

Pendugaan laju run off dan infiltrasi dengan rainfall simulator sederhana pada berbagai kondisi tanah andisol di perkebunan teh

Restu Wulansari ^{a,1,*}, Erdiansyah Rezamela ^{a,2}, Augusthyne Chrismonera, N.P.L ^{b,3},

^a Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, Pasirjambu, Kabupaten Bandung, Indonesia

^b Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

¹*restuwulan_sari@yahoo.com; ²rezamela.erdiansyah@gmail.com; ³augusthynecnp@yahoo.com

*Correspondent Author

KATAKUNCI

Andisols
Infiltrasi
Rainfall simulator
Run off
Perkebunan teh

KEYWORDS

Andisols
Infiltration
Rainfall simulator
Run off
Tea plantation

ABSTRAK

Perkebunan teh banyak ditanami pada beberapa kemiringan lereng, hal ini berpotensi terjadinya erosi tanah. Tanah yang tererosi akan mengakibatkan penurunan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman teh. Kemampuan tanah di perkebunan teh perlu diuji terhadap laju run off pada percobaan laboratorium dengan menggunakan suatu alat bantu yang dinamakan rainfall simulator sederhana (simulasi hujan buatan). Tujuan penelitian ini untuk menduga laju run off pada beberapa pengolahan tanah dengan menggunakan rainfall simulator sederhana. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu faktor satu (media tanah) dan faktor dua (curah hujan) dengan tiga ulangan. Parameter pengamatan yaitu laju run off dan volume infiltrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi media tanah dengan curah hujan secara nyata berpengaruh terhadap laju run off. Intensitas curah hujan >100 mm dengan media tanah andisol + pupuk kandang menunjukkan laju run off 77% lebih tinggi dibandingkan dengan tanah andisol. Semakin sedikit tutupan lahan pada media tanah maka semakin tinggi laju run off. Pada perlakuan media tanah andisol + pupuk kandang memberikan hasil volume infiltrasi terendah. Semakin rapat vegetasi penutupan lahan maka semakin efektif dalam melindungi permukaan tanah dari erosi karena mampu meningkatkan penyerapan air oleh tanah.

Estimation of run off rate and infiltration with a simple rainfall simulator on various andisols soil conditions in tea plantations

Many tea plantations are planted on several slopes, this has the potential for soil erosion. Eroded soil will cause a decrease in soil fertility and tea plant productivity. The ability of the soil in tea plantations needs to be tested against the run-off rate in laboratory experiments using a tool called a simple rainfall simulator (simulation of artificial rain). The purpose of this study was to estimate the runoff rate in some tillage using a simple rainfall simulator. The study used a factorial randomized block design consisting of 2 factors, factor 1 (soil media) and factor 2 (rainfall) with 3 replications. Observation parameters are run off rate and infiltration volume. The results showed that the interaction of soil media with rainfall significantly affected the run off rate. Rainfall intensity >100 mm with andisol soil + manure showed a run off rate of 77% higher than andisol soil. The less land cover on the soil media, the higher the run off rate. In the treatment of

andisol soil + manure gave the lowest infiltration volume. The denser the land cover vegetation, the more effective it is in protecting the soil surface from erosion because it can increase water absorption by the soil.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Pendahuluan

Teh merupakan salah satu komoditas tanaman perkebunan yang ditanam pada daerah pegunungan dengan beberapa kemiringan lereng. Beberapa permasalahan yang dihadapi pada area perkebunan teh, yaitu degradasi lahan akibat minimnya konservasi tanah dan air terutama pada kemiringan lereng yang curam. Pertanaman teh di Indonesia berada pada ketinggian antara 400-1200 m dari permukaan laut [1]. Curah hujan tinggi pada lahan miring di perkebunan teh serta terbukanya tajuk tanaman teh berpotensi menimbulkan aliran permukaan dan erosi tanah [2].

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi erosi tanah adalah intensitas hujan, run off dan persentase penutup tanah. Run off merupakan air yang mengalir di atas permukaan tanah yang menjadi awal mula terjadinya erosi. Tanah yang tererosi akan mengakibatkan penurunan produktivitas dan kesuburan tanah. Akibat erosi, kadar air dan kandungan berbagai mineral dan nutrisi tanah akan sangat berkurang sehingga menyebabkan degradasi lahan. Tanah-tanah perkebunan teh telah mengalami degradasi kesuburan fisika, kimia dan biologi tanah pada tanah yang mudah tererosi.

Pengembangan inovasi teknologi dalam budidaya tanaman teh sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas tanaman teh Indonesia. Mengingat banyaknya alih fungsi lahan yang terjadi di Indonesia, maka upaya peningkatan produktivitas diarahkan dengan cara intensifikasi pada area yang ada. Tujuan intensifikasi kebun teh adalah meningkatkan produktivitas lahan dengan penerapan teknologi dan optimalisasi lahan pertanaman teh yang dapat dilakukan pada periode tanam belum menghasilkan hingga periode tanam menghasilkan.

Dari permasalahan tersebut, perlu dilakukan beberapa kegiatan untuk mengendalikan erosi dan mempertahankan kesuburan tanah, dengan salah satunya menduga laju run off dengan penambahan mulching (penutup tanah dengan seresah di atas permukaan tanah) yang dapat mengendalikan run off dan erosi secara efektif. Salah satu penelitian pada angka erosi suatu tanah ataupun laju run off dapat dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan suatu alat bantu yang dinamakan rainfall simulator. Rainfall simulator (simulasi hujan buatan) adalah suatu instrumen dengan menerapkan hujan tiruan yang diinginkan [3]. Rainfall simulator mempunyai beberapa kegunaan, diantaranya dapat digunakan untuk melihat pengaruh berbagai intensitas dan lamanya hujan, pengaruh bermacam-macam kemiringan lereng, dan untuk mempelajari hubungan sifat-sifat tanah dengan kepekaan erosi [4]. Rainfall simulator didesain untuk mengalirkan air dengan mengontrol menggunakan parameter volume hujan, intensitas dan durasi hujan.

Belum adanya pengembangan teknologi rainfall simulator sederhana pada perkebunan teh di Indonesia dapat menjadikan hal ini sebagai inovasi terbaru yang dapat mulai diterapkan pada perkebunan teh mengingat kemudahan penggunaan rainfall simulator sederhana di lapangan untuk memprediksi laju run off pada lahan miring. Simulator hujan telah digunakan secara luas untuk mengumpulkan limpasan, infiltrasi, dan data erosi di ke duanya percobaan laboratorium dan lapangan. Banyak simulator curah hujan telah dikembangkan sesuai dengan bidang dan skala aplikasi, yang meliputi skala laboratorium (1 m² atau lebih kecil) atau skala lapangan (hingga sekitar 10m per sisi) [5].

Penelitian ini bertujuan untuk menduga laju run off pada beberapa pengolahan tanah dengan menggunakan rainfall simulator sederhana. Diharapkan dapat membantu pihak kebun dalam pendugaan laju run off maupun erosi tanah khususnya pada perkebunan teh.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2020 sampai dengan bulan April 2020, pada tanah Andisols. Tempat penelitian di Laboratorium Tanah, Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, Bandung. Penelitian menggunakan rancangan percobaan berupa RAK (Rancangan Acak Kelompok) Faktorial yang terdiri dari dua faktor perlakuan yaitu :

1. Faktor Perlakuan Media Tanah

- a. Tanah Andisol + Gulma
- b. Tanah Andisol + Seresah Pangkasan
- c. Tanah Andisol
- d. Tanah Andisol + Pupuk Kandang

2. Faktor Perlakuan Curah Hujan

- a. Bulan Kering : CH < 60 mm/bln
- b. Bulan Lembab : CH 60-100 mm/bln
- c. Bulan Basah : CH > 100 mm/bln

Pada setiap faktor perlakuan dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Sebelum dilakukan percobaan dilakukan terlebih dahulu uji kalibrasi pada curah hujan, dengan menggunakan kriteria curah hujan [6]. Dengan rata-rata bulan basah >100 mm/bln, bulan lembab 60-100 mm/bln, dan bulan kering <60 mm/bln. Hasil kalibrasi curah hujan untuk tanaman teh yaitu lamanya waktu penyiraman untuk bulan kering selama satu menit dengan intensitas curah hujan sebanyak 500 ml, untuk bulan lembab memiliki waktu penyiraman selama dua menit dengan intensitas penyiraman curah hujan sebanyak 1000 ml, dan untuk bulan basah memiliki waktu penyiraman selama lima menit dengan intensitas penyiraman curah hujan sebanyak 2000 ml. Lamanya waktu penyiraman dan intensitas penyiraman berdasarkan pada curah hujan minimum yang dibutuhkan oleh tanaman teh.



Gambar 1. Rainfall simulator sederhana

Prinsip kerja alat rainfall simulator adalah pembuat hujan buatan dengan bermacam-macam intensitas yang sudah ditetapkan dalam percobaan. Hujan buatan kemudian menyiram suatu petak tanah dengan luasan tertentu yang sebanding dengan ukuran dari perangkat

alat ini. Dalam alat ini ada faktor yang tidak berpengaruh yaitu faktor evapotranspirasi dan evaporasi yang kedua hal tersebut disebabkan oleh matahari dan tanaman. Rainfall simulator didesain untuk mengalirkan air dengan mengontrol menggunakan parameter volume hujan, intensitas dan durasi hujan, merujuk pada Gambar 1.

Penetapan Intensitas Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari rerata data curah hujan Kebun Percobaan (KP) Gambung selama satu tahun. Besarnya intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [7]:

Keterangan:

- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
CH = curah hujan harian (mm)
t = durasi curah hujan (menit)

Pengambilan Sampel Tanah

Adapun prosedur pengambilan sampel tanah sebagai berikut: Sampel tanah diambil dengan cangkul dan sekop kira-kira sedalam 20cm. Usahakan dalam proses pengambilan tanah dengan cangkul tidak merusak struktur tanah aslinya atau tidak pecah pada saat pengambilan. Pengambilan bisa dibantu dengan cetok agar dasar tanah tidak rusak, kemudian diletakkan di dalam instalasi rainfall simulator untuk dilakukan pengujian. Pengolahan tanah di sesuaikan dengan masing-masing perlakuan media tanah.

Parameter pengamatan sebagai berikut: Laju run off Menurut Purnamasari (2011), besarnya run off dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Ro = V/A$$

Keterangan:

- Ro = run off (mm)
V = volume air limpasan (ml)
A = luas permukaan penampang petak (m²)

Volume infiltrasi pengukuran volume infiltrasi menggunakan gelas ukur 1000 mL, dengan indeks tiap 10 mL. Volume air infiltrasi yang tertampung kemudian diukur jumlah air (mL).

Analisis Data

Semua data yang diperoleh dari hasil pengamatan di analisis dengan menggunakan analisis varian dengan taraf 5%. Bila terdapat beda nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) untuk mencari nilai terbaik antar perlakuan. Masing-masing uji lanjut dilakukan pada taraf kepercayaan 5%.

Hasil dan Pembahasan

Laju Run off

Limpasan permukaan merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan lautan [8]. Jumlah air yang menjadi limpasan permukaan bergantung pada intensitas air hujan, keadaan penutup tanah, kondisi topografi, dan jenis tanah. Hujan merupakan bagian komponen penting dalam proses hidrologi daerah aliran sungai, karena jumlah hujan dibagi menjadi aliran sungai (run off) melalui limpasan permukaan, aliran bawah tanah, maupun aliran air tanah [9].

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi media tanah dengan curah hujan secara nyata berpengaruh terhadap laju run off (Tabel 1). Interaksi curah hujan >100 mm dengan

media tanah andisol + pupuk kandang menunjukkan nilai run off tertinggi sebesar 4,38 mm atau 77% lebih tinggi dibandingkan dengan tanah andisol saja. Hal ini dapat disebabkan karena pada perlakuan tersebut dilakukan percampuran (tanah dan pupuk kandang) sehingga menyebabkan kondisi tanah andisol terganggu (terusik). Oleh karena itu, struktur tanahnya menjadi gembur sehingga partikel-partikel tanahnya mudah lepas dan terbawa air oleh perlakuan curah hujan yang cukup tinggi (CH >100 mm/bln) pada [table 1](#).

Tabel 1. Data Laju Run off (mm) Menggunakan Alat Rainfall Simulator Sederhana Pada Berbagai Kondisi Tanah Andisol

CH	Media Tanah				Rerata
	Tanah Andisol + Gulma	Tanah Andisol + Seresah Pangkasan	Tanah Andisol	Tanah Andisol + Pupuk Kandang	
CH<60 mm	0,39a	0,52a	1,63ab	0,81ab	0,84
CH 60-100 mm	0,43a	0,79ab	1,40ab	1,00ab	0,91
CH>100 mm	2,93bc	0,78ab	1,00ab	4,38c	2,27
Rerata	1,25	0,70	1,34	2,06	

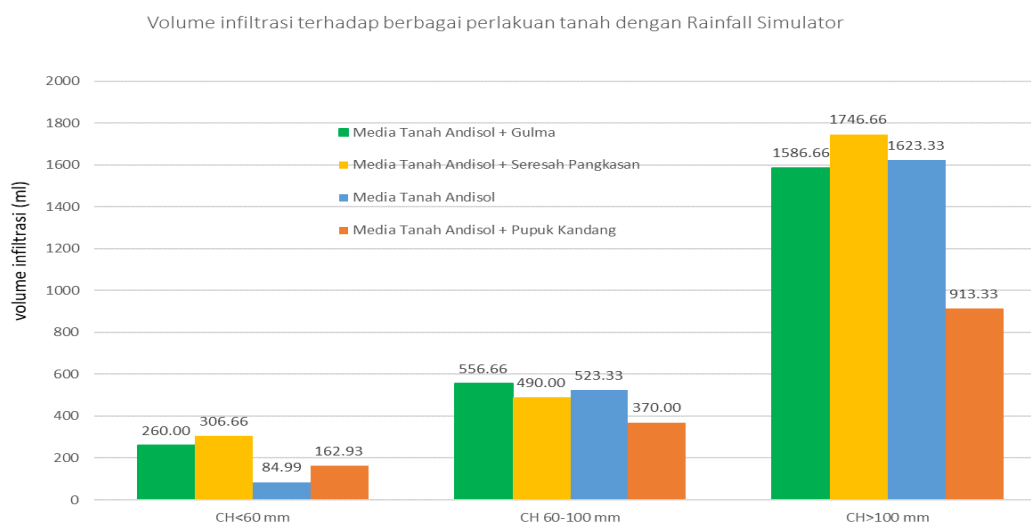
KETERANGAN: ANGKA YANG DIKUTI HURUF YANG SAMA PADA BARIS DAN KOLOM YANG SAMA MENUNJUKKAN PERLAKUAN TIDAK BERBEDA NYATA BERDASARKAN UJI JARAK BERGANDA DUNCAN DENGAN TINGKAT SIGNIFIKASI 0,05%.

Perlakuan tanah andisol terhadap curah hujan <60 mm memberikan pengaruh nyata terhadap laju run off sebesar 68,09% lebih tinggi dibandingkan perlakuan media tanah + seresah pangkasan. Hal tersebut dapat terjadi karena pada media tanah dengan penambahan seresah pangkasan mempunyai tutupan lahan sehingga terlindung dari daya tumbuk butiran-butiran hujan dan daya kikis aliran permukaan oleh mulsa yang lebih rapat [10]. Vegetasi berperan penting dalam pengendalian aliran permukaan (run off) karena dapat melindungi permukaan tanah dari tetesan air hujan, menurunkan kecepatan dan volume air limpasan, mampu menahan partikel-partikel tanah pada sistem perakaran dan mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air [11][12].

Vegetasi penutup tanah yang berbeda akan menghasilkan limpasan permukaan dan erosi yang berbeda, dimana vegetasi penutup tanah yang lebih baik akan memperkecil fluktuasi aliran permukaan dan erosi. Erosi dapat menjadi masalah serius bagi perkebunan teh, karena dapat menyebabkan hilangnya partikel-partikel tanah dan unsur-unsur hara pada top soil yang disebabkan oleh pencucian dari erosi tersebut. Fenomena tersebut dapat disebabkan oleh adanya perubahan penggunaan lahan, karena tidak ada yang menahan aliran air permukaan sehingga aliran air permukaan menjadi besar [13][14][15]. Oleh karena itu, semakin tipis tutupan lahan pada media tanah maka semakin besar laju run off yang dihasilkan.

Volume Infiltrasi

Infiltrasi merupakan aliran masuk ke dalam tanah sebagai akibat gerakan air arah vertikal (gaya kapiler). Pada tanah yang sudah jenuh, maka kelebihan air tersebut akan mengalir ke tempat yang lebih dalam sebagai proses perkolasi. Perhitungan volume infiltrasi bertujuan untuk mengetahui seberapa besar media tanah pada setiap perlakuannya dalam menyerap air hujan ke dalam tanah, sehingga kita dapat membandingkan perlakuan tanah apa yang paling efektif dalam menyerap air pada perkebunan teh.



Gambar 2. Grafik Volume Infiltrasi

Berdasarkan hasil pengamatan ditunjukkan bahwa rerata volume infiltrasi tertinggi terdapat pada perlakuan media tanah andisol + seresah pangkasan sebesar 847.77 ml dan rerata volume infiltrasi terendah terdapat pada perlakuan media tanah andisol + pupuk kandang sebesar 482.09 ml (Gambar 2). Adanya bahan organik (penambahan pupuk kandang) dalam mengikat volume air lebih besar kapasitasnya sehingga dapat menyebabkan volume infiltrasi semakin rendah. Interaksi positif dari guguran seresah berbagai tanaman ke tanah berguna sebagai penutup permukaan tanah, sehingga dapat meningkatkan laju infiltrasi tanah serta dapat meningkatkan penyediaan unsur hara untuk tanaman [16].

Pada setiap jenis tanah juga memiliki laju infiltrasi yang berbeda tergantung pada kondisi fisik tanah maupun kandungan unsur hara yang ada di dalam tanah. Laju infiltrasi pada suatu lokasi bergantung pada faktor tekstur tanah, bahan organik tanah, kadar air tanah, kerapatan massa, kerapatan partikel, dan porositas tanah [17]. Bahan organik membantu mengikat butiran liat membentuk ikatan butiran yang lebih besar sehingga memperbesar ruangan udara [18]. Kandungan bahan organik yang semakin tinggi maka dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah sehingga mampu meningkatkan penyerapan air oleh tanah.

Simpulan

Interaksi media tanah dengan curah hujan secara nyata berpengaruh terhadap laju run off. Intensitas curah hujan >100 mm dengan media tanah andisol + pupuk kandang menunjukkan laju run off 77% lebih tinggi dibandingkan dengan tanah andisol. Semakin tipis tutupan lahan pada media tanah maka semakin besar laju run off yang dihasilkan. Pada perlakuan media tanah andisol + pupuk kandang memberikan hasil volume infiltrasi terendah. Semakin rapat atau banyaknya vegetasi penutupan lahan maka semakin efektif dalam melindungi permukaan tanah dan ancaman erosi karena mampu meningkatkan penyerapan air oleh tanah.

Daftar Pustaka

- [1] K. Kartini, T. Harjoso, and S. N. Hadi, "Penerapan teknologi budidaya dan pengolahan pasca panen sayur dan buah pada kelompok ibu rumah tangga di Desa Karangsalam Kidul Kabupaten Banyumas," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 24, no. 2, pp. 684–688, 2018, <https://doi.org/10.24114/jpkm.v24i2.10430>.
- [2] S. Nyamaizi, "Impact of Toposequence and Type of Cropping System on Soil Properties

- in Mid-western Uganda,” 2018, [Google Scholar](#).
- [3] A. Kavian, M. Mohammadi, A. Cerdà, M. Fallah, and L. Gholami, “Calibration of the SARI portable rainfall simulator for field and laboratory experiments,” *Hydrol. Sci. J.*, vol. 64, no. 3, pp. 350–360, 2019, <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1581364>.
- [4] L. Vergni, F. Todisco, and A. Vinci, “Setup and calibration of the rainfall simulator of the Masse experimental station for soil erosion studies,” *CATENA*, vol. 167, pp. 448–455, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.05.018>.
- [5] R. Corona, T. Wilson, L. P. D’Adderio, F. Porcù, N. Montaldo, and J. Albertson, “On the Estimation of Surface Runoff through a New Plot Scale Rainfall Simulator in Sardinia, Italy,” *Procedia Environ. Sci.*, vol. 19, pp. 875–884, 2013, <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.06.097>.
- [6] E. W. Riptanti, M. Masyhuri, I. Irham, A. Suryantini, and M. Mujiyo, “The development of leading food commodities based on local wisdom in food-insecure area in East Nusa Tenggara Province, Indonesia,” *Appl Ecol Env. Res*, vol. 16, pp. 7867–7882, 2018, [Google Scholar](#).
- [7] Y. Tyasmoro and R. Sulistyono, “The engineering of light distribution enhancement through pruning management towards the production of cocoa tree (*Theobroma cacao* L.) in Soppeng Regency, South Sulawesi of Indonesia,” *Russ. J. Agric. Socio-Economic Sci.*, vol. 93, no. 9, 2019, <https://doi.org/10.18551/rjoas.2019-09.05>.
- [8] C. Acuña-Alonso *et al.*, “Water security and watershed management assessed through the modelling of hydrology and ecological integrity: A study in the Galicia-Costa (NW Spain),” *Sci. Total Environ.*, vol. 759, p. 143905, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143905>.
- [9] C. Jiang *et al.*, “Examining the soil erosion responses to ecological restoration programs and landscape drivers: A spatial econometric perspective,” *J. Arid Environ.*, vol. 183, p. 104255, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104255>.
- [10] S. Yuan *et al.*, “Effect of pruned material, extracts, and polyphenols of tea on enzyme activities and microbial community structure in soil,” *Soil Sci. Plant Nutr.*, vol. 63, no. 6, pp. 607–615, Nov. 2017, <http://doi.org/10.1080/00380768.2017.1400896>.
- [11] F. Gan, B. He, and Z. Qin, “Hydrological response and soil detachment rate from dip/anti-dip slopes as a function of rock strata dip in karst valley revealed by rainfall simulations,” *J. Hydrol.*, vol. 581, p. 124416, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124416>.
- [12] H. El-Din Fawzy, A. M. Basha, and M. N. Botross, “Estimating a mathematical formula of soil erosion under the effect of rainfall simulation by digital close range photogrammetry technique,” *Alexandria Eng. J.*, vol. 59, no. 6, pp. 5079–5097, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.09.039>.
- [13] C. Sangüesa, J. Arumí, R. Pizarro, and O. Link, “A Rainfall Simulator for the in situ Study of Superficial Runoff and Soil Erosion,” *Chil. J. Agric. Res. - CHIL J AGRIC RES*, vol. 70, Mar. 2010, <http://doi.org/10.4067/S0718-58392010000100019>.
- [14] Y. C. Wirasembada, B. I. Setiawan, and S. K. Saptomo, “Penerapan Zero Runoff System (ZROS) dan Efektivitas Penurunan Limpasan Permukaan Pada Lahan Miring di DAS Cidanau, Banten,” *MEDIA Komun. Tek. SIPIL*, vol. 23, no. 2, p. 102, Dec. 2017, <http://doi.org/10.14710/mkts.v23i2.15983>.
- [15] N. Rahma Yanti, R. Rusnam, and E. G. Ekaputra, “ANALISIS DEBIT PADA DAS AIR DINGIN MENGGUNAKAN MODEL SWAT,” *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 21, no. 2, p. 127, Sep. 2017, <http://doi.org/10.25077/jtpa.21.2.127-137.2017>.
- [16] J. Neris, C. Jiménez, J. Fuentes, G. Morillas, and M. Tejedor, “Vegetation and land-use effects on soil properties and water infiltration of Andisols in Tenerife (Canary Islands,

-
- Spain),” *CATENA*, vol. 98, pp. 55–62, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.06.006>.
- [17] P. A. E. Sumono, I. Nazif, and S. Edi, “Kajian Laju Infiltrasi Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Tongkoh Kecamatan Dolat Rayat Kabupaten Karo,” *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 1, no. 2, 2013, [Google Scholar](#).
- [18] H. Liu *et al.*, “Pyrolysis behaviors of organic matter (OM) with the same alkyl main chain but different functional groups in the presence of clay minerals,” *Appl. Clay Sci.*, vol. 153, pp. 205–216, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.12.028>.