

## **Study Of Soil Erodibility Using The Erickson Method In The Downstream Of The Kombot Das, Pinolosian District, Bolaang Mongondow Selatan Regency**

Kajian Erodibilitas Tanah Dengan Metode Erickson Di Hilir Das Kombot Kecamatan Pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan

**Jorly Richarzon Tindage<sup>1</sup>, Tilda Titah<sup>\*2</sup>, Yani Ezrah Bartolomeus Kamagi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado

\*Corresponding author:

[titahilda@gmail.com](mailto:titahilda@gmail.com)

Manuscript received: 9 Oct. 2023. Revision accepted: 18 Dec. 2023.

### **Abstract**

A watershed is a plain area bounded by hills or mountains that stores, accommodates, and drains water from upstream to downstream of the river. Watersheds (DAS) are part of the unity of resources where humans actively use them. In this study, the aspect studied was the condition of the soil texture which aims to determine the erodibility (K) of the soil around the Kombot watershed. This study used survey methods and laboratory analysis to obtain data on soil texture and erodibility (K). The results showed that: 1) The soil erodibility value was very high in the soil sample (1) with a K value of 0.60 at a slope of 0-40° with land use namely moor while soil texture class was dusty clay, 2) The soil erodibility value of low value is found in the soil sample (13) with a K value of 0.17 on slopes 9-14° with plantation land use while the soil texture class is sandy loam, 3) soil texture is a factor that affects the value of soil erodibility (K), because soil texture has a sensitivity to erosion.

Keywords: Kombot watershed, soil erodibility, soil texture

### **Abstrak**

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah dataran yang dibatasi oleh perbukitan atau pegunungan yang berfungsi sebagai tempat menampung, menampung, dan mengalirkan air dari hulu ke hilir sungai. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan bagian dari kesatuan sumber daya yang dimanfaatkan secara aktif oleh manusia. Dalam penelitian ini aspek yang diteliti adalah kondisi tekstur tanah yang bertujuan untuk mengetahui erodibilitas (K) tanah di sekitar DAS Kombot. Penelitian ini menggunakan metode survei dan analisis laboratorium untuk memperoleh data tekstur dan erodibilitas tanah (K). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Nilai erodibilitas tanah pada sampel tanah sangat tinggi (1) dengan nilai K 0,60 pada kemiringan 0-40° dengan penggunaan lahan yaitu tegalan sedangkan kelas tekstur tanah lempung berdebu, 2) Nilai erodibilitas tanah yang bernilai rendah terdapat pada contoh tanah (13) dengan nilai K sebesar 0,17 pada lereng 9-14° dengan penggunaan lahan perkebunan sedangkan kelas tekstur tanahnya adalah lempung berpasir, 3) tekstur tanah merupakan faktor yang mempengaruhi nilai erodibilitas tanah (K), karena tekstur tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi.

Kata kunci: DAS Kombot, Erodibilitas Tanah, Tekstur Tanah.

## **PENDAHULUAN**

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kombot adalah salah satu DAS yang ada di provinsi Sulawesi Utara lebih khusus berada di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan (Bolsel). DAS ini mengambil peran yang sangat penting karena terdapat aktivitas masyarakat di dalam DAS tersebut.

Kerusakan tanah pada DAS Kombot yang terjadi akibat erosi tanah akan memberikan dampak negatif pada kehidupan sosial masyarakat serta mengancam fungsi tanah sebagai pusat kehidupan makhluk hidup terutama

pertumbuhan tanaman yang ada disekitarnya.

Tanah memiliki peran sentral sebagai media tumbuh tanaman yang terdiri atas komponen padat, gas, dan cair. Sebagai media tanam, tanah menjadi sumber penyedia unsur hara, air, dan udara sehingga membantu akar untuk menarik makanan dari dalam tanah. Tanah yang miskin akan unsur hara sangat berpotensi untuk menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, maka dari itu perlu adanya kegiatan untuk menjaga kesuburan tanah. Salah satu faktor yang

mempengaruhi kesuburan tanah adalah tingkat kehilangan tanah yang disebabkan oleh proses erosi yang berjalan secara terus menerus.

Untuk melihat besarnya erosi tanah yang terjadi dapat dilihat dari nilai atau indeks erodibilitas tanah (K) yang ada. Erodibilitas tanah merupakan kepekaan tanah atau ketahanan tanah dalam menahan butiran air hujan yang jatuh, dan aliran permukaan. Erodibilitas terjadi dipengaruhi oleh sifat fisik tanah. Menurut Arsyad (2012) bahwa faktor fisik tanah yang mempengaruhi erosi adalah struktur, tekstur. Adapun klasifikasi kelas erodibilitas tanah di Indonesia seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Kelas Erodibilitas Tanah di Indonesia (Arsyad, 2010)

Kelas	Nilai K	Harkat
1	0,00-0,10	Sangat rendah
2	0,11-0,21	Rendah
3	0,22-0,32	Sedang
4	0,33-0,44	Agak tinggi
5	0,45-0,55	Tinggi
6	0,56-0,64	Sangat tinggi

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di hilir DAS sungai Kombat, Kecamatan Pinolosian Kab. Bolaang Mongondow Selatan dan sub laboratorium fisika dan konservasi tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi. Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan yaitu pada bulan Maret–Juni 2022.

### Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei. Pengambilan sampel tanah di lapangan dilakukan secara *purposive sampling* pada titik tertentu berdasarkan pada kemiringan lereng dan jenis penggunaan tanah.

### Hal-hal yang diamati

- 1). Kemiringan lereng
- 2). Penggunaan lahan
- 3). Tekstur tanah

### Prosedur penelitian

Adapun prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan peta dasar dan peralatan survei.
2. Melakukan pengambilan sampel tanah secara *purposive sampling* di lapangan berdasarkan pada berbagai keadaan kemiringan lereng dengan penggunaan lahan yang berbeda.
3. Tetapkan titik pengamatan dengan GPS.
4. Sampel tanah dari lapangan kemudian dilakukan pemilahan data.
5. Selanjutnya sampel tanah dikering anginkan selama satu minggu di laboratorium.
6. Setelah kering sampel tanah diayak dengan ayakan 2 mm.
7. Tanah ditimbang sebanyak 10 gram.
8. Data fraksi pasir, debu dan liat selanjutnya dimasukkan dalam nomograf segitiga erodibilitas seperti pada gambar 2.
9. Nilai K yang diperoleh kemudian disusun dalam bentuk tabel kemudian uraikan.

Ket: Titik Koordinat (LU dan BT) meliputi:

- (1)=0,4001991;124,1608447
- (2)=0,400356;124,160466
- (3)=0,400384;124,159965
- (4)=0,400527;124,158307
- (5)=0,400524;124,159009
- (6)=0,401243;124,156735
- (7)=0,404400;124,158260
- (8)=0,401674;124,160323
- (9)=0,402564;124,159794
- (10)=0,399436;124,161859
- (11)=0,398130;124,162117
- (12)=0,405851;124,157297
- (13)=0,399103;123,162003
- (14)=0,397908;124,164326
- (15)=0,396796;124,164347
- (16)=0,394966;124,164525
- (17)=0,399200;124,163632
- (18)=0,399023;124,162889
- (19)=0,411317;124,150292

$$(20)=0,409665;124,151227$$

$$(21)=0,397331;124,161816$$

Selain menggunakan alat-alat dan bahan dalam proses penelitian umumnya, Penentuan persentase fraksi pasir, debu dan liat. Selanjutnya penetapan kelas tekstur tanah dengan menggunakan segitiga tekstur. Nilai K yang diperoleh kemudian disusun dalam bentuk tabel kemudian uraikan. Selanjutnya melakukan analisis tiga fraksi tanah sesuai prosedur analisis laboratorium.

### Analisis Data

Analisis tekstur tanah menggunakan metode pipet. Untuk penentuan nilai K menggunakan cara Nomograf Segitiga (Trianguler Nomograph) K berdasarkan

Erickson (1977) dalam Goldman, dkk. (1986). Data-data nilai K yang terkumpul disusun dalam tabel kemudian diklasifikasikan menurut ARSYAD (2010) selanjutnya diuraikan secara deskriptif.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di hilir DAS Kombat yang terletak di wilayah Kecamatan Pinolosian, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Lokasi penelitian berada pada titik koordinat  $0^{\circ}24'40.7''$ - $0^{\circ}23'41.9''$ LU dan  $124^{\circ}09'01.1''$  -  $124^{\circ}09'52.3''$  BT. Di lokasi penelitian seperti dalam Gambar 1 mempunyai kemiringan lereng yang bervariasi mulai dari  $0$ - $<25^{\circ}$  dengan penggunaan lahan yaitu tegalan, semak belukar, perkebunan, lahan terbuka, dan hutan.



**Gambar 1. Peta Pengambilan Titik-Titik Sampel di Lapangan.**

Dari tabel 2 memperlihatkan bahwa kelas tekstur yang ada di hilir DAS Kombat adalah lempung, lempung berdebu, lempung berpasir, dan pasir berlempung. Kelas tekstur lempung mendominasi tekstur yang ada di lokasi penelitian.

Berdasarkan data pada tabel 2 dan dengan menggunakan segitiga Nomograf nilai K (Erickson, 1977) diperoleh nilai K seperti pada tabel 3. Dimana memperlihatkan bahwa nilai K di lokasi penelitian menyebar dari  $0,17$ - $0,60$  yang didominasi oleh harkat agak tinggi.

Tabel 2 Data Hasil Analisis Kelas Tekstur Tanah

Kode Sampel	Pasir	Debu	Liat	Kelas Tekstur Tanah
1	22	69	9	Lempung Berdebu
2	64	29	7	Lempung Berpasir
3	32	49	19	Lempung
4	37	48	15	Lempung
5	59	23	18	Lempung Berpasir
6	41	43	16	Lempung
7	75	24	1	Pasir Berdempung
8	43	49	8	Lempung
9	28	53	19	Lempung
10	30	54	16	Lempung
11	67	29	4	Lempung Berpasir
12	54	34	12	Lempung Berpasir
13	76	15	9	Lempung Berpasir
14	46	37	17	Lempung
15	45	39	16	Lempung
16	14	65	21	Lempung
17	30	57	13	Lempung
18	53	35	12	Lempung
19	60	27	13	Lempung Berpasir
20	36	43	21	Lempung
21	46	43	11	Lempung

Table 3. Nilai K di lokasi penelitian

No Sampel	P	D	L	Nilai K	Harkat
1	22	69	9	0,60	Sangat Tinggi
2	64	29	7	0,30	Sedang
3	32	49	19	0,41	Agak Tinggi
4	37	48	15	0,43	Agak Tinggi
5	59	23	18	0,24	Sedang
6	41	43	16	0,40	Agak Tinggi
7	75	24	1	0,28	Sedang
8	43	49	8	0,46	Tinggi
9	28	53	19	0,43	Agak Tinggi
10	30	54	16	0,46	Tinggi
11	67	29	4	0,33	Agak Tinggi
12	54	34	12	0,38	Agak Tinggi
13	76	15	9	0,17	Rendah
14	46	37	17	0,34	Agak Tinggi
15	45	39	16	0,34	Agak Tinggi
16	14	65	21	0,47	Tinggi
17	30	57	13	0,49	Tinggi
18	53	35	12	0,38	Agak Tinggi
19	60	27	13	0,29	Sedang
20	36	43	21	0,39	Agak Tinggi
21	46	43	11	0,39	Agak Tinggi

## Pembahasan

### Kemiringan 0-4°

Pada kemiringan ini terdapat empat titik sampel dengan penggunaan lahan tegalan, perkebunan, semak belukar, dan lahan terbuka yang mempunyai nilai K yang

bervariasi mulai dari 0,17-0,60. Nilai-nilai tersebut mempunyai harkat rendah sampai sangat tinggi. Lokasi (1) memiliki nilai K 0,60 masuk dalam kategori harkat yang sangat tinggi dengan penggunaan lahan yaitu tegalan, titik sampel (2) memiliki nilai K 0,30 masuk dalam harkat sedang dengan

penggunaan lahan perkebunan, kemudian titik sampel (3) masuk dalam harkat agak tinggi karena nilai K yang diperoleh yaitu 0,41 dengan penggunaan lahan semak belukar, dan titik sampel (13) yaitu lahan terbuka dengan nilai K 0,17 masuk dalam kriteria rendah. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh kandungan fraksi pasir, debu, dan liat yang terkandung pada tanah tersebut.

#### **Kemiringan 5-8°**

Kemiringan ini terdapat lima titik pengamatan dengan penggunaan lahan yang beragam diantaranya yaitu perkebunan, tegalan, hutan, semak belukar, dan lahan terbuka. Pada kemiringan ini nilai K juga beragam, mulai dari sedang sampai tinggi dengan nilai K yaitu 0,24-0,46. Titik sampel (5) dan (7) memiliki nilai K berturut-turut yaitu 0,24 dan 0,28 masuk dalam harkat sedang dengan penggunaan lahannya yaitu tegalan dan semak belukar, sedangkan titik sampel (4) nilai K adalah 0,43 dan sampel (6) 0,40 dengan penggunaan lahan yaitu perkebunan dan hutan masuk dalam kriteria agak tinggi, kemudian sampel sepuluh yang merupakan lahan terbuka

#### **Kemiringan 9-14°**

Pada kemiringan ini terdapat empat titik pengamatan diantaranya sampel (8), (9), (12), dan (20) dengan masing-masing penggunaan lahan yang berbeda-beda diantaranya yaitu tegalan, perkebunan, lahan terbuka, dan semak belukar. Dari data nilai K pada tabel 3 memperlihatkan bahwa titik sampel (9), (12), dan (20) mempunyai harkat nilai K agak tinggi, yaitu : 0,43, 0,38, 0,39. Sedangkan pada sampel (8) dengan nilai K 0,46 berharkat tinggi.

#### **Kemiringan 15-24°**

Pada kemiringan ini diperoleh empat titik sampel tanah yang diamati yaitu (11), (14), (17), dan (18) seperti pada tabel 1. Nilai K yang diperoleh dari masing-masing titik sangat bervariasi, sampel (11) dengan nilai K 0,33, sampel (14) dengan nilai K 0,34, sampel (17) dengan nilai K 0,49, dan sampel (18) dengan nilai K 0,38 seperti

terlihat pada tabel 3. Penggunaan lahan pada titik sampel dan kemiringan ini pun beragam yaitu tegalan, lahan terbuka, semak belukar, dan perkebunan. Dari data nilai K pada tabel 3 memperlihatkan bahwa sampel(11), (14), dan (18) masuk dalam kategori erodibilitas agak tinggi sedangkan pada sampel (17) masuk dalam harkat tinggi.

#### **Kemiringan 25°**

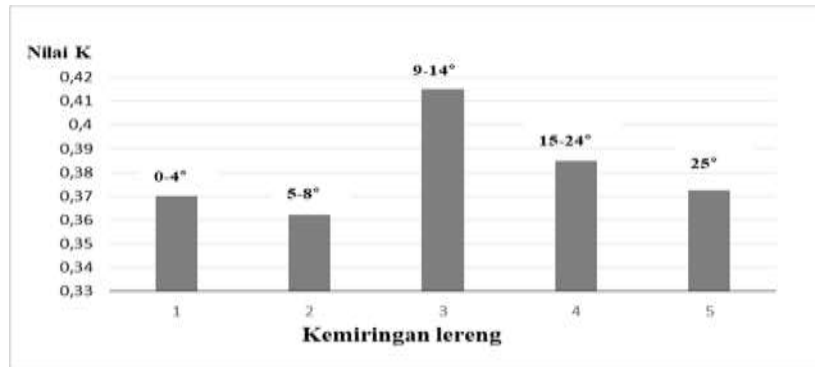
Dari hasil tabel 2 memperlihatkan bahwa pada kemiringan ini terdapat empat sampel yaitu (15), (16), (19), dan (21) dengan penggunaan lahan, nilai K dan kriteria erodibilitas yang berbeda. Penggunaan lahan pada kemiringan ini beragam yaitu tegalan (15), lahan terbuka (16), semak belukar (19), dan perkebunan (21). Mengacu pada tabel 4 diperoleh bahwa nilai K pada masing-masing sampel berbeda-beda yaitu sampel (19) nilai K 0,29 kategori erodibilitas sedang, sampel (15) dengan nilai K 0,34 dan sampel (21) nilai K 0,39 masuk dalam kriteria erodibilitas agak tinggi, sedangkan pada sampel (16) diperoleh nilai K yaitu 0,47 masuk dalam harkat erodibilitas tinggi.

Pada penelitian ini tidak ditemukan kandungan liat di atas 40% yang memberikan harkat nilai K yang rendah. Kandungan liat yang ada seperti pada sampel 16 dan 20 (lihat tabel 3), menunjukkan harkat nilai K tinggi dan agak tinggi. Nilai K ini banyak disebabkan oleh kandungan fraksi debu yang tinggi, dimana kondisi ini sangat berpengaruh terhadap mudah tidaknya tanah itu tererosi. Oleh Asak (2010), bahwa tanah dengan kandungan dominan liat, ikatan antar partikel-partikel tanahnya tergolong kuat. Liat juga memiliki kemampuan memantapkan agregat tanah sehingga tanah tidak mudah tererosi. Nilai K 0,17 dengan harkat rendah terdapat pada titik sampel 13 (tabel 3). Kondisi ini disebabkan oleh kandungan fraksi pasir yang dominan yaitu sekitar 76 %. Oleh asdak (2010) mengemukakan bahwa tanah dengan

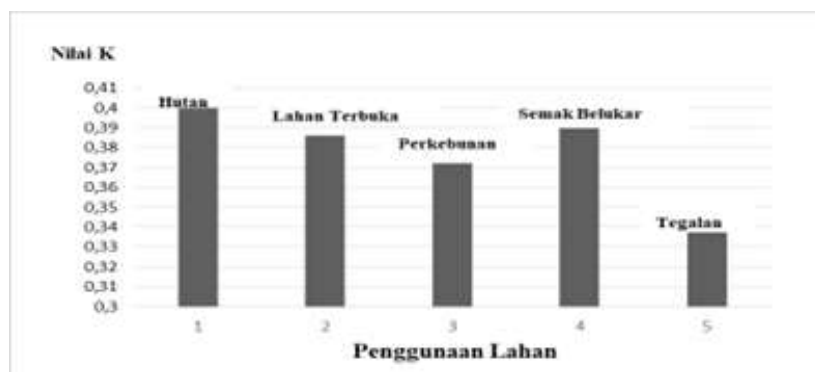
kandungan dominan fraksi pasir (tekstur kasar) kemungkinan untuk terjadinya erosi

### Kajian Nilai Erodibilitas Tanah di Hilir DAS Kombot.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai K di hilir DAS Kombot yang ditunjukkan seperti pada gambar grafik 1, dan grafik 2.



Grafik 1. Hubungan Nilai K terhadap Kemiringan Lereng



Grafik 2 Hubungan Nilai K dengan Penggunaan Lahan

Grafik 1 di atas, menunjukkan bahwa nilai K rata-rata dari tiap kemiringan lereng tidak menunjukkan suatu pola yang teratur apakah dia naik atau turun terhadap kondisi lereng itu sendiri. Tetapi nilai K yang ditunjukkan pada gambar 1 memperlihatkan nilai yang bervariasi.

Adapun pada grafik 2, menunjukkan bahwa nilai K rata-rata dari tiap penggunaan lahan dari hutan sampai penggunaan lahan terbuka tidak menunjukkan suatu pola yang teratur apakah nilainya naik atau turun dari K itu sendiri. Tetapi nilai K yang ditunjukkan pada gambar 2 memperlihatkan nilai K yang bervariasi.

Berdasarkan hasil penelitian seperti terlihat pada grafik 1 dan grafik 2, memberikan gambaran bahwa nilai K di

lokasi penelitian tidak dipengaruhi oleh faktor kemiringan lereng maupun penggunaan lahan. Tetapi nilai K yang ada lebih banyak dipengaruhi oleh faktor tekstur tanah lebih khusus pada kandungan fraksi pasir, debu, ataupun liat yang terkandung pada tanah baik yang terletak pada kemiringan lereng maupun jenis penggunaan lahan. Nilai K yang tinggi yang terdapat pada titik sampel 1 (tabel 3), dengan nilai  $K = 0,60$  ini sangat dipengaruhi oleh kandungan fraksi debu. Oleh Subagyono *dkk.*, (2004), menyatakan bahwa fraksi tanah yang paling peka terhadap erosi adalah fraksi debu. Hal ini disebabkan oleh ukuran fraksi debu yang relatif halus, dan tidak memiliki kemampuan untuk membentuk daya ikatan

yang kuat antar butiran sehingga mudah dihancurkan oleh air hujan. Sehingga tanah-tanah yang didominasi oleh tekstur debu memiliki nilai erodibilitas yang tinggi. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Sulistyaningrum *dkk.*, (2014) yang menyatakan bahwa karakteristik lahan yang didominasi tekstur debu memiliki peluang yang besar untuk tererosi.

Atas dasar uraian di atas memberikan gambaran bahwa penentuan nilai K berdasarkan pada sifat fisik tanah terutama tekstur tanah hanya memberikan informasi bagaimana keadaan ketahanan tanah yang berada di lokasi penelitian terhadap erosi. Sebagaimana diketahui bahwa tanah memiliki sifat fisik, kimia, dan biologi yang kompleks, hal mana ini juga memberikan pengaruh terhadap tanah itu sendiri. Oleh karena itu perlu adanya kajian yang lebih detail atau terperinci menyangkut sifat-sifat yang dimiliki dari tanah terhadap erosi juga menyangkut kondisi dimana tanah itu berada.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Nilai K yang diperoleh bervariasi dari 0,17-0,60 dengan harkat rendah sampai sangat tinggi.

Nilai K yang diperoleh tidak dipengaruhi oleh kondisi kemiringan lereng maupun penggunaan lahan.

### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut di hulu DAS Kombat agar diperoleh data yang lengkap di DAS Kombat. Juga perlu dilakukan kajian nilai K dengan metode yang lain sebagai nilai K pembandingan.

## DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. 2012. Konservasi Tanah dan Air. Edisi kedua cetakan ketiga. IPB Press. Bogor.

Asdak, C. 2010. Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University

Press.

Baver, L.D. 1960. Soil Physics. Jhon Wiley and sons. New York.

Bermanakusumah, R. 1978. Erosi Penyebab dan Pengendaliannya. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.

Foth, H.D. 1985. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Goldman, S.J., K. Jackson, and T.A. Bursztynsky. 1986. Erosion and Sediment Control HandBook. McGraw-Hill, Inc. USA.

Gonibala, M. 2001. Pengkajian Erodibilitas Tanah Cara Nomograf, Cara Segitiga, Cara Hammer, dan Cara Kishi. Skripsi. Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Hakim N., M.Y. Nyakpa., A.M. Lubis., S.G. Nugroho., M.R. Saul., M.A. Diha., G.B. Hong, dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.

Hangewa, N. Ch. 2000. Erodibilitas Tanah (K) di Bawah Tanaman Pisang Pada Berbagai Ketinggian Sepanjang Jalur Manado-Tomohon. Skripsi. Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Hudson, N. 1989. Soil Conservation. B. T. Batsford Ltd, London.

Kartasapoetra, G., A.G., dan M. M. Sutedjo. 1985. Teknologi Konservasi Tanah dan Air. Penerbit Bina Aksara. Jakarta.

Subagyono, K., Marwanto, S., Tafakresnanto, C., Budyastoro, T., & Dariah, A. (2004). Delineation of Erosion Areas in Sumberjaya, West Lampung. *Refinement of Soil Conservation/Agroforestry Measures Coffee Base Farming Systems. Soil Research Institute. ICRAF (ASB Phase 3 Project).*

Sukmana, S., Suwardjo. 1978. Penelitian untuk Mempelajari Penggunaan Rumus Erosi (USLE) dalam Usaha

- Pengawetan Tanah. LPT. Bogor.
- Sulistyaningrum, D., L. D. Susanawati, & B. Suharto. 2013. Pengaruh Karakteristik Fisika Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan lingkungan. Keteknikan Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.*
- Sulistyaningrum, D., Susanawati, L. D., & Suharto, B. (2014). Pengaruh Karakteristik Fisika-Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah Dan Upaya Konservasi Lahan. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(2), 55–62.
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Tejada, M. and Gonzalez, J.L. 2006. The Relationships Between Erodibility and Erosion in a Soil Treated with Two Organic Amendments. *Soil and Tillage Research*, 91, 186-198.
- Utomo, W. H. 1989. *Konservasi tanah di Indonesia*. Rajawali perss. Jakarta.
- Wischmeier, W. H, and D. D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses A Guide to Conservation Planning*. USDA. Handbook No. 537.
- Wischmeier, W. H., and J. V. Mannering, 1969. Relation of soil properties to erodibility. *Soil Sci. AM. Proc* 33; 131-137.