KESIMPULAN

Nilai erosi terprediksi yang terjadi pada lahan pertanaman jagung Desa Huludatomo Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango pada kemiringan 4% yaitu sebesar 640,9877 ton/ha/thn.

Erosi yang dapat ditoleransi pada pertanaman jagung yaitu sebesar 85,12 ton/ha/thn dengan Penetapan nilai T tanah yaitu 8,96 ton/ha/tahun dan beratnya volume tanah (Bulk density) yaitu 0,95 g/cm<sup>3</sup>.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, R.M., Pudyono., Sahiruddin, M. 2009. Penanggulangan Erosi Secara Struktural pada Daerah Aliran Sungai Bango. *Jurnal Rekayasa Sipil* : 3 (1): 51
- Arsyad, S., 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harjadi, B. 2004. Penetapan Rumus Prediksi Erosi Sebagai Pendekatan Nilai Erosi Aktual pada Lahan Kering Palawija di Banjarnegara. *Sains Tanah. Jurnal Penelitian Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* Vol.3 No.1 Januari 2004. Hal 1-5 Surakarta.
- Makhrawie. 2012. Evaluasi Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa Pada Areal Lahan Kering di Kota Tarakan. *Jurnal Media Sains*: 4 (2): 185
- Martono. 2004. Pengaruh Intensitas Hujan Dan Kemiringan Lereng Terhadap Laju Kehilangan Tanah Pada Tanah Regosol Kelabu. Tesis. Megister Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Semarang
- Nurpilihan Bafdal, K. Amaru, dan E. Suryadi. 2011. *Buku Ajar Teknik Pengawetan Tanah dan Air*. Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Unpad. Bandung. ISBN 978-602-9234-02-2
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Utomo, K.M., Sudarsono, B. Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja, Wawan. 2016. *Ilmu Tanah Dasar-dasar dan Pengelolaan*.



Edisi Pertama. Pranamedia  
Group. Jakarta

Ziliwu Y. 2002. Pengaruh Beberapa  
Macam Tanaman Terhadap  
Alira Permukaan dan Erosi.  
Tesis. Program Megister Teknik  
Sipil. Universitas Diponegoro.  
Semarang