

# **Karakteristik Hidrologi Tanah pada Berbagai Tingkatan Umur Tanaman Penghijauan di Desa Pelaga, Kecamatan Petang Kabupaten Badung**

NI KOMANG HARI PADMAYANI  
I NYOMAN SUNARTA\*)  
WIYANTI

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana.

Jln. PB. Sudirman Denpasar 80231 Bali

\*)Email: nangrubnyoman@yahoo.co.id

## **ABSTRACT**

### **Characteristics of Soil Hydrology At Various Age Levels of Reforestation In Pelaga Vilage Petang Ditric, Badung Regency**

Nowadays many areas are experiencing drought during the dry season and flooding during the rainy season, so the water is no longer available throughout the year due to an imbalance of the hydrological cycle. The imbalance is caused by two factors: natural factors and management factors. Reforestation plants are expected to have the function of forests as an effective natural run off control. The purposes of this research were to know the difference of hydrological characteristics at several age levels reforestation and to determine the role of plant ages in improving soil hydrological properties at Pelaga vilage. The data was analysed with descriptive quantitative method..

The results from this research of characterized the hydrological at various age levels of reforestation was increased fluctuatingly. Available water on reforestation 1,2,3,4,5 years old and controls respectively 14.75%, 12.07%, 14.90%, 13.98%, 15.88%, and 12.22%. The highest characteristics of soil hydrology was achieve in the reforestation area of the five years old or after harvest was 15.88%. The increasing levels of water available between the ages of five years over control was 29.95%.

Keywords: *Characteristics of Soil Hydrology, Reforestation, Available Water*

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang banyak manfaatnya bagi kehidupan manusia. Air hujan yang jatuh ke bumi tidak semua menjadi aliran permukaan, tetapi sebagian terinfiltrasi melalui pori-pori tanah dan terakumulasi menjadi air tanah, yang selanjutnya akan kembali menguap menjadi hujan. Proses inilah yang disebut dengan siklus hidrologi. Namun, dewasa ini banyak wilayah yang mengalami kekeringan saat musim kemarau dan banjir saat musim penghujan, sehingga air tidak lagi tersedia sepanjang tahun yang disebabkan karena

ketidakseimbangan siklus hidrologi yang disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor alam dan faktor manajemen manusia.

Desa Pelaga secara administrasi termasuk wilayah Kecamatan Petang, Kabupaten. Topografi daerahnya bergelombang sampai berbukit. Masyarakat di wilayah ini telah menanam tanaman penghijauan jabon. Tumbuhan penghijauan memiliki banyak fungsi, salah satunya yaitu mempunyai fungsi hidrologis. Fungsi hidrologis tersebut dapat menyebabkan tanah dalam menjaga keseimbangan sistem air tanah, mengurangi aliran permukaan, menangkap dan menyimpan air, melindungi tanah dari curahan langsung air hujan, meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, meningkatkan stabilitas agregat tanah dan lain-lain.

Faktor tanaman yang dapat berpengaruh pada karakteristik hidrologi salah satunya adalah umur tanaman. Pudjiharta (2008) menyatakan, umur tanaman yang lebih tua akan lebih nyata pengaruhnya daripada tanaman umur muda terhadap hasil air. Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul karakteristik hidrologi tanah pada berbagai tingkatan umur tanaman penghijauan di Desa Pelaga. Hasil penelitian ini diharapkan dapat sebagai masukan kepada masyarakat dalam memperbaiki karakteristik hidrologi yang ada di Desa Pelaga, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik hidrologi pada berbagai tingkatan umur tanaman penghijauan di Desa Pelaga, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung?
2. Apakah umur tanaman yang semakin tua, semakin baik dalam memperbaiki sifat hidrologis tanah?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perbedaan karakteristik hidrologi pada beberapa tingkatan umur tanaman penghijauan di Desa Pelaga, Kecamatan petang, Kabupaten Badung.
2. Untuk mengetahui peran umur tanaman yang dalam memperbaiki sifat hidrologis tanah.

## **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah ;

1. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi akademisi untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai sifat hidrologis dalam tanah hubungannya dengan umur tanaman penghijauan ;

2. Bermanfaat bagi masyarakat dalam menjaga ketersediaan air dalam tanah di Desa Pelaga, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung.

## **2. Metodologi Penelitian**

### **2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga November 2016. Pengambilan sampel tanah yaitu dilahan penghijauan dengan umur tanaman penghijauan 1,2,3,4 dan 5 tahun (setelah panen kayu) dan sebagai kontrol digunakan lahan tanpa tanaman penghijauan. Penelitian di lakukan di Desa Pelaga, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung.

### **2.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah, peta Desa Pelaga, data tanaman penghijauan selama 5 tahun berturut-turut, sampel tanah pada setiap tingkatan umur penghijauan, air bebas ion, NaOH 30%, air destilasi, larutan calgon, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%, HCL 0.4 N, NaP<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 5%, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85%, FeSO<sub>4</sub> 1 N, indicator diphenilamin.

Alat yang digunakan adalah *bor belgi*, *double ring infiltrometer*, ring sample, kompas, *abney level*, GPS, pisau lapangan, kantong plastic, dan alat tulis, karet gelang, kertas label, picnometer, elemeyer, kompor, notol semprot, tin, oven.

### **2.2 Metode dan Pelaksanaan Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan pengamatan langsung di lapangan dan analisis laboratorium. Penelitian di lakukan sesuai dengan beberapa tahapan yaitu ; (1) perencanaan dan persiapan awal survey lahan penghijauan yang bertujuan untuk mengetahui titik pengambilan sampel sesuai dengan umur penghijauan, (2) pengambilan sampel tanah, (3) analisis beberapa karakteristik hidrologis tanah, (4) analisis data dengan metode deskriptif.

#### **2.2.1 Perencanaan dan Persiapan Awal**

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah melakukan perencanaan survei pada lokasi untuk menentukan titik lokasi survei pengambilan sample tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lahan umur tanaman penghijauan 1,2,3,4,5 tahun dan pada lahan tanpa tanaman penghijauan sebagai kontrol. Tingkatan umur tanaman penghijauan dapat diketahui dengan cara wawancara menggunakan kuisisioner terhadap petani ataupun warga setempat yang dilanjutkan dengan dengan penentuan titik pengamatan pada peta desa.

#### **2.2.2 Survei Lapangan Pengambilan Sampel Tanah**

Penentuan titik sample diperoleh dari hasil wawancara. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lapisan olah dengan kedalaman 0-30 cm dan pada masing-

masing sampel diambil satu sampel. Sampel tanah diambil dalam bentuk terganggu dan tidak terganggu. Pengambilan sampel tanah dalam bentuk terganggu untuk pengamatan tekstur, berat jenis partikel, kadar air kapasitas lapang, kadar air titik layu permanen dan bahan organik. Pengambilan tanah tidak terganggu dengan menggunakan ring sampel untuk pengamatan berat volume tanah dan permeabilitas tanah. Selain itu juga di lakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mengamati : infiltrasi, struktur tanah, warna tanah, kedalaman tanah efektif, kemiringan, arah kemiringan, kandungan lengas tanah, dan vegetasi yang tumbuh.

### 2.2.3 Metode Analisis Tanah

Analisis tanah di lakukan di Laboratorium Tanah, Konsentrasi Ilmu Tanah dan Lingkungan, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Parameter yang dianalisis meliputi :

1. Teksur tanah dengan metode pipet
2. Berat volume tanah dengan metode ring sampel
3. Berat jenis partikel tanah dengan metode picnometer
4. Porositas total dihitung dengan rumus :

$$\text{Porositas} = \left[ 1 - \frac{\rho_b}{\rho_p} \right] \times 100\%$$

dimana :

$\rho_b$  = Berat Jenis Volume Tanah

$\rho_p$  = Berat Jenis Partikel Tanah

5. Kadar air kapasitas lapang dengan metode gravimetri.
6. Kadar air titik layu permanen dengan melihat terjadinya perubahan warna/batas berubah warna (ketetapan *Atterberg*) dari pasta tanah menjadi kering, kemudian dicari kadar airnya dengan metoda gravimetri.
7. Permeabilitas tanah dengan metode *constanthead permeameter*
8. Bahan organik tanah dengan metode Walkley dan Black.
9. Kadar air tersedia dengan rumus :

$$\text{Kadar Air Tersedia} = \text{Kadar Air Kapasitas Lapang} - \text{Kadar Air Titik Layu Permanen}$$

### 2.2.4 Metode Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan di lakukan pada lahan yang ditanami tanaman penghijauan dengan umur yang berbeda (1,2,3,4,5 tahun dan kontrol) di Desa Pelaga, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung. Parameter yang diamati antara lain :

1. Infiltrasi dengan metode *double ring infiltrometer*
2. Kemiringan lereng dengan metode *abney level*
3. Warna tanah dengan metode *soil munshel colour chart*
4. Kedalaman tanah efektif dengan *bor belgi*.

5. Keberadaan lengas tanah dengan pengamatan langsung.
6. Struktur tanah dengan pengamatan langsung.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan dan penelitian laboratorium, diperoleh hasil masing-masing parameter yang dapat digunakan sebagai dasar dalam penilaian karakteristik hidrologi tanah pada berbagai tingkatan umur tanaman. Parameter yang diamati meliputi parameter fisik, kimia, dan karakteristik air tanah. Parameter fisik meliputi berat volume tanah, berat jenis partikel tanah, porositas total tanah, permeabilitas, dan tekstur tanah. Parameter kimia meliputi bahan organik tanah dan parameter karakteristik air tanah meliputi infiltrasi, kadar air kapasitas lapang, kadar air titik layu permanen, serta kadar air tersedia. Secara lengkap hasil analisis sifat fisik dan kimia di lihat pada Tabel 1 dan karakteristik air tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisa Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Setiap Tingkatan Umur Tanaman Penghijauan

Umur tanaman penghijauan	Tekstur	Jenis Tanah	Berat volume (gr cm <sup>-3</sup> )	Berat Jenis Partikel (gr cm <sup>-3</sup> )	Permeabilitas (cm jam <sup>-1</sup> )	Porositas (%)	Bahan Organik (%)
Control	lempung	Andisol vitrik	0,81	2,51	93,40 (SC)	67,8	5,04 (R)
1 tahun	pasir berlempung	Andisol vitrik	0,85	2,31	494,49 (SC)	63,3	7,43 (S)
2 tahun	lempung liat berpasir	Andisol okrik	0,82	2,53	6,60 (AC)	67,6	9,93 (T)
3 tahun	lempung berpasir	Andisol vitrik	0,76	2,47	228,55 (SC)	69,2	8,79 (S)
4 tahun	lempung	Andisol vitrik	0,91	2,94	178,35 (SC)	69,05	9,84 (T)
setelah panen	lempung berpasir	Andisol vitrik	0,66	2,29	46,16 (SC)	71,1	11,27 (T)

Keterangan : SC = Sangat Cepat ; AC = Agak Cepat ; S = Sedang ; T = Tinggi ; R = Rendah  
 Sumber : Pusat Penelitian Tanah (1983)

Pada Tabel 1 menjelaskan mengenai analisis fisik dan kimia tanah pada berbagai tingkatan umur tanaman penghijauan. Berdasarkan tabel hasil analisis tersebut tekstur tanah rata-rata lempung hingga lempung berpasir, tetapi pada lahan penghijauan dua tahun memiliki kandungan liat yang lebih tinggi. Berat volume tanah terendah pada lahan tanaman penghijauan lima tahun atau setelah panen

sebesar  $0.66 \text{ gr cm}^{-3}$ . Berat jenis partikel terendah pada lahan tanaman penghijauan umur lima tahun atau setelah panen sebesar  $2.29 \text{ gr cm}^{-3}$ . Permeabilitas tanah tertinggi pada lahan tanaman penghijauan satu tahun sebesar  $494,49 \text{ cm jam}^{-1}$  dengan keterangan sangat cepat. Porositas total tanah tertinggi pada lahan tanaman penghijauan umur lima tahun atau setelah panen sebesar 71,1%. Bahan organik tanah tertinggi pada lahan tanaman penghijauan umur lima tahun sebesar 11,27%.

Berdasarkan Tabel 2 dijelaskan mengenai hasil analisis karakteristik air tanah pada berbagai tingkatan umur tanaman penghijauan. Infiltrasi tanah meningkat pada setiap tingkatan umur tanaman penghijauan sehingga tertinggi terdapat pada lahan tanaman penghijauan lima tahun atau setelah panen sebesar  $150 \text{ cm jam}^{-1}$ . Kadar air kapasitas lapang tertinggi pada lahan penghijauan umur tanaman satu tahun sebesar 28,12%. Kadar air titik layu permanen tertinggi pada lahan tanaman penghijauan satu tahun sebesar 13,41% dan kadar air tersedia tertinggi pada lahan tanaman penghijauan umur lima tahun/setelah panen sebesar 15,88%.

Tabel 2. Hasil Analisis Karakteristik Air Tanah Pada Berbagai Umur Tanaman Penghijauan

Umur tanaman penghijauan	Infiltrasi (cm/jam)	Kapasitas lapang (%)	Titik layu permanen (%)	Kadar Air Tersedia (%)
Control	39,60	24,80	12,58	12,22
1 tahun	109,20	28,12	13,41	14,75
2 tahun	26,04	24,45	12,38	12,07
3 tahun	148,80	27,38	12,43	14,89
4 tahun	36,48	26,32	12,34	13,98
setelah panen	150	28,10	12,22	15,88

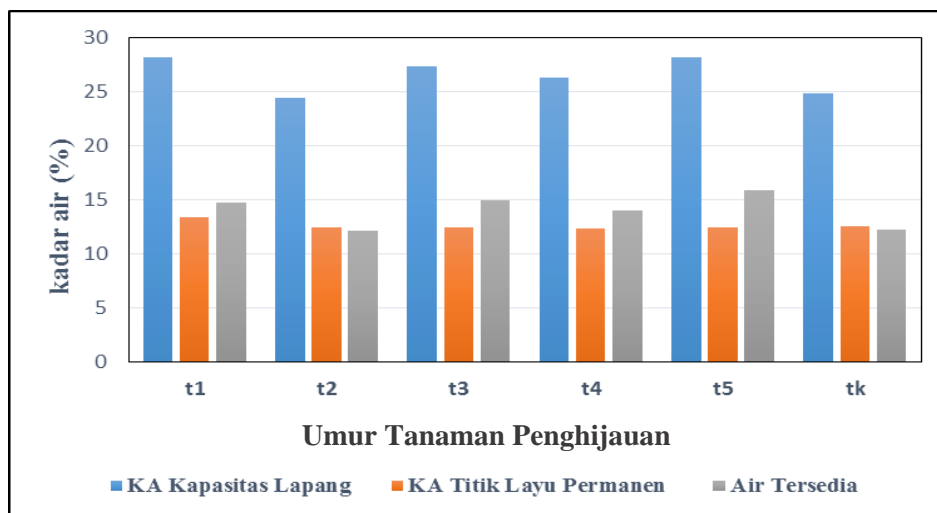
Sumber : Analisis di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana

### 3.2 Pembahasan

Ketersediaan air dalam tanah pada setiap lahan dengan umur tanaman penghijauan yang berbeda merupakan hasil akhir dari penilaian karakteristik hidrologi tanah. Ketersediaan air tanah tertinggi terdapat pada lahan penghijauan umur lima tahun (setelah panen) dengan kadar air tersedia 15,88%. Parameter yang berpengaruh terhadap peningkatan air tersedia pada umur penghijauan lima tahun atau setelah panen adalah bahan organik, infiltrasi, porositas total tanah, dan berat volume tanah. Peningkatan air tersedia pada lahan tanaman penghijauan setelah panen dibandingkan dengan kontrol sebesar 29,95%. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya bahan organik yang berasal dari serasah daun yang gugur selama pertumbuhan tanaman dan saat panen. Peningkatan bahan organik pada lahan tanaman penghijauan lima tahun atau setelah panen dibandingkan dengan kontrol adalah 123,61%. Bahan organik tanah yang meningkat menyebabkan kadar air juga meningkat, hal ini ditujang dengan pernyataan Atmojo (2003) yang mengatakan

penambahan bahan organik akan meningkatkan kemampuan tanah menahan air sehingga kemampuan menyediakan air tanah untuk pertumbuhan tanaman meningkat. Karakteristik air tanah pada berbagai umur tanaman penghijauan dapat dilihat pada Gambar 1.

Peranan bahan organik terhadap fisik tanah yaitu sebagai salah satu bahan pembentuk agregat tanah, yang mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah untuk bersatu menjadi agregat tanah, sehingga bahan organik penting dalam pembentukan struktur tanah (Atmojo, 2003). Kadar bahan organik yang tinggi pada lahan penghijauan dengan umur tanaman lima tahun berpengaruh terhadap berat volume tanah, dimana tanah menjadi lebih ringan. Berat volume tanah pada lahan penghijauan umur lima tahun atau setelah panen sebesar  $0.66 \text{ gr cm}^{-3}$ . Sesuai dengan pendapat Kurnia dkk. (2006) bahwa jenis tanah Andisol mempunyai berat volume antara  $0,6-0,9 \text{ gr cm}^{-3}$ .



Gambar 1. Grafik Kadar Air Titik Layu Permanen, Kadar Air Kapasitas Lapang dan Kadar Air Tersedia pada Lahan Tanaman Penghijauan

Tingginya bahan organik tanah pada saat lahan penghijauan lima tahun menyebabkan porositas total tanah juga meningkat. Porositas total tanah pada lahan penghijauan umur lima tahun atau setelah panen sebesar 71,1% meningkat 5% dari kontrol. Menurut Atmojo (2003) Pengaruh bahan organik terhadap sifat fisika tanah yang lain adalah terhadap peningkatan porositas tanah. Pengaruh bahan organik terhadap peningkatan porositas tanah di samping berkaitan dengan aerasi tanah, juga berkaitan dengan status kadar air dalam tanah.

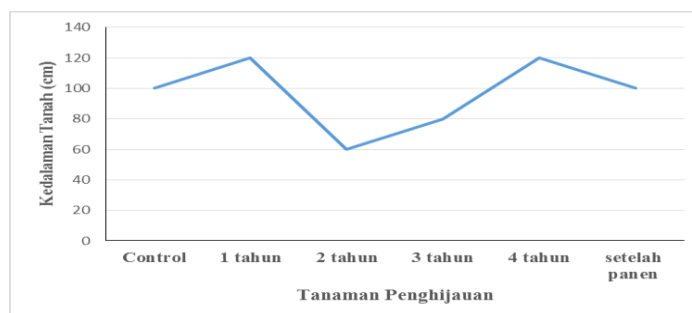
Infiltrasi tanah pada lahan tanaman penghijauan umur lima tahun atau setelah panen meningkat hingga  $150 \text{ cm jam}^{-1}$  dengan kategori sangat cepat dibandingkan dengan kontrol. Infiltrasi tanah berkaitan dengan bahan organik tanah. Semakin tinggi bahan organik tanah maka struktur tanah juga akan semakin baik, sehingga infiltrasi akan meningkat atau menurunkan aliran permukaan. Secara umum infiltrasi cenderung meningkat sesuai dengan peningkatan umur tanaman. Infiltrasi juga

dipengaruhi pengelolaan dan tekstur tanah. Hal ini ditunjang oleh pernyataan Saidi (2006) bahwa laju infiltrasi dipengaruhi oleh macam penggunaan lahan atau kerapatan vegetasi penutup lahan yang berhubungan dengan ketebalan serasah tanah dan pengelolaan lahan.

Penghijauan pada umur lima tahun dapat membantu dalam memperbaiki infiltrasi pada suatu lahan. Hal ini berarti dengan adanya tanaman penghijauan dapat mengurangi aliran permukaan. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Hamilton dan King (1992) bahwa penghijauan dalam jangka panjang menyebabkan terjadinya peningkatan laju infiltrasi, sehingga terjadi pengurangan laju muatan sedimen tersuspensi di sungai-sungai dan erosi yang diendapkan. Akar tanaman dewasa/tua cukup efektif bekerja di dalam tanah membentuk saluran dan menambah bahan organik yang berfungsi untuk memantapkan agregat dan memperbaiki sifat fisik tanah terutama strukturnya sehingga lalu lintas air menjadi lebih lancar (Utomo, 1994 ; Hidayah dkk., 2001). Semakin tinggi kerapatan perakaran tanaman, kondisi fisik tanah akan lebih baik (Hartati, 1998).

Keberadaan lengas tanah pada setiap umur tanaman penghijauan tidak mempunyai perbedaan yang signifikan. Keberadaan lengas tanah dapat dilihat pada Gambar 2. Umur tanaman penghijauan tidak berpengaruh terhadap keberadaan lengas tanah, ditunjang dengan pernyataan Asmiwati, (2010) kapasitas simpanan tanah tergantung pada tekstur, kedalaman dan struktur tanah. Hal ini dapat dilihat bahwa pada lahan penghijauan dengan umur tanaman dua tahun dengan tekstur lempung liat berpasir kandungan air tanah paling dangkal. Ketersediaan lengas tanah tergantung pada kinetik air, distribusi akar, dan suhu. Pernyataan tersebut membuktikan bahwa hasil penelitian telah sesuai karena kemiringan dan umur tanaman tidak berpengaruh terhadap keberadaan lengas tanah di lahan penghijauan di Pelaga.

Keberadaan lengas tanah pada lahan penghijauan umur dua tahun terdapat pada kedalaman 60 cm. Hal ini disebabkan karena pada lahan penghijauan berumur dua tahun dekat dengan saluran irigasi, sehingga lapisan air dalam tanah lebih mudah ditemui. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Ritawati dkk. (2015) bahwa faktor yang mempengaruhi kandungan lengas tanah antara lain iklim, irigasi, bahan organik, fraksi liat, topografi, dan penutup lahan. Keberadaan lengas tanah pada berbagai lahan umur tanaman penghijauan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kedalaman Lengas Tanah pada Lahan Penghijauan



## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisis statistik dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik hidrologi pada lahan tanaman penghijauan cenderung meningkat sesuai dengan umur tanaman penghijauan.
2. Air tersedia pada tanaman penghijauan umur 1,2,3,4,5 tahun dan kontrol secara berturut-turut 14,75%, 12,07%, 14,90, 13,98%, 15,88%, dan 12,22% ; infiltrasi masing-masing sebesar 109,20 cm jam<sup>-1</sup>, 26,04 cm jam<sup>-1</sup>; 148,80 cm jam<sup>-1</sup>, 36,48 cm jam<sup>-1</sup>, 150 cm jam<sup>-1</sup> dan 39,60 cm jam<sup>-1</sup>; kadar air kapasitas lapang masing-masing sebesar 28,12%, 24,45%, 27,33%, 26,32%, 28,10%, 24,80%, dan kadar air titik layu permanen secara berturut-turut sebesar 13,41%, 12,38%, 12,43%, 12,34%, 12,22%, 12,58%.
3. Umur tanaman yang semakin tua dapat berperan lebih baik dalam memperbaiki sifat hidrologis tanah. Kadar air tersedia tertinggi dicapai pada umur lima tahun sebesar 15,88% meningkat sebesar 29,95% dibandingkan kontrol.

### 4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan peran tanaman penghijauan dalam hubungannya dengan debit air sungai yang dihasilkan, sehingga diketahui secara langsung peranan tanaman penghijauan terhadap ketersediaan air di DAS.
2. Diharapkan pemerintah dan masyarakat dapat saling berkerjasama dalam menjaga kelestarian lingkungan dengan menanam tanaman penghijauan sehingga fungsi hidrologis tanah tidak rusak dan air permukaan tetap tersedia sepanjang tahun.

## Daftar Pustaka

- Asmiwati. 2010. Analisa Kadar lengas tanah dengan metode gips pada pertumbuhan tanaman cabai. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas. Vol. 14.
- Hamilton, L. S. dan P. N. King. 1992. Daerah Aliran Sungai Hutan Tropika, Terjemahan dari *Tropical Forested Watersheds*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta Indonesia.
- Hartati, S. 1998. Hubungan Kerapatan Perakaran Tanaman dengan Sifat Fisik Tanah pada Berbagai Sistem Pola Tanam pada Ultisol Lampung Utara. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hidayah, N., B. Suharto dan Widiyanto. 2001. Evaluasi Model Infiltrasi Horton dengan Teknik *Constant Head* Melalui Pendugaan Beberapa Sifat Fisik Tanah pada Berbagai Pengelolaan Lahan. [www.digilib.brawijaya.ac.id/infiltrasi.pdf](http://www.digilib.brawijaya.ac.id/infiltrasi.pdf). Diakses tanggal 16 Januari 2017.

- Kurnia, U., F. Agus., A. Adimihardja dan Ai. Dariah. 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisinya. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Balitbang pertanian. Departemen Pertanian.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Kreteria Penilaian Sifat Kimia Tanah. Bogor.
- Ritawati, S., Nurmayunis., D. Farnia., Fitriani. 2015. Perubahan Kadar Lengas Tanah dan Hasil Beberapa Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) yang Diberi Irigasi Tetes di Lahan Kering. Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan Sultan Ageng Tirtayasa. Volume 4 No. 2. Hal : 113-123. Banten.
- Punjiharta, A. 2008. Pengaruh Pengelolaan Hutan pada Hidrologi (*Influence of Forest Management on Hydrology*). Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Saidi, H. A. 2006. Fisika Tanah dan Lingkungan. Andalas University Press. Padang
- Utomo, M. S., B. Rusman., T. Subrina. J. Lumbanraja dan Wawan. 2016. Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan. Kencana. Jakarta.
- Atmojo, S.W. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah Dan Upaya Pengelolaannya. Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.