

## PENDUGAAN EVAPOTRANSPIRASI DI LAHAN AGROFORESTRI DAN LAHAN TERBUKA HUTAN PENDIDIKAN FAKULTAS KEHUTANAN UNMUL

Sri Sarminah<sup>1</sup>, M. Brian J. Pasaribu<sup>1</sup>, dan Marlon I. Aipassa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jl. Ki Hajar Dewantara, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia 75119

Tel. +62-541-35089 Fax. +62-541-732146.

E-Mail: sri\_fahatan@yahoo.com; ssarminah@fahatan.unmul.ac.id

### ABSTRAK

**Pendugaan Evapotranspirasi Di Lahan Agroforestri Dan Lahan Terbuka Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Unmul.** Air adalah substansi yang paling melimpah di permukaan bumi dan merupakan komponen utama bagi semua makhluk hidup serta merupakan kekuatan utama yang secara konstan membentuk permukaan bumi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai elemen-elemen hidrologi untuk pendugaan evapotranspirasi pada lahan agroforestri menggunakan petak ukur limpasan dan lahan terbuka menggunakan lysimeter, penelitian berlokasi di lahan terbuka dan lahan agroforestri di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Unmul Samarinda (HPFU), pada lahan agroforestri kombinasi jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) dan Kacang buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) dipasang Petak Ukur Limpasan berukuran 10 m × 3,5 m dan pada lahan terbuka dipasang lysimeter berukuran 60 cm × 58 cm yang dibenamkan ke dalam tanah. Metode yang digunakan dalam pendugaan evapotranspirasi ini yaitu menggunakan pendekatan persamaan Neraca Air. Hasil penelitian dengan kejadian hujan sebanyak 30 kali selama ± 4 bulan memiliki total Curah hujan yang tertampung sebesar 882,35 mmdengan total limpasan permukaan (Q) sebesar 66,92 mm (7,58%), kandungan air tanah ( $\Delta s$ ) sebesar 88,78 mm (10,06%) dan infiltrasi (If) sebesar 88,24 mm (10%) dengan nilai evapotranspirasi (Et) sebesar 638,41(72,35%) terjadi pada lahan agroforestri dan pada lahan terbuka total kandungan air tanah ( $\Delta s$ ) sebesar 86,77 mm (9,83%), perkolasi (Pc) sebesar 44,42 mm (5,03%) dan limpasan permukaan (LP) sebesar 41,47 mm (4,70%), dengan nilai evapotranspirasi (Et) sebesar 709,69 mm (80,43%).

**Kata kunci :** Evapotranspirasi, lysimeter, infiltrasi, agroforestri.

### ABSTRACT

**Estimation Of Evapotranspiration At Agroforestri Land And Open Area In Educational Forest Of Forestry Faculty Unmul.** Water is the most abundant substance on the surface of the earth and is a major component for all living things and is a major force that is constantly forming the surface of the earth. This study aims to determine the value of hydrological elements for estimating evapotranspiration on agroforestry land using runoff plots and open land using lysimeter. Research is located in open land and agroforestry land in the Educational Forest of Forestry Faculty of Mulawarman University Samarinda, in the combination of agroforestry land of Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) and Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) installed Runoff Measuring Plots measuring was 10 m × 3.5 m and in an open area size is 60 cm × 58 cm. The method used in the estimation of evapotranspiration is to use the Water Balance equation approach. The results of research with the occurrence of rain as much as 30 times over ± 4 months have a total rainfall that is accommodated at 882.35 mm with a total runoff (Q) of 66.92 mm (7.58%), groundwater content ( $\Delta s$ ) of 88,78 mm (10.06%) and infiltration (If) of 88.24 mm (10%) with an evapotranspiration (Et) value of 638.41 (72.35%) occurring on agroforestry land and on open area the total groundwater content ( $\Delta s$ ) of 86.77 mm (9.83%), percolation (Pc) of 44.42 mm (5.03%) and surface runoff (LP) of 41.47 mm (4.70%), with a value of evapotranspiration (Et) of 709.69 mm (80.43%).

**Key words :** Evapotranspiration, lysimetre, infiltration, agroforestry.

## 1. PENDAHULUAN

Air adalah substansi yang paling melimpah di permukaan bumi dan merupakan komponen utama bagi semua makhluk hidup serta merupakan kekuatan utama yang secara konstan membentuk permukaan bumi. Air juga merupakan faktor penentu dalam pengatur iklim di permukaan bumi. Ilmu tentang air (hydroscience: hidrobiology, hidro-chemistry, hidrogeologi) membahas permasalahan air di bumi, distribusi dan sirkulasi, sifat fisik, dan kimia air tersebut dan interaksi air dengan lingkungannya, termasuk interaksi dengan makhluk hidup khususnya manusia (Indarto, 2012).

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, padat, gas). Air merupakan fokus utama dari ilmu hidrologi dimana laut menjadi tempat penampungan air terbesar di bumi dengan adanya sinar matahari maka siklus air akan menciptakan daur hidrologi dimana air dari laut, tanah dan tumbuhan akan diuapkan ke atmosfer dalam bentuk gas kemudian ke tanah dan kembali ke laut yang tidak pernah berhenti (Asdak, 2014).

Jenis-jenis kehilangan air yang terjadi antara lain limpasan, evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi dan air yang masuk kedalam lapisan tanah (Oktaviani, dkk., 2013). Evaporasi adalah proses kehilangan air dalam bentuk uap air dari permukaan tanah. Sedangkan transpirasi merupakan proses absorpsi air oleh tanaman yang kemudian di keluarkan kembali ke atmosfer oleh tanaman. Sehingga jika proses evaporasi dan transpirasi digabungkan maka menjadi proses evapotranspirasi berarti total kebutuhan air oleh tanaman, dengan kata lain kebutuhan irigasi dapat diketahui melalui pendugaan evapotranspirasi tanaman. Islamie dan Utomo, (1995) dalam Nasution, dkk. (2015).

Pengukuran evapotranspirasi secara langsung dapat dilakukan dengan lysimeter. Lysimeter didefinisikan sebagai kontainer tanah dengan volume dan kedalaman tertentu, yang diisi dengan tanah terganggu atau tidak terganggu, yang dipasang perangkat dan terhubung dan digunakan untuk mengumpulkan air rembesan (drainase) yang terkumpul di bawah lysimeter. Dan pada lysimeter mengukur air yang masuk (presipitasi dan irigasi) dan air yang keluar (perkolasi) dapat diukur (Lanthaler, 2004).

Lahan terbuka menyebabkan hilangnya vegetasi, sehingga pada saat terjadi hujan sangat dimungkinkan terjadinya limpasan permukaan dan erosi tanah. Hal ini karena pada lantai hutan tidak ada lagi vegetasi yang cukup mampu untuk menahan jalannya laju air yang melintas di permukaan tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan teknik rehabilitasi lahan dengan jenis yang tepat. Hal ini erat kaitannya dengan teknik pengelolaan lahan yang baik dengan memperhatikan kondisi hidrologik yang terjadi.

Indikator-indikator terganggunya kondisi hidrologik suatu lahan terbuka biasanya ditandai dengan degradasi fungsi lahan dan tata air yang selanjutnya dapat mengganggu fungsi dan peranan masing-masing anasir hidrologik. Penelitian memfokuskan pada kemungkinan terjadinya perubahan kandungan air tanah dan nilai evapotranspirasi oleh upaya rehabilitasi lahan dengan teknik vegetasi dengan penanaman tanaman dengan system agroforestri.

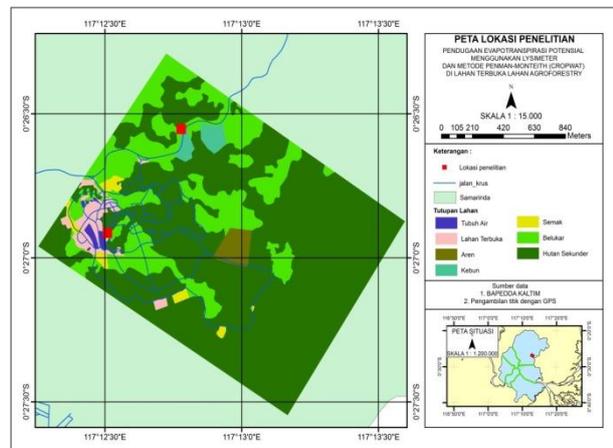
Beberapa penelitian tentang kondisi hidrologik khususnya pendugaan nilai evapotranspirasi telah dilakukan antara lain oleh Oktaviani (2013), Yuliawati (2014), Adha (2016) dan Walidatika (2017), namun penelitian pendugaan evapotranspirasi di lahan terbuka dan

lahan agroforestri di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman relatif kurang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai elemen-elemen hidrologi untuk pendugaan evapotranspirasi pada lahan agroforestri menggunakan petak ukur limpasan dan lahan terbuka menggunakan lysimeter.

## 2. METODA PENELITIAN

### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada lahan terbuka dan lahan agroforestri (jabon putih dan kacang buncis) di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda, Kalimantan Timur. Gambar 1 menampilkan peta lokasi penelitian. Pada Bulan Juli-Oktober 2018.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

### 2.2. Metode Penelitian

#### 2.2.1. Pemasangan lysimeter pada lahan terbuka

Peletakkan lysimeter berada pada kelerengan 15-25%, lysimeter dibuat dari drum berukuran tinggi 60 cm dan diameter 58 cm pada bagian bawah drum dibuat lancip untuk jalur keluar air menuju penampung menggunakan selang, drum di benam ke dalam tanah yang sebelumnya telah digali sampai bagian atas drum rata dengan permukaan tanah, selanjutnya drum diisi dengan tanah yang sebelumnya pada bagian dasar drum telah diberi kerikil, setelah terisi penuh dan rata dengan

permukaan tanah selanjutnya di tanami rumput.

#### 2.2.2. Pemasangan petak ukur limpasan permukaan di lahan agroforestri

Pemasangan petak ukur limpasan di lahan agroforestri pada kelerengan 15-25 % yang ditanami tanaman jabon putih dan kacang buncis dibuat dengan ukuran panjang 10 m, lebar 3,5 m, untuk mencegah perembasan air limpasan dari luar ke dalam atau sebaliknya, papan dimasukkan ke dalam tanah sedalam 5 cm dan diberi penyangga berupa kayu untuk menjaga papan tidak jatuh. Untuk menampung air larian pada bagian terendah dipasang drum dan paralon sebagai

penyalur air ke dalam drum. Areal sekitar penelitian di pasang alat penakar curah hujan.

2.2.3. Pengamatan dan pengukuran

- 1) Pengukuran curah hujan (P)
- 2) Pengukuran perkolasi (Pc)

Air perkolasi dihitung dengan cara membagikan volume air yang tertampung di ember penampung kemudian dibagi dengan luas permukaan lysimeter.

- 3) Pengukuran limpasan permukaan dihitung menggunakan rumus :

$$LP = \frac{Vl}{L}$$

Dimana :

LP : Limpasan permukaan (mm);

Vl : Volume total air tertampung (cm<sup>3</sup>);

L : Luas petak ukur limpasan permukaan (m<sup>2</sup>).

- 4) Pengukuran kandungan air tanah ( $\Delta S$ )

Rumus yang digunakan untuk mengukur kandungan air tanah adalah:

$$1) \Delta S_j = \frac{\Delta S_v}{A_r}$$

Dimana :

$\Delta S_j$  : Kandungan air tanah (mm);

$\Delta S_v$  : Volume kandungan air (cm<sup>3</sup>);

$A_r$ : Luas ring sampel (cm<sup>2</sup>).

2.2.4. Pengolahan dan analisis data

Pengolahan dan analisis data meliputi curah hujan (P), limpasan permukaan (LP), perkolasi (Pc), kandungan air tanah ( $\Delta S$ ).

1. Evapotranspirasi menggunakan lysimeter, dengan rumus menurut Chang, (1974) :

$$ET = (P) - (Pc + \Delta t + Q)$$

Keterangan :  
 ET : Evapotranspirasi (mm);  
 P : Curah hujan (mm);  
 Pc : Perkolasi (mm);  
 $\Delta t$  : Kadar air tanah (mm).

Q : Limpasan Permukaan (mm)

2. Evapotranspirasi menggunakan petak ukur limpasan permukaan, dengan rumus menurut Lee, (1988) :

$$ET = P - LP - \Delta S - If$$

Keterangan :  
 ET : Evapotranspirasi (mm);

P : Curah hujan (mm);

LP : limpasan permukaan (mm);

$\Delta S$  : Kandungan air tanah (mm);

If : Infiltrasi (mm).

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum lokasi penelitian

Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (HPFU) atau yang lebih dikenal dengan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) terletak dalam daerah aliran Sungai Karang Mumus di kecamatan Samarinda Utara. Secara Geografis terletak antara 0°25'10" - 0°25'24" Lintang Selatan (LS) dan 117°14'00" - 117°14'14" Bujur Timur (BT).

Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda secara administrasi pemerintah termasuk ke dalam wilayah desa Lempake, Kecamatan Samarinda

Utara dengan luas desa 53,80 m<sup>2</sup> yang berbatasan dengan:

- Sebelah Utara : Kelurahan Sempaja atau Sungai Pinang,
- Sebelah Selatan : Kelurahan Sungai Pinang Dalam,
- Sebelah Barat : Kelurahan Sempaja dan Temendung Permai,
- Sebelah Timur : Kelurahan Sungai Surung dan Anggana.

HPFU merupakan kawasan yang masih bernuansa alami dengan habitat hutan hujan tropis dataran rendah (*low land rain tropical forest*), yang terletak pada ketinggian ± 50 mdpl. Vegetasi awal merupakan hutan alami yang didominasi oleh *dipterocarpaceae*. Setelah mengalami kebakaran pada tahun 1983, 1993 dan 1998, vegetasi sebagian besar berubah menjadi hutan sekunder muda dan sekarang menjadi hutan sekunder tua yang mengarah ke klimaks. Kawasan KRUS dibagi menjadi tiga zona yaitu: zona rekreasi dialokasikan seluas ± 65 Ha, zona koleksi dialokasikan seluas ± 112 Ha dan zona konservasi dialokasikan seluas ± 125 Ha (KRUS, 2014).

Berdasarkan rekaman data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yaitu tahun 2008 sampai tahun 2017, lokasi penelitian menerima curah hujan bulanan rata-rata 211,5 mm, suhu udara rata-rata 27,4°C, kelembaban udara relatif rata-rata 82,2%, dan lama penyinaran rata-rata 41,8 jam, berdasarkan Sistem Klasifikasi Iklim Schmidt-Ferguson (1951) wilayah ini termasuk dalam tipe iklim A dengan nilai Q (*Quotient*) sebesar 0,047 yang merupakan daerah sangat basah dengan vegetasi hutan hujan tropis. (Karyati, 2015).

#### A. Elemen-elemen Hidrologi Penduga Evapotranspirasi pada Lahan Agroforestri menggunakan Petak Ukur Limpasan

Pengukuran elemen-elemen hidrologi penduga evapotranspirasi dilakukan selama ± 4 bulan, mulai tanggal 22 Juli 2018 sampai dengan tanggal 09 Oktober 2018. Hasil pengukuran elemen-elemen hidrologi selama periode penelitian disajikan pada Tabel 01.

Tabel 01. Elemen-elemen Hidrologi Penduga Evapotranspirasi pada Lahan Agroforestri Menggunakan Petak Ukur Limpasan.

Hasil pengukuran unsur unsur hidrologi pada petak ukur limpasan							
No.	Tanggal kejadian hujan	(P) (mm)	(Q) (mm)	(ΔS) (mm)	(If) (mm)	(ET) (mm)	
1	22-Jul-18	25,48	2,17	2,95	2,55	17,81	
2	25-Jul-18	28,31	2,19	2,96	2,83	20,33	
3	30-Jul-18	23,72	2,15	2,93	2,37	16,27	
4	31-Jul-18	29,72	2,20	2,94	2,97	21,61	
5	02-Agust-18	31,82	2,22	2,97	3,18	23,45	
6	12-Agust-18	26,27	2,17	2,96	2,63	18,51	
7	18-Agust-18	27,52	2,19	2,94	2,75	19,64	
8	21-Agust-18	28,14	2,19	2,92	2,81	20,21	
9	22-Agust-18	27,23	2,18	2,95	2,72	19,38	
10	28-Agust-18	22,87	2,14	2,96	2,29	15,48	
11	30-Agust-18	25,14	2,16	2,96	2,51	17,50	

12	02-Sep-18	26,33	2,18	2,97	2,63	18,54
13	06-Sep-18	26,04	2,18	2,98	2,60	18,28
14	08-Sep-18	23,78	2,16	2,93	2,38	16,31
15	16-Sep-18	26,27	2,18	2,97	2,63	18,50
16	17-Sep-18	31,99	2,22	2,98	3,20	23,59
17	18-Sep-18	23,78	2,16	2,98	2,38	16,26
18	19-Sep-18	22,87	2,15	2,98	2,29	15,46
19	20-Sep-18	55,77	2,78	2,93	5,58	44,48
20	01-Okt-18	23,21	2,14	2,99	2,32	15,76
21	02-Okt-18	25,25	2,17	2,98	2,53	17,58
22	05-Okt-18	35,78	2,33	2,97	3,58	26,91
23	06-Okt-18	33,63	2,25	2,96	3,36	25,06
24	07-Okt-18	26,16	2,28	2,95	2,62	18,31
25	08-Okt-18	34,14	2,29	2,94	3,41	25,50
26	09-Okt-18	32,72	2,25	2,96	3,27	24,24
27	10-Okt-18	41,10	2,49	2,99	4,11	31,51
28	11-Okt-18	30,63	2,21	2,96	3,06	22,39
29	12-Okt-18	36,12	2,33	2,97	3,61	27,21
30	13-Okt-18	30,57	2,21	2,96	3,06	22,34
<b>Jumlah</b>		<b>882,35</b>	<b>66,92</b>	<b>88,78</b>	<b>88,24</b>	<b>638,41</b>
<b>Min</b>		<b>22,87</b>	<b>2,92</b>	<b>2,92</b>	<b>2,29</b>	<b>15,46</b>
<b>Max</b>		<b>55,77</b>	<b>2,99</b>	<b>2,99</b>	<b>5,58</b>	<b>44,48</b>
<b>Persentase</b>		<b>100%</b>	<b>7,58%</b>	<b>10,06%</b>	<b>10%</b>	<b>72,35%</b>

Sumber : Data Primer (2018).

Tabel 1 menjelaskan bahwa elemen-elemen hidrologi untuk pendugaan evapotranspirasi pada lahan agroforestri menggunakan Petak Ukur Limpasan (PUL) sebagai berikut :

#### 1. Curah Hujan (P)

Jelut hujan yang terjadi selama periode penelitian sebanyak 30 kali kejadian hujan sebesar 882,35 mm dengan jelut hujan minimum sebesar 22,87 mm dan maksimum sebesar 55,77 mm. Jelut hujan yang terjadi selama periode penelitian adalah relatif bervariasi. Adapun selama periode penelitian terdapat kejadian hujan yang berturut-turut sampai 3 hari namun adapula jarak antara kejadian hujan yang satu dengan

kejadian hujan yang selanjutnya 5-6 hari.

Hasil pengukuran curah hujan yang didapat oleh peneliti sebesar 882,35 (Tabel 01) mm lebih besar dari data curah hujan bulanan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Temindung sebesar 610 mm selama  $\pm 4$  bulan penelitian, hal ini disebabkan karena pengukuran curah hujan yang dilakukan peneliti dilapangan tidak dilakukan selama 24 jam melainkan setiap pengambilan jelut hujan dilakukan setelah hujan selesai.

#### 2. Limpasan Permukaan (Q)

Jeluk hujan yang terjadi selama periode penelitian adalah relatif bervariasi, menyebabkan besar limpasan permukaan bervariasi pula. Limpasan permukaan terbesar terjadi pada kejadian hujan ke-19 sebesar 2,78 mm dan terkecil terjadi pada kejadian hujan ke-10 sebesar 2,14 mm. dengan jumlah total limpasan permukaan selama periode penelitian sebesar 66,92 mm.

Limpasan permukaan merupakan salah satu faktor yang penting dalam penyebab terjadinya erosi, pernyataan ini serupa dengan Sarjono (1989) dalam Erwinda (2001) mengemukakan bahwa limpasan permukaan mempunyai kaitan yang sangat erat dengan erosi tanah dan merupakan penyebab terpenting dalam proses erosi tanah dimana dengan meningkatnya limpasan permukaan yang terjadi maka evapotranspirasi akan menurun, begitu pula sebaliknya.

Limpasan permukaan cenderung meningkat apabila jeluk air hujan meningkat pula. Kecenderungan tersebut berlaku di Petak Ukur Limpasan, tajuk vegetasi dari tanaman kacang buncis dan tanaman jabon putih sehingga dapat mengintersepsi sebagian jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dari suatu jeluk hujan tertentu akan berkurang. Kondisi perakaran tanaman juga dapat meningkatkan laju dan kapasitas infiltrasi air ke dalam tanah.

Batang dandedaunan vegetasi yang gugur ataupun menutupi permukaan tanah dapat berfungsi untuk menekan sekaligus mengurangi kecepatan limpasan permukaan serta melindungi tanah

dan sistem perakaran yang berkembangakan meningkatkan porositas tanah akan meningkatkan porositas tanah sehingga memperbesar laju laju dan kapasitas infiltrasi tanah.

Selama periode penelitian persentase jeluk hujan yang menjadi limpasan permukaan relatif kecil kenyataan ini mungkin juga disebabkan karena kejadian hujan yang satu dengan yang lain dengan selang waktunya relatif cukup lama, sehingga keadaan tanah cenderung kering dan limpasan permukaan yang terjadi lebih kecil lebih kecil dimana ini terjadi karena kondisi tanah yang kering memungkinkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah menjadi besar begitu pula sebaliknya, apabila kejadian hujan terjadi dalam waktu yang dekat dimana tanah masih menyimpan cadangan air mencapai maksimum terlampaui, maka kelebihan air yang berasal dari curahan air hujan akan mengalir sebagai limpasan air yang mengalir sebagai limpasan air yang mengalir pada permukaan lahan.

Selama periode penelitian jeluk hujan yang turun bervariasi dengan jarak antar kejadian hujan yang berbeda sehingga jeluk hujan yang turun memberi kesempatan air hujan untuk masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi sehingga limpasan permukaan yang terjadi menjadi lebih kecil.

### 3. Kandungan Air Tanah ( $\Delta S$ )

Kandungan air tanah maksimum adalah sebesar 2,99 mm dan minimum sebesar 2,92 mm dengan total kandungan air tanah selama periode penelitian sebesar 88,78 mm. Kandungan air tanah berpengaruh terhadap

evapotranspirasi karena kandungan air tanah merupakan sumber penguapan apabila kandungan air tanah dalam kondisi jenuh, pernyataan ini didukung oleh Arifin (1998) dalam Erwindo (2001) bahwa adanya simpanan air dalam tanah yang cukup juga akan mempengaruhi jumlah evapotranspirasi yang terjadi. Jenis tekstur tanah akan mempengaruhi kapasitas infiltrasi semakin tinggi nilai kapasitas infiltrasi tanah maka limpasan permukaan yang terjadi akan semakin kecil begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai kapasitas infiltrasi maka akan memperbesar nilai limpasan permukaan, walaupun dengan jeluk hujan yang tinggi.

Hal ini menunjukkan hubungan positif antara jeluk hujan dengan kandungan air tanah dimana penurunan jeluk hujan atau dengan jeluk hujan kecil akan menyebabkan naiknya nilai kandungan air tanah begitu pula sebaliknya, hal ini terjadi karena hujan yang terjadi selama periode penelitian sangat bervariasi pada setiap kejadian hujan, sehingga menyebabkan daya infiltrasi akan naik pada saat hujan berhenti dalam masa itulah limpasan yang terjadi menjadi kecil dan kandungan air tanah meningkat.

Pendapat ini dapat dijelaskan oleh pendapat Arifin (1988) dalam Erwindo (2001) bahwa jika terjadi hujan terputus-putus (*Intermittent rainfall*) maka daya infiltrasi akan naik pada saat terputusnya hujan dan akan segera turun kembali setelah hujan berlanjut sampai pada keadaan atau suatu kondisi yang konstan.

#### 4. Infiltrasi (If)

Nilai infiltrasi lahan agroforestri di dasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rohmat (2009) yang menyatakan bahwa nilai infiltrasi pada lahan agroforestri adalah sekitar 7,97 % untuk proporsi hujan 5 % dan 11,89 % untuk proporsi hujan 16 %, hal ini yang menjadi dasar pengambilan 10 % dari curah hujan yang terjadi dilapangan dan di dapatkan nilai infiltrasi terendah sebesar 2,29 mm dan terbesar sebesar 5,58 mm.

#### 5. Evapotranspirasi (ET)

Pendugaan evapotranspirasi selama periode penelitian dilakukan dengan menggunakan persamaan rata-rata air, seperti yang tersaji pada Tabel 01, nilai total evapotranspirasi selama periode penelitian sebesar 638,41 mm dengan nilai evapotranspirasi minimum adalah sebesar 15,46 mm dan nilai maksimum sebesar 44,48 mm.

Curah hujan yang turun bervariasi selama periode penelitian sehingga dalam rentang waktu antara kejadian hujan yang satu dengan yang lain membuat limpasan permukaan permukaan menurun dan evapotranspirasi meningkat pada lahan agroforestri, begitu pula dengan lahan terbuka curah hujan yang bervariasi dengan rentang waktu yang berbeda membuat perkolasi menurun dan evapotranspirasi meningkat. Ditambahkan oleh Lysley (1986) dalam Erwindo (2001) bahwa penguapan dari suatu permukaan tanah jenuh meningkat pada saat tanah belum kering atau limpasan permukaan menurun dan kandungan air tanah naik guna mencapai keseimbangan energi.

Hal ini menunjukkan bahwa evapotranspirasi yang terjadi akan meningkat apabila curah hujan dan limpasan permukaan kecil tetapi kandungan air tanah besar.

Lee (1989) dalam Erwindo (2001) menyatakan bahwa apabila ada tutupan vegetasi pada suatu lahan yang menutupi permukaan bawahnya dari pengaruh sinar matahari dan angin menaikkan tingkat permukaan yang aktif untuk pertukaran energi diatas tingkat konsentrasi air di dalam tanah maka secara drastis mengurangi evapotranspirasi pada tingkat yang lebih rendah. Tutupan lahan pada

lahan agroforestri yang tidak terlalu rapat (masih banyaknya rumpang) baik diantara tanaman kacang buncis maupun kacang buncis dengan jabon sehingga nilai evapotranspirasi pada lahan masih tinggi.

**B. Elemen-elemen Hidrologi Penduga Evapotranspirasi pada Lahan Terbuka menggunakan Lysimeter**

Pengukuran elemen-elemen hidrologi penduga evapotranspirasi pada lahan terbuka menggunakan lysimeter selama periode penelitian tersaji pada Tabel 02.

Tabel 02. Elemen-elemen Hidrologi Penduga Evapotranspirasi Pada Lahan Terbuka Menggunakan Lysimeter.

Hasil pengukuran unsur unsur hidrologi pada Lysimeter						
No.	Tanggal kejadian hujan	(P) (mm)	(ΔS) (mm)	(Pc) (mm)	LP (mm)	(ET) (mm)
1	22-Jul-18	25,48	2,91	1,38	1,20	19,99
2	25-Jul-18	28,31	2,93	1,46	1,33	22,59
3	30-Jul-18	23,72	2,90	1,35	1,11	18,36
4	31-Jul-18	29,72	2,92	1,49	1,40	23,92
5	02-Agust-18	31,82	2,94	1,57	1,50	25,81
6	12-Agust-18	26,27	2,92	1,42	1,23	20,69
7	18-Agust-18	27,52	2,90	1,44	1,29	21,88
8	21-Agust-18	28,14	2,89	1,46	1,32	22,47
9	22-Agust-18	27,23	2,91	1,43	1,28	21,61
10	28-Agust-18	22,87	2,92	1,31	1,08	17,57
11	30-Agust-18	25,14	2,93	1,37	1,18	19,66
12	02-Sep-18	26,33	2,94	1,42	1,24	20,73
13	06-Sep-18	26,04	2,95	1,40	1,22	20,47
14	08-Sep-18	23,78	2,89	1,36	1,12	18,41
15	16-Sep-18	26,27	2,92	1,42	1,23	20,69
16	17-Sep-18	31,99	2,93	1,60	1,50	25,95
17	18-Sep-18	23,78	2,89	1,36	1,12	18,41
18	19-Sep-18	22,87	2,94	1,31	1,08	17,55
19	24-Sep-18	55,77	2,04	1,19	2,62	49,92
20	01-Okt-18	23,21	2,95	1,32	1,09	17,85
21	02-Okt-18	25,25	2,93	1,37	1,19	19,76
22	05-Okt-18	35,78	2,92	1,79	1,68	29,39

23	06-Okt-18	33,63	2,94	1,69	1,58	27,42
24	07-Okt-18	26,16	2,90	1,41	1,23	20,62
25	08-Okt-18	34,14	2,91	1,71	1,60	27,91
26	09-Okt-18	32,72	2,92	1,63	1,54	26,64
27	10-Okt-18	41,10	2,99	1,89	1,93	34,29
28	11-Okt-18	30,63	2,89	1,52	1,44	24,78
29	12-Okt-18	36,12	2,91	1,83	1,70	29,68
30	13-Okt-18	30,57	2,94	1,53	1,44	24,67
<b>Jumlah</b>		<b>882,35</b>	<b>86,77</b>	<b>44,42</b>	<b>41,47</b>	<b>709,69</b>
<b>Min</b>		<b>22,87</b>	<b>2,04</b>	<b>1,19</b>	<b>1,08</b>	<b>17,55</b>
<b>Max</b>		<b>55,77</b>	<b>2,99</b>	<b>1,89</b>	<b>2,62</b>	<b>49,92</b>
<b>Persentase</b>		<b>100%</b>	<b>9,83%</b>	<b>5,03%</b>	<b>4,70%</b>	<b>80,43%</b>

Sumber : Data Primer (2018)

Elemen-elemen hidrologi untuk pendugaan evapotranspirasi pada lahan terbuka menggunakan lysimeter (Tabel 02) yaitu :

#### 1. Curah hujan (P)

Curah hujan (P) pada lahan terbuka yang digunakan sama dengan curah hujan yang terjadi di Lahan agroforestri, karena ombrometer yang digunakan untuk pengukuran curah hujan (P) di kedua lahan sama.

#### 2. Kandungan air tanah ( $\Delta S$ )

Nilai kandungan air tanah pada lahan terbuka yang diukur selama periode penelitian yang tersaji pada tabel 02 diatas, kandungan air tanah maksimum adalah sebesar 2,99 mm dan minimum sebesar 2,04 mm dengan total kandungan air tanah selama periode penelitian sebesar 86,77 mm.

Kandungan air tanah berpengaruh terhadap evapotranspirasi karena kandungan air tanah merupakan sumber penguapan apabila kandungan air tanah dalam kondisi jenuh, pernyataan ini didukung oleh Arifin (1998) dalam Erwindo (2001) bahwa adanya simpanan air dalam tanah yang cukup juga akan mempengaruhi jumlah evapotranspirasi yang terjadi. Sama halnya kandungan air tanah pada lahan agroforestri, kandungan

air tanah pada lahan terbuka memiliki hubungan yang positif dengan jeluk hujan yang turun, dimana jeluk hujan yang kecil akan menyebabkan naiknya kandungan air tanah. Curah hujan yang turun selama periode penelitian yang bervariasi sehingga akan menyebabkan naiknya daya infiltrasi dan menyebabkan kandungan air tanah meningkat.

Pendapat ini dapat dijelaskan oleh pendapat Arifin (1988) dalam Erwindo (2001) bahwa jika terjadi hujan terputus-putus (Intermittent rainfall) maka daya infiltrasi akan naik pada saat terputusnya hujan dan akan segera turun kembali setelah hujan berlanjut sampai pada keadaan atau suatu kondisi yang konstan.

#### 3. Perkolasi ( $P_c$ )

Pada tabel 02 diatas total perkolasi yang terjadi selama periode penelitian adalah sebesar 44,42 mm, dengan perkolasi maksimum sebesar 1,89 mm dan minimum sebesar 1,19 mm.

Jeluk hujan yang terjadi selama periode penelitian yang bervariasi menyebabkan besar air perkolasi yang tertampung menjadi bervariasi hal ini disebabkan karena pada faktor stuktur tanah pada lahan terbuka mengandung liat yang cukup tinggi yaitu 27 %, sehingga pada saat hujan menyentuh permukaan tanah

maka butir-butir liat yang sangat halus tersuspensi oleh tumbukan-tumbukan air hujan dan menutup pori-pori tanah. Seiring waktu kejadian hujan yang memecah butir-butir liat yang menyebabkan tertutupnya pori-pori tanah sehingga air tidak dapat merembes melalui pori-pori tanah ke lapisan tanah selanjutnya dan air akan merembes ke bagian luar lysimeter.

Perkolasi dipengaruhi dari tekstur tanah dan kapasitas infiltrasi tanah, suatu tanah yang memiliki kapasitas infiltrasi yang besar maka akan memperbesar nilai perkolasi begitu juga sebaliknya, jika kapasitas infiltrasi tanah semakin rendah maka perkolasi akan semakin kecil.

Pernyataan ini sesuai menurut Arsyad (2010) yang menyatakan kehilangan air melalui rembesan (perkolasi dan rembesan kesamping) dipengaruhi oleh tekstur tanah, permeabilitas tanah dan laju pengendapan sedimen, tanah yang mengandung liat yang tinggi memiliki nilai permeabilitas yang rendah karena butir-butir debu akan menutup pori-pori tanah saat terkena air hujan.

#### 4. Limpasan permukaan (LP)

Berdasarkan hasil pengukuran erosi yang didapatkan Sinaga (2018), nilai limpasan permukaan yang terjadi pada lahan terbuka adalah sebesar 4,70 % dari curah hujan yang masuk ke permukaan tanah, hal inilah yang menjadi dasar pengambilan nilai limpasan permukaan pada lahan terbuka sebesar 4,70 % dari kejadian hujan di lapangan.

#### 5. Evapotranspirasi (ET)

Pendugaan nilai evapotranspirasi pada lahan terbuka dengan menggunakan

pendekatan persamaan neraca air yang secara disajikan pada Tabel 02 diatas, selama periode penelitian total evapotranspirasi yang terjadi sebesar 709,69 dengan nilai evapotranspirasi minimum sebesar 17,55 mm dan maksimum sebesar 49,92 mm.

Curah hujan yang turun selama periode penelitian bervariasi sehingga dalam rentang waktu antara kejadian hujan yang satu dengan yang lain akan membuat air perkolasi yang tertampung menurun, karena jeluk hujan yang turun hanya memenuhi kapasitas kandungan air tanah, sehingga pada saat kondisi tanah mulai jenuh dan naik ke permukaan guna mencapai keseimbangan energi maka evapotranspirasi akan meningkat.

Ditambahkan Lee (1988) dalam Erwinda (2001) menyatakan konsekuensinya evapotranspirasi cenderung lebih besar bila kandungan air tanah berada pada zona kejenuhan dan lebih dekat dengan permukaan atau bila musim penghujan sesuai dengan periode pertumbuhan yang lebih panas.

Nilai evapotranspirasi pada lahan terbuka memiliki nilai yang tinggi karena tidak adanya vegetasi yang menutupi permukaan tanah sehingga sebagian air akan langsung menguap kembali ke atmosfer. Arifin (1988) dalam Erwinda (2001) menyatakan bahwa akibat dari penguapan yang besar maka tanah makin lama makin kering, sehingga ketersediaan atau simpanan air dalam tanah dan kelembabannya menjadi menurun yang pada akhirnya akan mengganggu kondisi daur hidrologi yang ada.

Ringkasan penelitian terdahulu tentang pendugaan evapotranspirasi menggunakan petak ukur limpasan dan lysimeter disajikan pada Tabel 03.

Tabel 03. Ringkasan Hasil Penelitian Tentang pendugaan Evapotranspirasi Menggunakan Petak Ukur Limpasan dan Lysimeter.

No.	Peneliti	Tempat	Metode yang digunakan	Evapotranspirasi Total (mm)
1	Oktaviani (2013)	Fakultas Pertanian Universitas lampung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lysimeter berlapis terpal</li> <li>Lysimeter tanpa terpal</li> </ul>	661,5 (3 bulan) 567,5 (3 bulan)
2	Yuliawati (2014)	Fakultas Pertanian Universitas lampung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lysimeter kedelai</li> </ul>	658,82 (2,5 bulan)
3	Adha, dkk. (2016)	Fakultas Pertanian Universitas lampung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lysimeter rumput</li> </ul>	55,21 (9 hari) 51% (8 bulan)
4	Walidatika N. (2017)	Kabupaten Bnatul	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tutupan lahan tetap</li> <li>Tutupan lahan berubah</li> </ul>	48,04% (8 bulan)
5	Penelitian ini	HPFU	<ul style="list-style-type: none"> <li>Petak ukur limpasan</li> <li>Lysimeter</li> </ul>	151,73 (4 bulan) (168,94) (4 bulan)

Nilai evapotranspirasi yang didapat oleh peneliti sebesar 151,73 mm untuk lahan agroforestri menggunakan petak ukur limpasan dan 168,94 mm untuk lahan terbuka menggunakan lysimeter lebih besar dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh Oktaviani (2013) yaitu sebesar 7,87 mm untuk lysimeter berlapis terpal dan 6,75 untuk lysimeter tanpa terpal dan Yuliawati (2013) sebesar 8,78 mm dan Adha (2016) yaitu sebesar 6,13 mm menggunakan lysimeter rumput, dan lebih kecil dari hasil yang dinyatakan oleh Walidatika (2017) sebesar 51 % untuk tutupan lahan yang tidak berubah dan 48% untuk tutupan lahan yang berubah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai elemen-elemen hidrologi pada lahan agroforestri menggunakan Petak Ukur Limpasan untuk pendugaan evapotranspirasi yaitu dengan total curah hujan (P) 882,35 mm (100%), limpasan permukaan (Q) sebesar 66,92 mm (7,58%), kandungan air tanah ( $\Delta s$ ) sebesar 88,78 mm (10,06%) dan infiltrasi (If) sebesar 88,24 mm (10%) dengan nilai evapotranspirasi (Et) sebesar 638,24 mm (72,35%).
2. Nilai elemen-elemen hidrologi pada lahan terbuka menggunakan lysimeter untuk pendugaan evapotranspirasi yaitu total curah hujan (P) sebesar 882,35 mm (100%), kandungan air tanah ( $\Delta S$ ) sebesar 86,77 mm (9,83%), perkolasi (Pc) sebesar 44,42 mm (5,03%), dan limpasan permukaan (Q) sebesar 41,47 mm (4,70%), dengan nilai evapotranspirasi (Et) sebesar 709,69 mm (80,43%).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adha, F., Manik, T. K., Rosadi, R. A. B. 2016. Evaluasi penggunaan Lysimeter untuk Menduga Evapotranspirasi Standar dan Evapotranspirasi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merill). Jurnal Teknologi Pertanian, 10(2) : 77-79.
- Arsyad, S. 2010. Konservasi tanah dan air. Edisi kedua (2). IPB Press. Bogor
- Asdak, C. 2014. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chang, J. H. 1974. Climate and Agriculture. An Ecological Survey. Aldine Publishing Company. Chicago.
- Erwindo, A. D. 2001. Kajian Anasir Hidrologi pada Areal Rehabilitasi Pasca Kebakaran di Kawasan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman Bukit Soeharto. (Tidak dipublikasikan)
- Herianto, Hidayat, A. K., Romdhani, A. 2016. Evapotranspirasi Referensi Dua Daerah di Jawa Barat Untuk Analisa Perencanaan Kebutuhan Air Irigasi. Jurnal siliwangi, 2(2) : 138-142.
- Indarto. 2012. Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Bumi Aksara. Jakarta
- Kartasapoetra, A. G. 2010. Teknologi Konservasi Tanah dan Air. Rineka Cipta. Jakarta .
- KRUS. 2014. Laporan Tahunan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) Tahun 2014. Samarinda.
- Karyati. 2015. Pengaruh Iklim Terhadap Jumlah Kunjungan Wisata di Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS). Jurnal Riset Kaltim, 3(1):51-59.
- Lanthaler, C. 2004. Lysimeter Stations and Soil Hydrology Measuring Sites in Europe. Purpose, Equipment, Research Results, Future Developments. School of Natural Sciences at the Karl-Franzens-University Graz. 4 hlm.
- Lee, R. 1988. Hidrologi Hutan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Nasution, Y., Sumono, Rohanah, A. 2015. Penentuan Nilai Evapotranspirasi dan Koefisien Tanaman Padi Varietas IR64 (*Oryza sativa* L.) di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian, 3(3): 412-416.
- Oktaviani, S. Triyono, dan N. Haryono. 2013. Analisis Neraca Air Budidaya Tanaman Kedelai (*Glycine max*[L] Merr.) pada Lahan Kering. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 2(1): 7-16.
- Rohmat, D. 2009. Tipikal Kuantitas Infiltrasi Menurut Karakteristik Lahan. Forum Geografi, Vol. 23, 1: 41-56.

- Sinaga, D. S. P. 2018. Pengendalian Erosi Tanah dengan Teknik Pemulsaan pada Lahan Terbuka di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Unmul Samarinda. (Tidak Dipublikasikan)
- Walidatika, N. 2017. Estimasi Evapotranspirasi Melalui Metode Kesetimbangan Enwrgi di Kabupaten Bantul Tahun 2015 Memanfaatkan Citra Landsat 8.
- Yuliawati, T., Manik, T. K., dan Rosadi, R.A.B. 2014. Pendugaan Kebutuhan Air Tanaman dan Nilai Koefisien Tanaman (Kc) Kedelai (*Glycine max* (L) Merril) Varietas Tanggamus Dengan Metode Lysimeter. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 3(3): 233-238.