

EKOSAINS

JURNAL EKOLOGI DAN SAINS



**PUSAT PENELITIAN LINGKUNGAN HIDUP & SUMBERDAYA ALAM
(PPLH - SDA)
UNIVERSITAS PATTIMURA**

EFEKTIVITAS INDEKS EROSI Hujan DALAM MEMPREDIKSI EROSI TANAH DI PULAU AMBON

Effectiveness of Rainfall Erosivity Index in Prediction Soil Erosion in Ambon Island

Pieter J. Kunu

Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon

ABSTRAK

Penelitian untuk mengevaluasi efektivitas beberapa model indeks erosivitas hujan dan pengelolaan lahan telah dilakukan di Hutan Pendidikan Gunung Nona, Ambon. Model indeks erosivitas hujan yang diuji adalah indeks erosivitas hujan (R) dari Wischmeier dan Smith (1958, 1978), Indeks Bols (1978), dan Indeks Utomo dkk. (1983). Pengujian dilakukan dengan mengukur aliran permukaan dan erosi pada petak percobaan berukuran 22 x 2 m. Untuk mengetahui hubungan antara sifat-sifat hujan dengan aliran permukaan dan erosi tanah dilakukan analisis korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total indeks erosivitas hujan selama pengamatan lapangan yang tertinggi hingga yang terendah berturut-turut adalah indeks erosivitas Utomo (1.326,50 metriks ton ha⁻¹ jam⁻¹), indeks erosivitas Bols (887,13 metriks ton ha⁻¹ jam⁻¹) dan indeks EI₃₀ (212,885 metriks ton ha⁻¹ jam⁻¹). Indeks erosivitas EI₃₀ Bols (1978) dan Wischemeier dan Smith (1958, 1978) mempunyai nilai korelasi yang tertinggi untuk aliran permukaan ($r=$) dan untuk tanah tererosi ($r=$). Hal ini menunjukkan bahwa Indeks EI₃₀ dari Wischmeier dan Smith (1958, 1978) lebih efektif dalam prediksi tanah tererosi. Karena itu prediksi erosi tanah di Maluku dianjurkan menggunakan indeks erosivitas hujan Wischmeier dan Smith (1958, 1978).

Kata Kunci : *Indeks erosivitas hujan, aliran permukaan, erosi tanah, prediksi erosi tanah*

PENDAHULUAN

Kerusakan sumberdaya tanah atau degradasi tanah dapat terjadi oleh peristiwa (1) kehilangan unsur hara dari daerah perakaran, pencucian atau *leaching* akibat cepatnya proses perombakan dan pelapukan bahan organik dan mineral, (2) terakumulasinya unsur-unsur atau senyawa-senyawa yang merupakan racun bagi tanaman, (3) erosi atau pengikisan tanah dan (4) penjumlahan tanah oleh air (*waterlogging*) (Arsyad, 2006).

Di daerah beriklim tropis basah seperti Indonesia, erosi oleh air (aliran permukaan) merupakan faktor utama kerusakan tanah. Faktor iklim yang berpengaruh terhadap erosi antara lain hujan, temperatur, angin, kelembaban dan

radiasi matahari. Dari kelima faktor ini, hujan merupakan faktor yang terpenting.

Wilayah Provinsi Maluku dengan rata-rata jumlah curah hujan tahunan lebih besar dari 2500 mm, merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam usaha-usaha pengendalian erosi dan konservasi tanah.

Penerapan metode konservasi tanah yang efektif dapat diperoleh melalui suatu prediksi erosi tanah. Beberapa metode atau model prediksi erosi tanah telah dikembangkan oleh para pakar di berbagai belahan dunia dengan beragam tingkat keberhasilan. Pengembangan suatu model prediksi erosi di suatu kawasan iklim tertentu tidak serta merta dapat diterapkan di tempat yang lain terutama bilamana lokasi tersebut berada di luar zona iklim

yang sama dengan lokasi dimana model tersebut telah dikembangkan.

Model prediksi erosi USLE atau PUKT yang dikembangkan Wischmeier and Smith (1958, 1978) telah digunakan secara luas di seluruh dunia dengan hasil yang cukup memuaskan. Beberapa ahli bahkan telah membuat modifikasi model, namun tetap mengacu pada model dasar empiris dari PUKT tersebut.

Upaya menerapkan prediksi erosi tanah PUKT juga telah dilakukan di Indonesia dan beberapa input indeks telah diuji terutama indeks erosivitas hujan (EI_{30}) dan dikembangkan di beberapa daerah sesuai kondisi iklim dan data iklim yang tersedia, di antaranya indeks EI_{30} dari Lenvain (1975), Bols (1978), Utomo dkk. (1983), Utomo (1984), dan lain-lain.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

- a. Mengetahui indeks erosivitas hujan yang memiliki korelasi tertinggi terhadap volume aliran permukaan dan jumlah tanah yang tererosi.
- b. Menentukan indeks erosivitas hujan yang paling efektif untuk prediksi erosi tanah menurut model PUKT.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dan bahan pertimbangan didalam memilih model indeks erosivitas hujan atau faktor R sebagai input dalam prediksi erosi tanah menurut metode USLE, yang lebih mendekati kondisi iklim daerah Maluku khususnya di pulau Ambon.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lokasi Hutan Pendidikan pada areal percontohan kenservasi tanah dan air, jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, UNPATTI di Gunung Nona, Kecamatan Nusaniwe Kota Ambon. Penelitian dilakukan selama empat (4) bulan sejak bulan April sampai dengan bulan Juli 2008.

Bahan Penelitian

Pengukuran aliran permukaan dan erosi tanah dilakukan dengan menggunakan petak kecil erosi dengan ukuran 22 x 2 meter. Petak erosi diletakan pada berbagai kemiringan lereng dengan solum tanah lebih dari 100 cm dengan jenis tanah yang seragam.

Bak penampung utama aliran permukaan dan erosi berbentuk empat persegi panjang berukuran 200 cm, lebar dan tinggi 30 cm pada satu sisi dan 25 cm di sisi lainnya. Pada sisi luar bak penampung dibuat tujuh lubang pembagi. Satu lubang dibagian tengah dilengkapi dengan pipa plastik, dimasukkan ke dalam penampung cadangan luapan air dari bak penampung utama.

Pengukuran volume aliran permukaan dilakukan dengan menggunakan penakar air dengan volume 1 L sedangkan untuk pengukuran erosi dilakukan dengan pengambilan contoh air sedimen yang teraduk merata dan selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dengan sistem penyaringan air contoh dan banyaknya tanah tererosi dihitung dengan pendekatan konsentrasi sedimen. Untuk mengukur curah hujan digunakan alat penakar hujan biasa (Ombrometer).

Metode Analisis

Metode analisis sifat hujan dan pengaruhnya terhadap aliran permukaan dan erosi terdiri atas: (1) Menghitung Indeks Erosivitas hujan, menurut Wischmeier dan Smith (1958, 1978), Indeks Erosivitas Bols (Bols, 1978) dan Indeks Erosivitas Utomo, dkk. (1983), (2) Menganalisis keeratan hubungan atau korelasi sifat hujan (indeks erosivitas hujan) dengan besarnya curah hujan dan hari hujan, dan (3) Analisis korelasi antara indeks erosivitas hujan yang diuji terhadap besarnya aliran permukaan dan erosi yang terjadi.

Sifat hujan yang dipresentasikan oleh model indeks erosivitas hujan yang berkorelasi positif dan mempunyai nilai

koefisien korelasi paling tinggi dipilih sebagai indeks erosivitas hujan yang paling cocok diterapkan di Ambon. Tabel

1 berikut menyajikan kondisi penutup lahan pada tiap petak percobaan.

Tabel 1. Petak Percobaan Erosi dengan berbagai Kondisi

| Petak | Kemiringan Lahan (%) | Type Penutup Lahan |
|-------|----------------------|---|
| I | 18 | Alang-Alang, Jambu Mente |
| II | 35 | Alang-Alang, Anakan Mahoni, Jambu Mente |
| III | 45 | Alang-Alang, Anakan Mahoni, Jambu Mente |
| IV | 25 | Alang-Alang, Jambu Mente |
| V | 20 | Jambu Mente, Kaliandra, Akasia |
| VI | 25 | Jambu Mente, Mahoni, Salawaku, Alang-Alang, Serasah |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Erosivitas Hujan

Hasil pencatatan curah hujan dan perhitungan indeks erosivitas hujan tiap model disajikan pada Tabel 2.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa indeks erosivitas hujan yang terbesar dihasilkan oleh indeks erosivitas hujan Utomo, *dkk* (1983) diikuti oleh indeks erosivitas hujan Bols (1978) dan

kemudian EI_{30} dari Wischmeier dan Smith (1958, 1978). Indeks erosivitas Utomo, *dkk* (1983) enam kali lebih besar dibandingkan dengan indeks EI_{30} dan 1,5 kali lebih besar dari indeks Bols (1978). Uji korelasi indeks erosivitas terhadap jumlah curah hujan bulanan menunjukkan bahwa semua indeks erosivitas yang diuji mempunyai korelasi yang tinggi terhadap jumlah hujan dan jumlah hari hujan.

Tabel 2. Nilai Indeks Erosivitas (R), EI_{30} , Bols, dan Utomo, *dkk*. tiap bulan

| Bulan ke | CH bulanan | Jumlah HH | Indeks Erosivitas Hujan Metrik ton ha ⁻¹ jam ⁻¹ | | |
|---------------------------------|------------|-----------|--|-------------|---------------------|
| | | | EI_{30} | Bols | Utomo, <i>dkk</i> . |
| 1 | 25.92 | 12 | 71.965 | 267.83 | 433.66 |
| 2 | 29.45 | 18 | 80.490 | 374.95 | 492.32 |
| 3 | 18.25 | 9 | 44.910 | 174.63 | 301.64 |
| 4 | 6.33 | 3 | 15.520 | 68.02 | 98.88 |
| TOTAL | 79.95 | 42 | 212.885 | 887.50 | 1326.5 |
| r (Indeks R terhadap CH) | | | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| r (Indeks R terhadap HH) | | | 0.96 | 0.99 | 0.96 |

Ket. : CH = curah hujan; HH = hari hujan

Hasil uji korelasi di atas menunjukkan bahwa pemanfaatan indeks erosivitas hujan Wischmeier dan Smith (1958, 1978) masih lebih efektif digunakan dibanding dengan indeks erosivitas hujan lainnya yang menghasilkan angka indeks erosivitas terlalu besar sehingga dalam prediksi erosi akan menghasilkan jumlah tanah tererosi yang terlalu besar.

Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Tiap Petak Percobaan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tingginya curah hujan maka aliran permukaan yang terjadi juga semakin tinggi. Tabel 3 berikut menyajikan hasil pengukuran aliran permukaan pada tiap petak percobaan.

Tabel 3. Volume Aliran Permukaan pada Tiap Petak Percobaan

| Bln | CH Total | Jlh HH | Indeks Erosivitas Hujan Metrik ton ha ⁻¹ jam ⁻¹ | | | Total Volume Aliran Permukaan (m ³ ha ⁻¹) | | | | | |
|------------------|-------------|-----------|--|---------------|----------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | EI ₃₀ | Bols | Utomo, dkk. | I | II | III | IV | V | VI |
| 1 | 25.92 | 12 | 71.965 | 267.83 | 433.66 | 0.668 | 1.275 | 1.470 | 1.730 | 0.980 | 1.360 |
| 2 | 29.45 | 18 | 80.490 | 374.95 | 492.32 | 5.250 | 3.870 | 5.240 | 3.840 | 3.790 | 4.740 |
| 3 | 18.25 | 9 | 44.910 | 174.63 | 301.64 | 0.340 | 0.200 | 0.280 | 0.230 | 0.400 | 0.270 |
| 4 | 6.33 | 3 | 15.520 | 68.02 | 98.88 | 0.150 | 0.110 | - | - | - | - |
| T O T A L | | | 212.885 | 887.50 | 1326.5 | 6.408 | 5.455 | 6.890 | 5.800 | 5.170 | 6.370 |

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terbentuknya aliran permukaan pada petak I dan II selama empat bulan percobaan sedangkan pada petak tiga sampai enam hanya terjadi sejak bulan pertama hingga bulan ketiga. Total aliran permukaan yang terbentuk selama percobaan dilakukan menunjukkan bahwa pada petak III mencapai jumlah tertinggi diikuti petak I, kemudian petak VI, IV, II dan kemudian petak V. Tingginya aliran permukaan yang terbentuk dipengaruhi oleh persentase penutupan permukaan tanah dan kemiringan lahan. Tingginya aliran permukaan pada petak III dimungkinkan oleh kondisi kemiringan lereng yang mencapai 45%, sedangkan pada petak I dan VI lebih dipengaruhi oleh kondisi penutupan permukaan tanah. Hasil

pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa jumlah persentase tajuk anakan mahoni dan jambu mente menutupi permukaan tanah hanya sekitar 5 %, sedangkan alang-alang walaupun persentasenya cukup besar yaitu sekitar 60 % tetapi karena morfologi tanamannya berupa kedudukan daunnya yang vertikal dan permukaan daunnya yang licin dan halus, maka air mudah lepas dan jatuh ke permukaan tanah. Keadaan ini terjadi pula pada Petak I dan II, sedangkan pada Petak IV, V dan VI persentase vegetasi penutup lahannya cukup baik, maka volume aliran permukaan dan volume erosi pun rendah.

Hasil uji korelasi indeks erosi dengan erosi dan aliran permukaan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Besarnya Tanah Tererosi pada Tiap Petak Percobaan

| Bln | CH Total | Jlh HH | Indeks Erosivitas Hujan Metrik ton ha ⁻¹ jam ⁻¹ | | | Total Tanah Tererosi (ton ha ⁻¹) | | | | | |
|------------------|-------------|-----------|--|---------------|---------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | EI ₃₀ | Bols | Utomo | I | II | III | IV | V | VI |
| 1 | 25.92 | 12 | 71.965 | 267.83 | 433.66 | 0.070 | 0.046 | 0.067 | 0.015 | 0.030 | 0.008 |
| 2 | 29.45 | 18 | 80.490 | 374.95 | 492.32 | 0.040 | 0.030 | 0.056 | 0.009 | 0.001 | 0.020 |
| 3 | 18.25 | 9 | 44.910 | 174.63 | 301.64 | 0.015 | 0.004 | 0.014 | 0.006 | 0.004 | 0.008 |
| 4 | 6.33 | 3 | 15.520 | 68.02 | 98.88 | 0.005 | 0.002 | - | - | - | - |
| T O T A L | | | 212.885 | 887.50 | 1326.5 | 0.130 | 0.082 | 0.137 | 0.030 | 0.035 | 0.036 |

Dari data pada Tabel 2 terlihat bahwa total indeks erosi hujan selama pengamatan lapangan (empat bulan) yang tertinggi hingga yang terendah berturut-turut adalah indeks erosi Utomo (1326,50 metrik ton ha⁻¹ jam⁻¹), Bols

(887,13 metrik ton ha⁻¹ jam⁻¹) dan EI₃₀ (212,885 metrik ton ha⁻¹ jam⁻¹). Korelasi antara indeks erosi yang diuji dengan jumlah tanah tererosi dan aliran permukaan disajikan pada Tabel 5.

Volume aliran permukaan dan jumlah tanah tererosi tertinggi terjadi pada petak ketiga, hal ini dimungkinkan oleh adanya kemiringan lereng yang sangat curam (45%). Petak pertama yang terletak pada kemiringan lereng terendah namun mempunyai jumlah tanah tererosi kedua tertinggi, hal ini diduga sebagai akibat kondisi tanaman penutup yang relatif agak jarang (alang-alang dan anakan jambu mente), sehingga memudahkan terjadinya erosi yang hebat. Disini terlihat jelas peranan faktor vegetasi terhadap besarnya erosi yang terjadi. Semakin padat penutupan permukaan tanah oleh vegetasi, maka peluang terjadinya erosi yang berat

dapat dikendalikan. Vegetasi berperan dalam meredam tumbukan langsung butiran hujan ke permukaan tanah serta mengurangi daya gerus aliran permukaan.

Dengan demikian lahan dengan vegetasi yang baik dapat menjadi faktor kompensatif yang sangat baik terhadap mekanisme erosi dipercepat.

Sifat-sifat Hujan Yang Mempengaruhi Aliran Permukaan dan Erosi

Hasil analisis korelasi indeks erosivitas hujan yang diuji terhadap besarnya volume aliran permukaan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Korelasi antara Indeks Erosivitas Hujan yang Diuji terhadap Aliran Permukaan

| Indeks Erosivitas Hujan | Nilai Korelasi (r) | | | | | | Rata-rata |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|-------------|
| | Aliran Permukaan pada Tiap Petak Percobaan | | | | | | |
| | I | II | III | IV | V | VI | |
| EI ₃₀ | 0,68 | 0,80 | 0,79 | 0,87 | 0,78 | 0,79 | 0,79 |
| Bols | 0,83 | 0,91 | 0,91 | 0,95 | 0,90 | 0,91 | 0,90 |
| Utomo | 0,68 | 0,79 | 0,78 | 0,85 | 0,78 | 0,78 | 0,78 |

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa Indeks Bols merupakan indeks yang berkorelasi tertinggi terhadap volume aliran permukaan. Indeks Bols yang dikembangkan sehubungan dengan ketersediaan data hujan, sehingga pengembangannya didasarkan pada hujan

maksimum 24 jam tentu saja akan lebih efektif menggambarkan fenomena hujan-aliran permukaan rerata harian dibandingkan EI₃₀ yang memprediksi hujan-aliran permukaan yang terjadi hanya pada intensitas hujan 30 menit.

Tabel 6. Korelasi antara Indeks Erosivitas Hujan yang Diuji terhadap Jumlah Tanah Tererosi

| Indeks Erosivitas Hujan | Nilai Korelasi (r) | | | | | | Rata-rata |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|-------------|
| | Tanah Tererosi pada Tiap Petak Percobaan | | | | | | |
| | I | II | III | IV | V | VI | |
| EI ₃₀ | 0,82 | 0,84 | 0,94 | 0,87 | 0,44 | 0,87 | 0,80 |
| Bols | 0,70 | 0,75 | 0,87 | 0,73 | 0,24 | 0,95 | 0,71 |
| Utomo | 0,79 | 0,80 | 0,91 | 0,86 | 0,42 | 0,88 | 0,78 |

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa Indeks EI₃₀ mempunyai korelasi tertinggi terhadap jumlah tanah tererosi. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas erosi lebih efektif menggambarkan

hubungan hujan dengan jumlah rerata tanah tererosi.

Hasil perhitungan pengaruh energi hujan (Erosivitas Hujan) terhadap besarnya tanah yang tererosi dengan menggunakan beberapa metode atau model (seperti

terlihat pada Tabel 6) menunjukkan bahwa metode EI_{30} (Wischmeier dan Smith, 1958, 1978) mempunyai nilai korelasi yang tinggi (0,80), hal ini berarti bahwa EI_{30} mempunyai hubungan yang erat dengan jumlah kehilangan tanah yang tererosi (Tabel 5), dan EI_{30} merupakan metode yang “cocok “ untuk menduga pengaruh sifat-sifat hujan terhadap jumlah kehilangan tanah akibat erosi dalam penelitian ini.

Hal ini disebabkan karena didalam penghancuran agregat-agregat tanah, energi kinetik hujan (E) merupakan faktor yang paling berperan penting.

Menurut Arsyad (2006), energi kinetik hujan mempengaruhi erosi, tetapi korelasi yang lebih erat dengan erosi adalah hasil kali total energi hujan dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (EI_{30}). Sedangkan menurut Bergsma dalam Bregman (1992) dan Piyanto (1990) mengatakan bahwa indeks Erosivitas Hujan EI_{30} mempunyai korelasi yang tinggi dengan kehilangan tanah (erosi) di Indonesia dan merupakan metode yang cocok untuk menduga faktor Erosivitas Hujan (R).

Secara umum data pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pada jumlah curah hujan rendah, indeks Erosivitas juga rendah. Pada curah hujan tertinggi, metode Bols (1978) dan Utomo (1983) memberi hasil Indeks Erosivitas yang tinggi, tetapi dalam hubungannya dengan kehilangan tanah, kedua metode ini tidak menunjukkan korelasi yang tinggi, bila dibandingkan dengan EI_{30} (Wischmeier dan Smith, 1958, 1978), hal ini disebabkan karena kedua Indeks baik Bols dan Utomo harus menggunakan rekaman data curah hujan yang cukup lama (minimal 10 tahun) sementara kejadian hujan selama penelitian tidak seragam / merata. Oleh karena itu, metode EI_{30} dari (Wischmeier dan Smith, 1958, 1978) lebih cocok untuk rekaman hujan yang singkat atau direkam dalam jangka waktu tertentu (intensitas hujan tiap 15 menit atau 30 menit) dan

dalam hubungannya dengan prediksi erosi tanah.

P E N U T U P

K e s i m p u l a n

Indeks Erosivitas Hujan EI_{30} dari Bols (1978) berkorelasi lebih tinggi terhadap volume aliran permukaan ($r=0.90$) sedangkan Indeks EI_{30} dari Wischmeier dan Smith (1958, 1978) berkorelasi lebih tinggi terhadap jumlah tanah yang tererosi ($r=0,80$). Dengan demikian indeks EI_{30} dari Wischmeier dan Smith (1958, 1978) sangat cocok digunakan dalam prediksi erosi tanah di Pulau Ambon.

S a r a n

1. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan menggunakan data intensitas hujan yang agak seragam dan direkam dalam jangka waktu tertentu untuk menghitung energi kinetik hujan.
2. Untuk memperoleh indeks erosivitas hujan yang dapat diterapkan dalam lingkup wilayah yang lebih luas, maka lokasi penelitian harus lebih banyak digunakan untuk melakukan penelitian prediksi erosi tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lundekvam, H. and S. Skoien. 1998. Soil Erosion in Norway. An overview of Measurement from Soil Loss Plots. Soil Use and Management, vol. 14 no 2, June 1998. An International Journal Pub. for The British Society of Soil Science by CAB INTERNATIONAL.
- Morgan, R. P. C. 1986. Soil Erosion. Longman London and New York.
- Anonim, 1993. Soil Erosion and Conservation. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Schwab, G. O., R. Frevert, T. Edminster and K. Barnes. 1981. Soil and Water Conservation Engineering. Third

- Edition. John Wiley and Sons., New York, Chichester, Brisbane, Toronto.
- Sinukaban, N. 1988. Pengaruh Pengolahan Tanah Konservasi dan Pemberian Mulsa Jerami terhadap Produksi Tanaman Pangan dan Erosi Hara. Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk; Nomor 9, 1990. PPTA, Bogor.
- Sinukaban, N., K. Murtalaksono dan Sudarmo. 1989. Pengaruh Penggunaan Mulsa dan Pengolahan Tanah terhadap Aliran Permukaan dan Selektivitas Erosi pada Latosol Coklat Kemerahan Darmaga. Ringkasan Hasil Penelitian 1988-1989. Dirjen Pendidikan dan Kebudayaan DIKTI. Dir. Pemb. Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Jakarta, Februari 1990.
- Suganda, S., S. Abujamin, A. Dariah dan S. Sukamana. 1992. Pengkajian Teknik Konservasi Tanah dalam Usahatani Tanaman Sayuran pada Andisols di Batulawang, Pacet. Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk No. 12 Tahun 1994. Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Suwardjo. 1981. Peranan Sisa-Sisa Tanaman dalam Konservasi Tanah dan Air pada Lahan Usahatani Tanaman Semusim. Disertasi Doktor, FPS., IPB., Bogor. (*Tidak Dipublikasikan*).
- Wischmeier W. H. dan Smith D. D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning, Agricultural Handbook No. 537, USDA.
- Anonim, 1965. Universal of Soil Loss Equation to Guide Conservation for Planning. 7th International Congress Soil Science, Washington DC.