

## PARAMETER-PARAMETER CURAH HUJAN YANG MEMPENGARUHI PENAKSIRAN INDEKS EROSIVITAS HUJAN DI SRI AMAN, SARAWAK

Karyati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua Samarinda,  
Indonesia.

Jalan Ki Hajar Dewantara, P.O. Box.1013, Samarinda, Kalimantan Timur,  
Indonesia 75116

E-Mail: karyati.hanapi@yahoo.com

### ABSTRAK

**Parameter-Parameter Curah Hujan Yang Mempengaruhi Penaksiran Indeks Erosivitas Hujan Di Sri Aman, Sarawak.** Erosi tanah pada beberapa wilayah dapat berlangsung sangat serius dan dapat berlanjut sampai periode dimana banyak tanah-tanah subur dapat hilang. Curah hujan adalah faktor utama yang dapat menghasilkan erosi tanah. Faktor erosivitas hujan yang digunakan pada Persamaan Kehilangan Tanah Universal (USLE) adalah kemampuan curah hujan untuk menyebabkan erosi tanah. Bagaimanapun, terdapat ketidakcukupan informasi yang tersedia untuk penaksiran indeks erosivitas hujan dan parameter-parameter curah hujannya di Sarawak. Tujuan penelitian ini adalah untuk menaksir indeks erosivitas hujan berdasarkan Rumus Bols dan untuk menguji parameter-parameter curah hujan yang berpengaruh dalam perhitungan tersebut di Sri Aman, Sarawak, Malaysia Timur. Data iklim seperti curah hujan bulanan, hari hujan bulanan, dan curah hujan maksimum selama 27 tahun terakhir (1983-2009) diperoleh dari Jabatan Meteorologi Malaysia (Cawangan Sarawak). Indeks erosivitas hujan tahunan maksimum selama periode diteliti adalah pada 1995 (4194,10) dan minimum pada 2006 (1832,37). Nilai-nilai maksimum dan minimum dari curah hujan tahunan juga tercatat pada tahun-tahun tersebut (425,81 cm pada 1995 dan 236,43 cm pada 2006). Curah hujan tahunan rata-rata, hari hujan, curah hujan maksimum, dan indeks erosivitas hujan berturut-turut adalah 336,50 cm, 227 hari, 11,23 cm, dan 2929,18. Indeks erosivitas hujan rata-rata berdasarkan bulan menunjukkan bahwa nilai maksimum adalah 348,31 pada Januari dan nilai minimum adalah 169,00 pada Juni. Penaksiran indeks erosivitas hujan tahunan sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter curah hujan, seperti curah hujan tahunan, hari hujan tahunan, dan curah hujan maksimum. Informasi tentang indeks erosivitas hujan berguna sebagai dasar untuk perencanaan dan pemodelan praktek konservasi tanah dan air yang sesuai di Sarawak.

---

**Kata kunci :** Indeks erosivitas hujan, curah hujan, hari hujan, dan Sarawak

### ABSTRACT

**Parameters Affecting Rainfall Estimation Erosivitas Index Rain In Sri Aman, Sarawak** The soil erosion in some areas can be serious and may continue for such a period that most fertile soil may be lost. Rainfall is the main factor that may result soil erosion. The rainfall erosivity factor used in the Universal Soil Loss Equation (USLE) is ability of rainfall to cause soil erosion. However, there is insufficiency of information available on the estimation of rainfall erosivity index and its rainfall parameters in Sarawak. The aims of this study were to estimate rainfall erosivity index based on Bols Formula and to examine the rainfall parameters influencing its estimation in Sri Aman, Sarawak, East Malaysia. The climate data such as monthly rainfall, monthly raindays, and maximum rainfall for the last 27 years (1983-2009) were collected from Meteorology Department Malaysia (Sarawak Branch). The annual rainfall erosivity index during the analysed period was the highest in 1995 (4194.10) and the lowest in 2006 (1832.37). The highest and lowest values of annual rainfall had also recorded in these years (425.81 cm in 1995 and 236.43 cm in 2006). The average annual rainfall, raindays, maximum rainfall, and rainfall erosivity index were 336.50 cm, 227 days,

11.23 cm, and 2929.18, respectively. The average rainfall erosivity index on monthly basis showed that the maximum value was 348.31 in January and the minimum value was 169.00 in June. The estimation of annual rainfall erosivity index was very influenced by rainfall parameters, namely, annual rainfall, annual rainedays, and maximum rainfall. The information on rainfall erosivity index is useful as a basis for planning and designing appropriate soil and water conservation practices in Sarawak.

**Key words :** Rainfall erosivity index, rainfall, rainedays, and Sarawak.

## 1. PENDAHULUAN

Erosi adalah proses pelepasan permukaan tanah melalui proses limpasan air, angin, es, dan beberapa penyebab geologis lainnya, termasuk gaya gravitasi, yang menyebabkan daya tarik bumi secara perlahan. Berbagai aktivitas manusia menghasilkan berbagai macam erosi (Unger, 2006). Blanco dan Lal (2008) mendefinisikan erosi air adalah pelepasan permukaan tanah oleh air yang berasal dari hujan, aliran permukaan (*run-off*), lelehan salju, dan irigasi. Air hujan dalam bentuk aliran permukaan adalah penyebab utama erosi air. Tenaga pendorong yang menyebabkan terkelupas dan tersangkutnya partikel-partikel tanah ke tempat yang lebih rendah dikenal dengan istilah erosivitas hujan (Asdak, 2002).

Erosivitas curah hujan menunjukkan kemampuan atau kapasitas hujan untuk menyebabkan erosi tanah (Blanco & Lal, 2008; Unger, 2006). Faktor erosivitas hujan merupakan hasil perkalian antara energi kinetik (E) dari satu kejadian hujan dengan intensitas hujan maksimum 30 menit ( $I_{30}$ ) (Asdak, 2002; Donahue *et al.*, 1987; Morgan, 2005). Faktor erosivitas hujan (R) yang merupakan daya rusak hujan didefinisikan sebagai jumlah satuan indeks erosi hujan dalam setahun (Suripin, 2004). Faktor-faktor yang mempengaruhi erosivitas adalah jumlah, intensitas, velositas, ukuran butiran, dan penyebaran ukuran butiran air hujan yang jatuh (Blanco & Lal, 2008; Morgan, 2005). Erosivitas curah hujan dan pengaruh-pengaruhnya beragam di antara wilayah iklim. Jumlah curah hujan yang

sama mempunyai pengaruh sangat berbeda pada erosi tergantung pada intensitas dan kondisi permukaan tanah (Blanco & Lal, 2008).

Pada kasus-kasus yang sulit, pengetahuan erosivitas curah hujan adalah penting untuk memahami proses erosi, penaksiran tingkat erosi tanah, dan mendesain praktek pengendalian erosi. Informasi tentang penaksiran indeks erosivitas hujan dan parameter-parameter yang mempengaruhinya masih sangat terbatas, terutama di Sarawak. Penelitian ini dilakukan untuk menaksir indeks erosivitas hujan berdasarkan rumus Bols dan untuk menguji parameter-parameter curah hujan yang mempengaruhi dalam penaksiran tersebut di Sri Aman, Sarawak.

## 2. METODA PENELITIAN

### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Sri Aman, Sarawak, Malaysia Timur. Pada Bulan Januari 2015.

### 2.2. Prosedur Penelitian

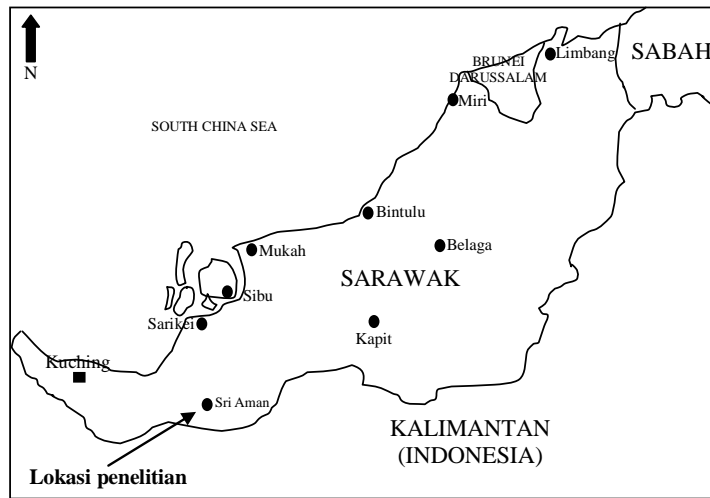
Penelitian dilaksanakan di Sri Aman, Sarawak, Malaysia Timur ( $1^{\circ}15'N$ ,  $111^{\circ}25'E$ ). Divisi Sri Aman adalah salah satu dari 11 divisi administratif di Sarawak, Malaysia Timur yang terletak di Pulau Borneo. Luas Divisi Sri Aman meliputi 5.466,7 kilometer persegi. Lokasi berada kira-kira 153 kilometer arah barat daya ( $220^{\circ}$ ) dari pusat Malaysia dan 1100 kilometer arah

timur (101°) dari ibu kota Kuala Lumpur (Gambar 1).

Iklim Sarawak sangat dipengaruhi oleh angin musim Indo-Australia dalam sabuk angin musim tropis (Whitmore, 1984). Iklim Sri Aman diklasifikasikan menjadi tipe iklim A berdasarkan sistem klasifikasi Schmidt-Ferguson (1951)

dengan nilai Q = 0.013 yang merupakan daerah sangat lembab

dengan vegetasi hutan hujan tropis. Selama 20 tahun terakhir (1992-2011), lokasi penelitian mendapatkan curah hujan 3.491 mm/tahun, 229 hari hujan dalam setahun, suhu udara bulanan 26.6°C, dan kelembaban relatif bulanan 85.1% (Karyati *et al.*, 2012a; 2012b).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

**Data Iklim**

Data iklim (curah hujan, hari hujan, dan curah hujan maksimum) selama 27 tahun terakhir (1983–2009) diperoleh dari Departemen Meteorologi Malaysia (Cabang Sarawak).

**Analisis Data**

Indeks erosivitas hujan dihitung dengan menggunakan Rumus Bols (1978) (Asdak, 2002; Seta, 1987; Suripin, 2004):

$$EI_{30} = 6,119 R^{1,21} \times D^{-0,47} \times M^{0,53}$$

di mana:

- EI<sub>30</sub> = Indeks erosivitas hujan bulanan
- R = Curah hujan bulanan (cm)
- D = Jumlah hari hujan bulanan

M = Curah hujan maksimum selama 24 jam pada bulan tersebut (cm)

Indeks erosivitas hujan tahunan adalah total indeks erosivitas hujan bulanan.

Hubungan antara indeks erosivitas hujan dan parameter-parameter curah hujan yang mempengaruhinya dianalisis dengan menggunakan persamaan regresi linier ganda, sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

di mana:

- Y = indeks erosivitas hujan tahunan
- b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> & b<sub>3</sub> = koefisien regresi
- X<sub>1</sub> = curah hujan tahunan
- X<sub>2</sub> = jumlah hari hujan tahunan
- X<sub>3</sub> = curah hujan maksimum

Pengujian koefisien regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh peubah bebas (X) terhadap peubah terikat (Y) (Sanders & Smidt, 2000; Steel & Torrie, 1993):

$$|t_{\text{stat}}| = b_i / \text{Se}_i$$

di mana:  $b_i$  = koefisien regresi dan  $\text{Se}_i$  = simpangan baku.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Indeks Erosivitas Hujan

Erosivitas hujan adalah salah satu faktor yang menentukan dalam prakiraan besarnya erosi tanah. Secara umum karakteristik curah hujan yang turun akan berpengaruh terhadap jenis erosi yang terjadi di suatu tempat. Respon tanah terhadap curah hujan ditentukan oleh keadaan meteorologi yang terjadi pada masa lalu di tempat tersebut. Curah hujan, hari hujan, curah hujan maksimum, dan indeks erosivitas hujan selama 27 tahun (1983-2009) di Sri Aman, Sarawak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa indeks erosivitas hujan tertinggi di lokasi penelitian selama 27 terakhir adalah pada tahun 1995 (4194,10) dan terendah adalah pada tahun 2006 (1832,37). Curah hujan tahunan tertinggi dan terendah juga terjadi pada tahun-tahun tersebut (425,81

cm pada 1995 dan 236,43 cm pada 2006). Jumlah hari hujan terbanyak adalah 260 hari pada 1988 dan terendah sebanyak 192 hari pada 1997. Nilai tertinggi curah hujan maksimum adalah 19,86 cm pada 2001 dan nilai terendah adalah 6,38 cm pada 1997. Curah hujan tahunan, hari hujan, curah hujan maksimum, dan indeks erosivitas hujan rata-rata berturut-turut adalah 336,50 cm, 227 hari, 11,23 cm, dan 2929,18.

Curah hujan tahunan yang tinggi berkontribusi terhadap indeks erosivitas hujan tahunan yang tinggi. Blanco dan Lal (2008) menyatakan bahwa distribusi curah hujan tahunan berpengaruh terhadap erosivitas hujan. Mohammad dan Abo-Ghobar (1992) menggambarkan suatu korelasi yang baik antara indeks erosivitas dan jumlah curah hujan tahunan, serta korelasinya terhadap jumlah hari hujan selama periode 1963-1988 di Saudi Arabia.

Indeks erosivitas hujan rata-rata berdasarkan bulan selama 27 tahun terakhir di Sri Aman, Sarawak menunjukkan nilai tertinggi dan terendah masing-masing sebesar 348,31 pada Januari dan 169,00 pada Juni seperti diilustrasikan pada Gambar 2. Sedangkan indeks erosivitas hujan bulanan rata-rata adalah 244,10.

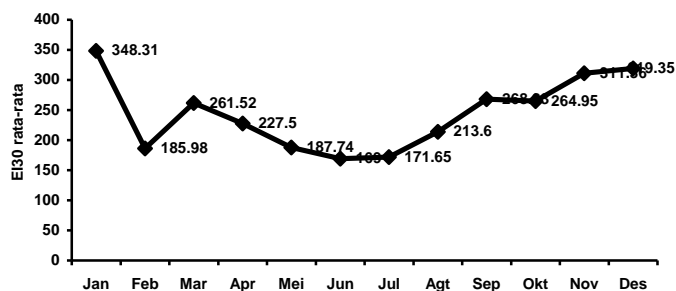
Tabel 1. Curah hujan, hari hujan, curah hujan maksimum, dan indeks erosivitas hujan selama 27 tahun terakhir (1983-2009) di lokasi penelitian.

No.	Tahun	R	D	M	EI <sub>30</sub>
1	1983	346,42	218	14,49	3386,30
2	1984	362,10	247	9,77	3016,27
3	1985	351,68	236	8,23	2647,97
4	1986	347,76	234	15,07	3225,45
5	1987	287,83	204	8,94	2421,59
6	1988	381,85	260	12,59	3302,24
7	1989	336,73	240	10,07	2799,77
8	1990	297,10	214	10,17	2584,81
9	1991	298,66	196	8,44	2631,79
10	1992	313,40	228	10,47	2846,94
11	1993	315,98	224	9,42	2632,40
12	1994	360,30	205	12,99	3675,47
13	1995	425,81	246	12,87	4194,10
14	1996	291,49	232	12,03	2358,06
15	1997	305,81	192	6,38	2405,41
16	1998	325,27	243	8,09	2454,90
17	1999	344,56	233	10,99	2924,54
18	2000	376,51	244	7,44	2897,01
19	2001	303,77	224	19,86	2575,48
20	2002	265,69	217	11,10	2154,24
21	2003	330,93	229	11,44	2873,29
22	2004	327,90	215	14,46	2849,58
23	2005	417,63	238	15,11	4101,84
24	2006	236,43	199	11,22	1832,37
25	2007	353,22	243	9,62	3036,31
26	2008	400,82	249	10,50	3635,09
27	2009	379,96	221	11,58	3624,61
Total		9085,61	6131	303,34	79087,82
Rata-rata		336,50	227,07	11,23	2929,18

R = Curah hujan tahunan (cm) ; D = Jumlah hari hujan tahunan (hari) ; M = Curah hujan maksimum (cm) ; EI<sub>30</sub> = Indeks erosivitas hujan tahunan.

Indeks erosivitas hujan rata-rata berdasarkan bulan selama periode tahun 1983-2002 di Samarinda, Kalimantan Timur menunjukkan nilai tertinggi adalah pada bulan Mei sebesar 167,21 dan nilai terendah pada bulan Agustus sebesar 74,40. Indeks erosivitas hujan bulanan rata-rata adalah 123,94 (Karyati, 2003). Sedangkan selama periode tahun

1974 sampai dengan 2003 di Balikpapan, Kalimantan Timur, nilai tertinggi indeks erosivitas hujan rata-rata berdasarkan bulan adalah 256,21 pada Juni dan terendah adalah 160,99 pada September. Indeks erosivitas hujan bulanan rata-rata di Balikpapan adalah 200,17 (Karyati, 2005).



Gambar 2. Indeks erosivitas hujan rata-rata berdasarkan bulan selama 27 tahun terakhir (1983-2009) di lokasi penelitian.

Salako *et al.* (1995) menjelaskan bahwa jumlah curah hujan yang kecil dan besar mampu menyebabkan erosi tanah di area hutan lembab dekat Kota Benin, Nigeria Selatan, sebab hujan sering turun dengan intensitas yang merusak dan terdiri dari tetesan yang besar. Peranan lain dari angin topan dalam jumlah yang kecil dan besar membuat erosivitas kumulatif dari hujan yang tinggi di lokasi penelitian. Penelitian tentang erosivitas dari tiga pola curah hujan di Mauritius telah yang dilakukan oleh Atawoo dan Heerasing (1997). Hasil penelitian tentang penelitian erosivitas dari pola curah hujan di wilayah Curepipe, Vacoas dan Plaisance pada 1996 menunjukkan erosivitas rendah dari yang diperkirakan untuk Plaisance dan erosivitas cukup tinggi untuk Curepipe dan Vacoas.

Sadeghi *et al.* (2011) melaporkan bahwa erosivitas hujan tahunan di Iran sebesar 1,226 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resiko erosivitas terbesar terjadi pada bulan Maret, Desember, dan November seperti ditunjukkan oleh nilai faktor R masing-masing sebesar 0,228, 0,201, dan 0,147

MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Sedangkan Juni dan Agustus adalah bulan-bulan dengan faktor erosivitas terendah, seperti ditunjukkan oleh faktor R masing-masing sebesar 0,017 dan 0,027 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

### Hubungan antara Indeks Erosivitas Hujan dan Parameter-parameter Curah Hujan

Persamaan regresi linier berganda yang menggambarkan hubungan antara indeks erosivitas hujan dan parameter-parameter curah hujan adalah  $Y = -52,33 + 13,71X_1 - 9,27X_2 + 42,18X_3$  dengan koefisien determinasi ( $r^2$ )=0,94 dan simpangan baku estimasi 149,70. Hasil pengujian koefisien regresi menunjukkan pengaruh curah hujan ( $X_1$ ), jumlah hari hujan ( $X_2$ ), dan curah hujan maksimum ( $X_3$ ) sangat berbeda nyata dengan nilai  $t_{hit}$ . masing-masing sebesar 15,57; 4,21 dan 4,09 dan nilai  $t_{tab.}$  ( $df = 23$ ) pada tingkat kepercayaan 1% = 2,807. Indeks erosivitas hujan mempunyai hubungan yang erat terhadap jumlah curah hujan, hari hujan, curah hujan maksimum (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil pengujian koefisien regresi.

Peubah ke-	1	2	3
$b_i$	13,71	-9,27	42,18
$Se_i$	0,88	2,20	10,31
$ t = b_i/Se_i $	15,57**	4,21**	4,09**

\*\* berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 1%.

Penelitian menunjukkan bahwa penaksiran indeks erosivitas hujan tahunan di Balikpapan, Kalimantan Timur sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter curah hujan, yaitu curah hujan tahunan, hari hujan tahunan, dan curah hujan maksimum dengan nilai  $t_{hit}$ . masing-masing sebesar 15,22; 6,54; dan 4,05 dan nilai  $t_{tab}$ . ( $db=23$ ) pada tingkat kepercayaan 1% = 2,779 (Karyati, 2005; 2008).

Hujan di daerah tropis bersifat lebih merusak daripada di wilayah iklim sedang (*temperate*) karena keadaan angin yang bertiup kencang dan suhu yang tinggi. Hujan di wilayah beriklim sedang berdistribusi seragam melintas musim, yang dikenal sebagai unimodal, dan menyebabkan erosi yang kecil dibanding hujan yang lebat di wilayah tropis, yang berdistribusi pada dua musin, dikenal sebagai bimodal (Blanco & Lal, 2008). Erosivitas hujan meningkat dengan jumlah dan intensitas (energi total) dari hujan selama angin topan terjadi (Unger, 2006). Erosi air tidak akan terjadi jika hujan yang terjadi bersifat tidak erosif (Blanco & Lal, 2008). Faktor yang mengendalikan proses sistem erosi tanah adalah erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, praktek penanaman, dan praktek konservasi (Atawoo & Heerasing, 1997; Mohammad & Abo-Ghobar, 1992; Seta, 1987).

#### 4. KESIMPULAN

Indeks erosivitas hujan merupakan salah satu faktor penting dalam memprediksi erosi tanah. Penaksiran indeks erosivitas curah hujan tahunan sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter curah hujan seperti curah hujan tahunan, jumlah hari hujan tahunan, dan curah hujan maksimum. Informasi tentang indeks erosivitas hujan berguna dalam perencanaan dan

pelaksanaan praktek teknologi konservasi tanah dan air.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak, C. 2002. Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [2] Atawoo, M.A. & Heerasing, J.M. 1997. Estimation of soil erodibility and erosivity of rainfall patterns in Mauritius. Food and Agricultural Research Council, Reduit, Mauritius. pp. 219-223.
- [3] Blanco, H. & Lal, R. 2008. Principles of soil conservation and management. Springer. USA.
- [4] Donahue, R.L., Miller, R.W. & Shickluna, J.C. 1987. Soils: An introduction to soils and plant growth. Prentice Hall. New Delhi.
- [5] Karyati. 2003. Penaksiran erosivitas hujan berdasarkan rumus Bols di Kota Samarinda Kalimantan Timur. Buletin Bappeda Kaltim. 5 (48): 30-36.
- [6] Karyati. 2005. Penaksiran indeks erosivitas hujan dan parameter-parameter curah hujan yang mempengaruhinya di Kota Balikpapan Kalimantan Timur. Jurnal Rimba Kalimantan. 10 (2): 98-102.

- [7] Karyati. 2008. Penggunaan rumus Lenvain dan Bols dalam penghitungan indeks erosivitas hujan di Kota Samarinda dan Balikpapan. *Buletin Lembusuana*. 8 (82): 1-5.
- [8] Karyati, Ipor, I.B., Jusoh, I. & Wasli, M.E. 2012a. Suitability of plant species for agroforestry program at Sri Aman, Sarawak. In *Taxonomy and Ecology: Beyond Classical Approaches* (Ahmad, F.B., Muid, S., Ipor, I.B., ZainudinFasihuddin, B.A., Sepiah, M., Ipor, I.B., Zainudin, R., Wasli, M.E., Kalu, M., & Assim, Z.B., eds.). pp. 203-214. Malaysia: Universiti Malaysia Sarawak (Unimas).
- [9] Karyati, Ipor, I.B., Jusoh, I. & Wasli, M.E. 2012b. Alternative intercropping under oil palm plantation at Sabal, Sri Aman, Sarawak. In *Prosiding KABOKA 6 (Konferensi Antar Universiti Se-Borneo Kalimantan Ke-6): Sumber dan Warisan Sejarah, Budaya dan Alam* (Said, S. & Awang Pawi, A.A., eds.). pp. 349-360. Malaysia: Institut Pengajian Asia Timur, Universiti Malaysia Sarawak (Unimas).
- [10] Mohammad, F.S. & Abo-Ghobar, H.M. 1992. Estimation of rainfall erosivity indices for the Kingdom of Saudi Arabia. *J. King Saud Univ. Agric. Sci.* 4 (2): 189-204.
- [11] Morgan, R.P.C. 2005. *Soil erosion and conservation*. Blackwell Publishing, Ltd. UK.
- [12] Sadeghi, S.H.R., Moatamednia, M. & Behzadfar, M. 2011. Spatial and temporal variations in the rainfall erosivity factor in Iran. *J. Agr. Sci. Tech.* 13: 451-464.
- [13] Salako, F.K., Ghuman, B.S. & Lal, R. 1995. Rainfall erosivity in south-central Nigeria. *Soil Technology*. 7 (4): 279-290.
- [14] Sanders, D.H. & Smidt, R.K. 2000. *Statistics: A first course*. McGraw-Hill Companies, Inc. USA.
- [15] Seta, A.K., 1987. *Konservasi sumberdaya tanah dan air*. Kalam Mulia. Jakarta.
- [16] Steel, R.G.D & Torrie, J.H. 1993. *Prinsip dan prosedur statistika suatu pendekatan biometrik*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [17] Suripin. 2004. *Pelestarian sumber daya tanah dan air*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [18] Unger, P. W. 2006. *Soil and water conservation handbook: Policies, practices, conditions, and terms*. Haworth Food & Agricultural Products Press. New York.
- [19] Whitmore, T.C. 1984. *Tropical rain forests of the far east*. Oxford University Press, Oxford. U.K.