

Prediksi Erosi Dan Teknik Konservasi Tanah Sistem Agroforestri Di Sub Das Krueng Meueh Kabupaten Bener Meriah

Erosion Prediction And Soil Conservation Techniques For Agroforestry Systems Krueng Meueh Sub Watershed Bener Meriah Regency

Halim Akbar

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Jl. Cot Tengku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, Lhokseumawe 24355

Corresponding author: halim@unimal.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai prediksi erosi serta penerapan teknik konservasi tanah sistem agroforestri di sub DAS Krueng Meueh Kabupaten Bener Meriah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode survei yang terdiri dari 4 tahap, yaitu: 1) tahap persiapan, 2) tahap survei pendahuluan, 3) tahap survei utama, dan 4) tahap analisis data dan penyajian hasil. Perhitungan prediksi erosi menggunakan persamaan USLE dan menghitung erosi toleransi menggunakan persamaan Wood dan Dent (1983). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai prediksi erosi terbesar terdapat pada satuan peta lahan (SPL) 12 yaitu sebesar 472.88 ton/ha/thn dengan penggunaan lahan semak belukar, sedangkan nilai prediksi erosi terendah terdapat pada SPL 9 yaitu sebesar 0.13 ton/ha/thn dengan penggunaan lahan hutan. Tindakan konservasi tanah yang perlu dilakukan pada penggunaan lahan kebun campuran (SPL 7, SPL 14 dan SPL 17), adalah konservasi vegetatif berupa agrisilviculture, yaitu sistem agroforestri yang mengkombinasikan tanaman pepohonan (hutan) dengan tanaman pertanian (*alley cropping*), penanaman kacang tanah, kacang hijau dan penambahan mulsa jerami (nilai $P = 0,013$). Didapat nilai prediksi erosi pada SPL 7 sebesar 0,56 ton/ha/thn, SPL 14 sebesar 1,07 ton/ha/thn, SPL 17 sebesar 0,62 ton/ha/thn. Untuk SPL 8 dan SPL 11 tindakan konservasi yang disarankan yaitu pembuatan teras bangku diikuti dengan penanaman kacang tanah (nilai $P = 0,009$) sehingga dapat menurunkan erosi menjadi 1,19 ton/ha/thn dan 0,39 ton/ha/thn. Untuk SPL 1, SPL 5, SPL 10, SPL 13 dan SPL 15 disarankan tindakan konservasi agroforestri sebagai penutup tanah atau dengan penanaman berkayu atau mengkombinasikan tanaman pepohonan (hutan) dengan tanaman pertanian, tanaman hijauan ternak (agrosilvopasture) sehingga nilai prediksi erosi dapat turun dibawah nilai erosi toleransi. Untuk SPL 6 dan SPL 12 tindakan konservasi yang disarankan adalah dengan pembuatan teras gulud diikuti dengan penanaman jagung+ kacang tanah+ dan sisa tanaman dijadikan mulsa (nilai $P = 0,006$).

Kata kunci : *Sub DAS Krueng Meueh, prediksi erosi, konservasi agroforestri*

ABSTRACT

This study aims to calculate the prediction value of erosion and soil conservation techniques for agroforestry systems in the Krueng-Meueh sub-watershed, Bener Meriah Regency. The method research is a survey method that consists of 4-stages, namely : 1) the preparation stage, 2) the preliminary survey stage, 3) the main survey stage, and 4) the data analysis and result presentation stage. Erosion prediction calculations using the USLE equation and calculating the erosion tolerance using the Wood and Dent equation (1983). The results showed the highest predictive value of erosion in land map unit (SPL) 12 is 472.88 tons/ha/yr with bushland use, while the lowest predictive value for erosion in SPL-9, which was 0.13 tons/ha/yr with forest land use. Soil conservation actions that need to be carried out on mixed garden land uses (SPL-7, SPL-14 and SPL-17) are vegetative conservation in the form of agrisilviculture, this agroforestry

system combines tree crops (forest) with crops (alley-cropping) and planting peanuts, green beans and the addition of straw mulch (P-value = 0.013). The erosion prediction value at SPL-7 is 0.56 tons/ha/year, SPL-14 is 1.07 ton/ha/yr, SPL-17 is 0.62 ton/ha/yr. For SPL-8 and SPL-11, the recommended conservation action is making bench terraces followed by planting peanuts (P-value = 0.009) to reduce erosion to 1.19 tons/ha/yr and 0.39 tons/ha/yr. For SPL-1, SPL-5, SPL-10, SPL-13 and SPL-15, it is recommended that agroforestry conservation measures as ground cover or by planting woody or combining tree crops (forest) with crops, forage crops (agrosilvopasture) so that the predicted erosion value can fall below the erosion tolerance value. For SPL-6 and SPL-12, the recommended conservation action is to make a mound terrace followed by planting corn + peanuts + and the remaining plants are used as mulch (P-value = 0.006).

Keywords : *Krueng-Meueh sub-watershed, erosion prediction, agroforestry conservation*

I. PENDAHULUAN

Tanah sebagai salah satu dimensi peningkatan produksi pertanian mempunyai dua fungsi utama, yaitu : 1) sebagai sumber unsur hara bagi tumbuh-tumbuhan dan 2) sebagai matriks dimana akar tumbuh-tumbuhan berjangkar dan air tanah tersimpan serta tempat unsur-unsur hara dan air ditambahkan (Hardjowigeno, 2010).

Kegiatan manusia didalam memanfaatkan lahan (*land*) mempengaruhi berbagai proses di dalam tanah seperti gerakan air, daya tanah menahan air, sirkulasi udara serta penyerapan hara oleh tanaman.

Penggundulan hutan akibat ulah manusia untuk menambah areal pertanian pada awalnya akan menghilangkan peneduh serta akumulasi sisa-sisa tanaman, akan tetapi secara tidak langsung juga akan mengakibatkan penurunan produktivitas tanah akibat proses erosi.

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian juga disadari akan menimbulkan banyak masalah seperti penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora dan fauna, banjir, kekeringan dan bahkan perubahan lingkungan global. Masalah ini bertambah berat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya luas areal hutan yang dialihfungsikan menjadi lahan usaha lain.

Dilain pihak ditemukan kegiatan-kegiatan yang mengarah kepada pengrusakan lingkungan, yang seakan-akan tidak dapat dikendalikan lagi. Kecenderungan pengrusakan lingkungan ini perlu dicegah dengan sungguh-sungguh, dengan cara pengelolaan lahan yang dapat mengawetkan lingkungan fisik secara

efektif, tetapi sekaligus dapat memenuhi kebutuhan pangan, papan, dan sandang bagi manusia.

Erosi merupakan peristiwa hilangnya lapisan tanah atau bagian-bagian tanah oleh media air dari satu tempat ke tempat yang lain (Arsyad, 2010). Untuk mengetahui laju kehilangan tanah dan tingkat bahaya erosi perlu dilakukan pengukuran prediksi erosi di sub DAS Krueng Meueh mengingat sub DAS Krueng Meueh merupakan salah satu sub DAS dari DAS Krueng Peusangan yang masuk kedalam DAS yang dipulihkan (BPDASHL Krueng Aceh, 2019). Hasil penilaian erosi nantinya dapat digunakan sebagai informasi bagi perencanaan, pengelolaan, dan pemilihan jenis tanaman yang dapat dikembangkan di dalam Sub DAS Krueng Meueh.

Suatu metode penggunaan lahan yang optimal adalah mengkombinasikan sistem-sistem produksi biologis yang berotasi pendek dan panjang (suatu kombinasi kombinasi produksi kehutanan dan produksi biologis lainnya) dengan suatu cara berdasarkan azas kelestarian, secara bersamaan atau berurutan, dalam kawasan hutan atau diluarnya, dengan bertujuan untuk mencapai kesejahteraan rakyat (Mokoginta, 2016).

Agroforestri adalah salah satu sistem pengelolaan lahan yang mungkin dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah yang timbul akibat adanya alih guna lahan tersebut di atas dan sekaligus juga untuk mengatasi masalah pangan. Agroforestri merupakan salah satu teknik konservasi tanah dan air secara metode vegetatif (Rianse dan Abdi, 2010)

Di Indonesia agroforestri sering juga ditawarkan sebagai salah satu sistem pertanian yang berkelanjutan. Namun dalam pelaksanaannya tidak jarang mengalami kegagalan, karena pengelolaannya yang kurang tepat.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Krueng Meuh Kabupaten Bener Meriah yang secara geografis terletak pada 96°44'00" – 96°50'25" Bujur Timur dan 04°53'45" - 05°60'15" Lintang Utara. Penelitian lapangan dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2021.

2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode survei yang terdiri dari 4 tahap, yaitu: (1) tahap persiapan, (2) tahap survei pendahuluan, (3) tahap survei utama, dan (4) tahap analisis data dan penyajian hasil.

Perhitungan Prediksi Erosi

Perhitungan prediksi erosi menggunakan persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE), yaitu :

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

keterangan :

A = banyak tanah yang tererosi (ton/ha/th) ;
R = erosititas hujan (cm) ; K = erodibilitas tanah; L= panjang lereng (m) ; S= kemiringan lereng (%) ; C = vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman; P = tindakan konservasi tanah digunakan (Arsyad, 2010).

Tabel 1. Nilai Prediksi Erosi dan Erosi yang Dapat Ditoleransi di Sub DAS Krueng Meuh

SPL	De (mm)	FD	DE (mm)	Dmin (mm)	LPT (mm/thn)	BI	ETol (ton/ha/thn)	A (ton/ha/thn)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	1000	0,80	28,672	500	1	1,28	22,4	67,19
2	1100	0,95	1045	500	1	1,22	28,82	75,97
5	900	0,90	810	500	1	1,24	22,01	148,29
6	1200	0,90	1080	500	1	1,23	30,13	180,22
7	900	0,90	810	150	1	1,15	30,47	43,23
8	1050	0,90	945	500	1	1,13	23,87	131,91
9	1200	0,95	1140	500	1	1,23	31,98	0,13
10	1050	0,95	997,5	500	1	1,17	26,25	68,81
11	900	0,95	855	500	1	1,13	21,32	42,99

Perhitungan Erosi yang Dapat Ditoleransi

Menurut Wood dan Dent (1983) *Tolerable Soil Loss* (TSL) atau erosi yang dapat ditoleransi dapat dihitung berdasarkan kedalaman minimum tanah, laju pembentukan tanah, kedalaman ekuivalen (*equivalent depth*), dan umur guna tanah (*resources life*). Adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

$$TSL = \frac{D_e - D_{min}}{UGT} + LPT$$

Keterangan :

TSL = Besarnya erosi yang diperbolehkan (ton/ha/tahun); D_e= Kedalaman ekuivalen; UGT= Umur guna tanah; LPT = Laju Pembentukan Tanah; D_{min}= Kedalaman tanah minimum (mm)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Prediksi Erosi dan Erosi Toleransi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai prediksi erosi terbesar terdapat pada SPL 12 yaitu sebesar 472.88 ton/ha/thn, penggunaan lahan semak belukar, lereng 8-15% sedangkan nilai prediksi erosi terendah terdapat pada SPL 9 yaitu sebesar 0.13 ton/ha/thn, penggunaan lahan hutan, lereng 3-8%. Secara keseluruhan nilai prediksi erosi pada penggunaan lahan semak belukar adalah berkisar antara 67.19 - 472.88 ton/ha/thn (SPL 1, 13, 10, 2, 15, 5, 6 dan 12) sedangkan nilai prediksi erosi pada penggunaan lahan kebun campuran berkisar antara 10,22 - 131,91 ton/ha/thn (SPL 16, 7, 17, 14, 11 dan 8) (Tabel 1).

12	1200	0,80	960	500	1	1,23	26,44	472,88
13	1000	0,80	800	500	1	1,18	20,65	68,04
14	900	0,95	855	150	1	1,25	34,53	82,64
15	900	0,80	720	750	1	1,28	11,84	119,27
16	1200	0,80	960	500	1	1,28	27,52	10,22
17	900	0,80	720	500	1	1,24	19,22	47,68

Keterangan : De = Kedalaman Efektif ; FD = Kedalaman Tanah ; DE = De × FD ; D min = Kedalaman minimum yang sesuai untuk tanaman ; LPT = Laju Pembentukan Tanah ; BI = Bobot Isi ; Etol = Erosi Toleransi; UGT = Umur guna tanah ; A = Prediksi Erosi

Data pada Tabel 1 terlihat bahwa nilai prediksi erosi di Sub DAS Krueng Meueh hanya pada SPL 9 (tutupan lahan hutan) dan SPL 16 (tutupan lahan kebun campuran) yang nilai prediksi erosinya dibawah nilai ETol, sedangkan SPL lainnya nilai prediksi erosi diatas nilai ETol.

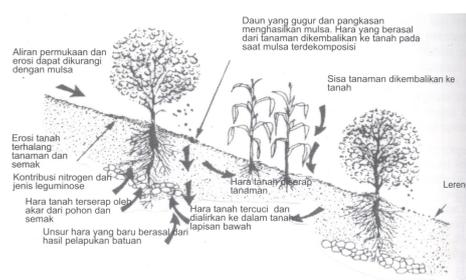
Rendahnya nilai prediksi erosi pada penggunaan lahan hutan sekunder (SPL 9) dan SPL 16 (kebun campuran) dikarenakan masih banyaknya vegetasi dengan tajuk yang berlapis sehingga air hujan yang jatuh akan tertahan oleh tajuk tanaman sehingga tanah akan terlindungi dari pukulan air hujan yang jatuh. Menurut Kartasapoetra dan Sutedjo (2010), vegetasi yang menutupi permukaan tanah akan mempengaruhi kecepatan berlansungnya erosi, vegetasi berperan untuk menghalangi tumbukan langsung butir-butir hujan.

3.2. Usaha Konservasi Tanah

Hasil perhitungan prediksi erosi di Sub DAS Krueng Meueh, terlihat bahwa nilai prediksi erosi masih jauh di atas nilai erosi toleransi (ETol) sehingga perlu dilakukan tindakan konservasi tanah yaitu pada SPL 1, SPL 2, SPL 5, SPL 6, SPL 7, SPL 8, SPL 10, SPL 11, SPL 12, SPL 13, SPL 14, SPL 15, dan SPL 17 (Tabel 1).

Satuan peta lahan pada penggunaan lahan kebun campuran (SPL 7, SPL 8, SPL 11, SPL 14 dan SPL 17) memiliki nilai prediksi erosi sebagai berikut 43,23 ton/ha/thn (Etol 30,47 ton/ha/thn), 131,91 ton/ha/thn (Etol 23,87 ton/ha/thn), 42,99 ton/ha/thn (Etol 21,32 ton/ha/thn), 82,64 ton/ha/thn (Etol 34,53 ton/ha/thn) dan 47,68 ton/ha/thn

(Etol 19,22 ton/ha/thn). Tingginya nilai prediksi erosi pada SPL tersebut karena tidak adanya tindakan konservasi tanah yaitu jaranginya tanaman penutup yang melindungi permukaan tanah sehingga nilai erosi pada lahan ini berada di atas nilai erosi batas toleransi. Untuk itu diperlukan tindakan konservasi agar nilai prediksi erosi bisa di bawah erosi toleransi. Tindakan konservasi tanah yang dapat dilakukan yaitu konservasi vegetatif berupa agrisilviculture, yaitu sistem agroforestri yang mengkombinasikan tanaman pepohonan (hutan) dengan tanaman pertanian (*alley cropping*) (Gambar 1), penanaman kacang tanah, kacang hijau dan penambahan mulsa jerami (nilai P = 0,013). Dengan adanya tindakan konservasi, nilai prediksi erosi pada SPL ini : SPL 7 menjadi 0,56 ton/ha/thn, SPL 14 menjadi 1,07 ton/ha/thn, SPL 17 menjadi 0,62 ton/ha/thn (Tabel 2). Mulsa dapat mengurangi erosi dengan cara meredam energi tumbukan butir-butir hujan yang jatuh sehingga tidak merusak struktur dan agregat tanah, mengurangi kecepatan volume dan gerusan aliran permukaan (Ermarella,2019). Hal ini dibuktikan dalam hasil penelitian Banua (2013) yang menunjukkan bahwa mulsa pada tanaman kopi dapat menurunkan erosi



sebesar 69 ton/ha/thn menjadi 20 ton/ha/thn.

Gambar1. Konsep Sistem Budidaya Lorong

Tabel 2. Nilai prediksi erosi setelah dilakukan tindakan konservasi

SPL	R	K	LS	C	P	A	ETol
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	859,055	0,79	0,33	0,3	0,05	3,36	22,40
2	859,055	0,33	1,34	0,2	0,05	3,80	28,82
5	859,055	0,42	1,37	0,3	0,05	7,41	22,01
6	859,055	0,27	2,59	0,3	0,006	1,08	30,14
7	859,055	0,34	0,74	0,2	0,013	0,56	30,48
8	859,055	0,83	1,85	0,1	0,009	1,19	23,87
9	859,055	0,12	1,24	0,001	1,00	0,13	31,98
10	859,055	0,30	0,89	0,3	0,04	2,75	26,25
11	859,055	0,18	2,78	0,1	0,009	0,39	21,33
12	859,055	0,59	3,11	0,3	0,006	2,84	26,45
13	859,055	0,55	0,72	0,2	0,05	3,40	20,65
14	859,055	0,65	0,74	0,2	0,013	1,07	34,53
15	859,055	0,52	0,89	0,3	0,05	5,96	11,84
16	859,055	0,35	0,17	0,2	0,10	1,02	27,52
17	859,055	0,37	1,50	0,10	0,013	0,62	19,22

Tanah dengan penutup tanah yang baik berupa rapatnya vegetasi (sistem agroforestri), dan dengan adanya mulsa residu tanaman akan memperkecil erosi dan *run off*.

Untuk SPL 8 dan SPL 11 tindakan konservasi yang disarankan yaitu pembuatan teras bangku diikuti dengan penanaman kacang tanah (nilai P = 0,009) sehingga dapat menurunkan erosi menjadi 1,19 ton/ha/thn dan 0,39

ton/ha/thn. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Dewi *et al.* (2012) dimana perencanaan konservasi tanah dan air di DAS Sabah disarankan dengan penanaman tanaman penutup tanah, penambahan kombinasi populasi tanaman (dapat dilakukan dengan sistem agroforestri sederhana) (Gambar 2) serta diikuti dengan pembuatan dan perbaikan teras.



(2a)

(2b)

Gambar 2. Sistem agroforestri sederhana (Kopi dan pisang yang ditanam di antara pohon pinus) di Ngantang, Malang Jawa Timur (Gambar 2a) dan Gliricidia dan pisang

yang ditanam sebagai naungan pohon kopi (Gambar 2b) (Foto: Meine van Noordwijk)

Untuk SPL 1, SPL 5, SPL 10, SPL 13 dan SPL 15 disarankan perlu dilakukan tindakan konservasi agroforestri sebagai penutup tanah atau dengan penanaman berkayu atau mengkombinasikan pepohonan (hutan) dengan tanaman pertanian, tanaman hijau ternak (*Agrosilvopasture*) sehingga nilai prediksi erosi dapat turun dibawah nilai erosi toleransi (Tabel 2).

Konservasi tanah sistem agroforestri dipandang sebagai salah satu upaya yang terpenting dalam menghadapi masalah erosi dan banjir, dengan menutupi kembali lahan padang rumput/semak oleh vegetasi hutan maka rongga-rongga tanah dapat diperbanyak sehingga akan memperbesar daya menahan air dari tanah itu yang akan mengurangi aliran permukaan. Reboisasi umumnya digunakan tanaman yang dapat mencegah erosi, baik dari segi habitus ataupun umur, juga diutamakan tanaman keras yang bernilai ekonomis, baik kayunya atau hasil sampingan lainnya misalnya getah, akar dan minyak. Berdasarkan hasil penelitian Aprisal dan Junaidi (2010) nilai prediksi erosi pada lahan semak belukar dilakukan usaha konservasi sistem agroforestri dengan menjadikan kebun seperti durian, jengkol dan petai dengan kerapatan yang tinggi sehingga erosinya dapat ditekan menjadi 5,20 ton/ha/th.

Selanjutnya Arsyad (2010) menambahkan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi dan merupakan faktor yang dapat dikendalikan adalah faktor vegetasi. Vegetasi penutup tanah dapat memperlambat terjadinya proses erosi dan dapat menghambat pengangkutan partikel tanah. Faktor vegetasi dalam mengendalikan erosi tergantung jenis tanaman, umur, perakaran, tajuk tanaman dan tinggi tanaman. Pada awal pertumbuhan tanaman penutupan tajuk masih relatif terbuka, sehingga menyebabkan air hujan yang jatuh langsung menuju permukaan tanah. Hal

ini tentu dapat mempercepat terjadinya aliran permukaan karena kesempatan air untuk terinfiltrasi ke dalam tanah rendah. Tinggi tanaman juga berperan dalam peningkatan efektifitas tanaman penutup dalam mengurangi erosi.

Untuk SPL 6 dan SPL 12 tindakan konservasi yang disarankan adalah dengan pembuatan teras gulud diikuti dengan penanaman jagung+ kacang tanah+ dan sisa tanaman dijadikan mulsa (nilai $P = 0,006$). Hal ini sejalan dengan penelitian Banuwa (2013) membuktikan bahwa efektivitas guludan dapat ditingkatkan hingga kemiringan lebih dari 12% apabila diikuti oleh penanaman diatas guludan memotong lereng sesuai dengan jarak tanaman-tanaman yang digunakan, bahkan guludan masih efektif hingga kemiringan lereng 30%.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai prediksi erosi yang berada diatas erosi toleransi terdapat pada SPL 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15 dan 17, untuk menekan nilai erosi dibawah erosi toleransi perlu dilakukan tindakan konservasi. Adapun tindakan konservasi tanah yang direkomendasikan adalah konservasi tanah sistem agroforestri seperti penanaman kacang-kacangan, pemberian mulsa, pembuatan teras dan reboisasi. Konservasi agroforestri disamping berpotensi sebagai teknik konservasi tanah dan air, juga menjamin keberlanjutan produksi pangan, bahan bakar, pakan ternak maupun hasil kayu, khususnya dari lahan-lahan marginal dan terdegradasi
2. Nilai prediksi erosi yang berada dibawah erosi toleransi terdapat pada SPL 9 dan 16. Rendah nilai prediksi erosi dikarenakan masih banyaknya vegetasi tanaman kayu dengan tajuk yang berlapis sehingga akan

menahan dan mematahkan daya rusak dari air hujan yang jatuh mengenai bagian-bagian pohon. Untuk itu pada kedua SPL ini (SPL 9 dan 16) perlu dipertahankan vegetasi yang terdapat diatas permukaan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprisal, dan Junaidi. 2010. Prediksi Erosi dan Sedimentasi pada Berbagai Penggunaan Lahan di Sub DAS Danau Limau Manis pada DAS Kuranji Kota Padang. *J. Solum*, 7(1), 61-67.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Kedua. IPB Press. Bogor.
- Banuwa, I.S. 2013. *Erosi*. Kencana Prenada Media Group. Jakarta.
- [BPDASHL] Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Hutan Lindung Krueng Aceh. 2019. Klasifikasi DAS Aceh. Banda Aceh
- Dewi, I.G.A.S.U., Trigunasih, N.M., Kusmawati, T. 2012. Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air pada DAS Saba. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 1(1).
- Ermarella, H. 2019. Pengaruh Jenis Mulsa dan Dosis Pupuk N, P dan K Terhadap Biomasa Gulma dan Pertumbuhan Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *thesis*, Universitas Andalas.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Kartasapoetra, A.G, dan M.M Sutedjo. 2010. Teknologi Konservasi Tanah dan Air. Rineka Cipta. Jakarta.
- Mokoginta, MM. 2016. Pengelolaan Agroforestry. Yogyakarta.
- Rianse, U., Abdi. 2010. Agroforestri. Solusi Sosial dan Ekonomi Pengelolaan Sumber Daya Hutan. Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Wood, S.R. dan F.J. Dent. 1983. A Land Evaluation Computer System Methodology and user manual. Centre for Soil Research, Bogor.