

# STUDI LAJU INFILTRASI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Gustian<sup>1)</sup>, Nurhayati<sup>2)</sup>, Azwa Nirmala<sup>2)</sup>

## Abstrak

Pada Indonesia memiliki lahan rawa pasang surut sekitar 20,1 juta ha. Menunjukkan bahwa lahan rawa pasang surut cukup potensial dalam menunjang ketahanan pangan nasional (Ismail, dkk. 1993). Salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam kegiatan pertanian, khususnya di lahan rawa pasang surut adalah infiltrasi. Hal ini menjadi penting untuk diteliti bagaimana perilaku infiltrasi pada daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut. Selain adanya pasang surut air, faktor lain yang mempengaruhi infiltrasi diantaranya permeabilitas, porositas, kadar air, serta kandungan organik pada tanah.

Pada skripsi ini mengamati bagaimana pengaruh pasang surut terhadap laju infiltrasi, pengaruh sifat-sifat tanah terhadap laju infiltrasi, pengaruh perakaran terhadap laju infiltrasi serta menganalisis laju infiltrasi dengan persamaan Kostiakov. Penelitian dilaksanakan di Desa Punggur Besar, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Data-data yang diperoleh adalah data primer yang merupakan pengamatan langsung dari lapangan, yaitu dengan menggunakan alat single ring infiltrometer untuk pendugaan laju infiltrasinya dan metode Kostiakov untuk menganalisis hasil data laju infiltrasi aktual (lapangan). Metode pelaksanaan yaitu dengan menggunakan alat infiltrometer pada 9 titik pengamatan di lahan yang terdiri dari 3 jenis tanaman dengan perakaran berbeda. Masing-masing lahan bertanaman diamati pada 3 titik pengamatan.

Hasil pengukuran laju infiltrasi menunjukkan bahwa laju infiltrasi akan lebih cepat pada saat surut air dibandingkan saat pasang. Perakaran dan sifat tanah juga sangat mempengaruhi laju infiltrasi. Pada perakaran tunggang akan meningkatkan laju infiltrasi karena struktur akar yang dapat membuka jalannya air masuk ke dalam permukaan tanah. Sedangkan pengaruh sifat tanah terhadap laju infiltrasi yaitu pada lahan yang memiliki kadar air tinggi menyebabkan laju infiltrasi yang terjadi menjadi lambat. Hal ini menunjukkan kadar air akan berbanding terbalik terhadap laju infiltrasi. Berbeda halnya dengan tingkat permeabilitas, porositas dan kandungan organik pada tanah, ketiga sifat ini dapat meningkatkan laju infiltrasi. Tanah pada lokasi penelitian dikategorikan pada jenis tanah lempung dengan nilai porositas berkisar antara 66,8 - 75,5 %. Hasil laju infiltrasi 9 titik pengamatan di lapangan menggunakan alat single ring infiltrometer diperoleh laju infiltrasi tertinggi terjadi pada titik 3 (L.3) di lahan bertanaman langsung (perakaran tunggang) saat kondisi surut sebesar 95,15 mm/menit. Sedangkan laju infiltrasi terendah terjadi saat pasang air laut di lahan bertanaman kelapa (perakaran serabut) pada titik 1 (K.I) yaitu sebesar 0,61 mm/menit. Berdasarkan hasil analisis menggunakan rumus Kostiakov antara laju infiltrasi aktual (lapangan) dan laju infiltrasi Kostiakov diperoleh hubungan korelasi yang sangat positif, perbedaan hasil laju infiltrasi yang dihasilkan kedua metode sangatlah kecil berkisar 0,001% sampai 0,030%, sehingga metode laju infiltrasi Kostiakov dapat digunakan untuk memperkirakan laju infiltrasi pada lahan yang diamati.

**Kata kunci :** laju infiltrasi, pasang surut, infiltrasi Kostiakov, sifat tanah, perakaran.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertanian di Indonesia saat ini tertuju kepada pemanfaatan lahan-lahan marginal, karena lahan-lahan subur sudah berkurang disebabkan oleh penggunaan lahan untuk real estate. Di Indonesia, sebagian besar lahan-lahan marginal ini adalah lahan rawa (Ismail, dkk, 1993).

Terdapat ± 2,94 juta Ha potensi lahan rawa di Kalimantan Barat atau 8,8% dari total 33,4 juta Ha lahan rawa yang ada di Indonesia. Daerah rawa terutama terdapat di daerah pesisir, di Kabupaten Mempawah, Bengkayang, Sambas dan Ketapang serta Kota Singkawang.

Salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam kegiatan pertanian, khususnya di lahan rawa pasang surut adalah infiltrasi. Hal ini

menjadi penting untuk diteliti bagaimana perilaku infiltrasi pada daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Infiltrasi adalah proses aliran air (umumnya berasal dari curah hujan) masuk ke dalam tanah. Dengan kata lain infiltrasi adalah aliran air masuk ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah vertikal). Setelah lapisan tanah bagian atas jenuh, kelebihan air tersebut mengalir ke tanah yang lebih dalam sebagai akibat gaya gravitasi bumi dikenal sebagai proses perkolasi (Asdak, 2002). Infiltrasi dipengaruhi oleh intensitas curah hujan, kelembaban tanah dan udara yang terdapat di dalam tanah (Linsley, dkk, 1986). Mula-mula laju infiltrasi sangat tinggi dalam tanah yang mempunyai celah besar dan dalam. Sewaktu celah ini terisi air, seringkali tanah itu

membengkak dan laju infiltrasi berkurang sampai nilai yang mendekati nol (Soedarmo dan Djojoprawiro, 1985). Sedangkan apabila kadar air pada tanah itu tinggi, maka lapisan tanah akan semakin lembab dan akan mudah terjadi banjir karena laju infiltrasi yang kecil.

Dengan tanah yang berbeda, aliran pergerakan air yang masuk kedalam tanah memiliki pola yang berbeda juga, hal ini dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah dan juga kerapatan dari pertumbuhan akar tanaman yang mengikat agregat tanah tersebut (Hansen, dkk, 1992). Berbeda jenis tanamannya akan berbeda pula perakarannya yang akan mempengaruhi laju infiltrasi.

Mengingat hal tersebut perlu adanya pengumpulan data untuk setiap kondisi tanah dan jenis tanaman di lapangan. Sehingga nantinya dapat menjadi parameter dalam menentukan laju infiltrasi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- Bagaimana pengaruh pasang surut terhadap laju infiltrasi ?.
- Bagaimana pengaruh sifat-sifat tanah dalam proses infiltrasi ?.
- Seberapa besar pengaruh jenis vegetasi (perakaran) dalam mempengaruhi laju infiltrasi ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

- Untuk mengetahui bagaimana pengaruh pasang surut terhadap laju infiltrasi.
- Untuk mengetahui bagaimana pengaruh sifat-sifat tanah terhadap laju infiltrasi.
- Untuk mengetahui jenis tanaman yang memiliki jenis perakaran seperti apa yang dapat meningkatkan laju infiltrasi.
- Mengkaji nilai laju infiltrasi berdasarkan formula yang dikembangkan Kostiakov.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Manfaat yang dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang lahan basah, khususnya rawa pasang surut.
- Mengetahui laju infiltrasi di lahan rawa pasang surut, khususnya lahan yang dimanfaatkan untuk kebun.

## 1.5 Pembatasan Masalah

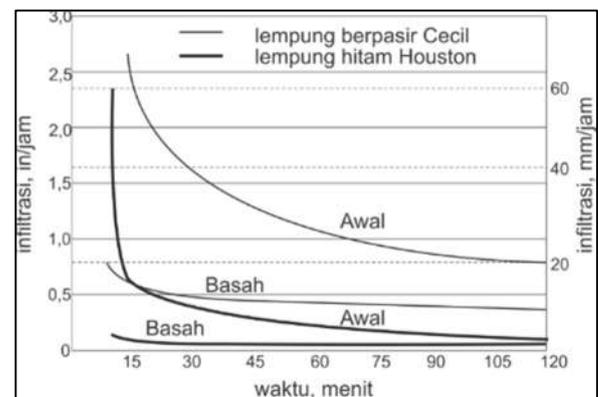
Mengingat luasnya lingkup penelitian ini, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

- Lahan rawa pasang surut yang diamati adalah lahan rawa pasang surut yang dimanfaatkan sebagai kebun.
- Di lapangan dibatasi hanya dengan mengambil 3 jenis tanaman yang berbeda jenis perakarannya.
- Metode yang digunakan untuk analisis laju dan kapasitas infiltrasi adalah metode Kostiakov.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Infiltrasi

Perjalanan air melalui permukaan tanah dan menembus masuk ke dalam disebut infiltrasi (peresapan). Kapasitas infiltrasi ( $f_c$ ), adalah laju infiltrasi maksimum yang dimungkinkan, yang ditentukan oleh kondisi permukaan, termasuk lapisan atas tanah. Besarnya kapasitas infiltrasi  $f_c$  dinyatakan dalam mm/jam atau mm/hari. Kapasitas infiltrasi menentukan banyaknya air hujan yang dapat diserap ke dalam tanah (Soemarto, 1995).



Gambar 1. Nilai Perbandingan Infiltrasi Yang Berlangsung Sejak Keadaan Awal Sampai Keadaan Basah (Linsley, dkk, 1986)

## 2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi

### 2.2.1. Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah menjadi faktor penting dalam mempengaruhi laju infiltrasi. Adapun faktor-faktor yang termasuk ke dalam sifat fisik tanah yaitu tekstur tanah, kerapatan massa, permeabilitas, porositas, kandungan bahan organik dan kadar air tanah.

### 2.2.2. Akar

Akar tumbuhan berfungsi untuk memperkuat berdirinya tubuh tumbuhan, menyerap air dan unsur hara tumbuhan dari dalam tanah, mengangkut air dan unsur hara ke bagian tumbuhan yang memerlukan, dan kadang kala sebagai tempat pertumbuhan zat makanan cadangan (Nugroho dkk, 2006).

### 2.3 Lahan Rawa

Dalam proses terbentuknya rawa juga sangat harus diketahui agar dapat mengetahui jelas tentang rawa. Lahan rawa di bagi menjadi dua yaitu rawa lebak dan rawa pasang surut

### 2.4 Pengukuran Laju Infiltrasi

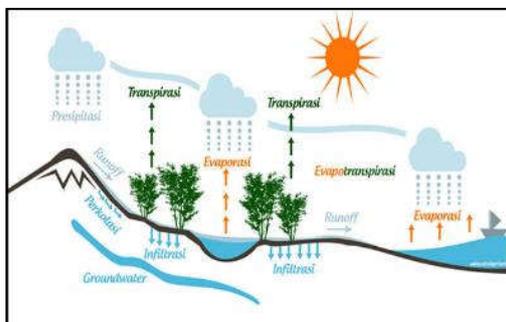
Untuk memperoleh besaran dan laju infiltrasi serta variasinya sebagai fungsi waktu, cara pengukuran dapat dilakukan dengan pengukuran lapangan dengan analisis hidrograf (Harto, 1993).



Gambar 2. Alat Pengukur Laju Infiltrasi (*Single Ring Infiltrimeter*)

### 2.5 Siklus Hidrologi

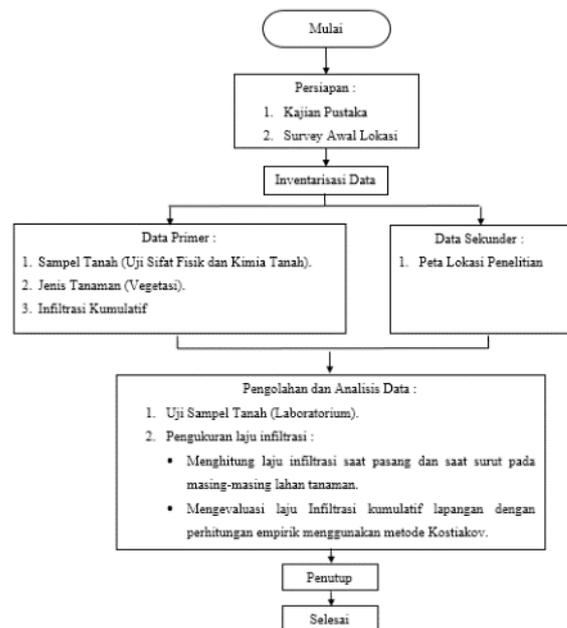
Siklus hidrologi adalah rangkaian peristiwa yang terjadi saat air dari awan jatuh ke bumi hingga menguap ke udara untuk kemudian jatuh lagi ke bumi (Arsyad 1989). Menurut Asdak (2002), air hujan yang mencapai permukaan sebagian akan terserap ke dalam tanah (infiltrasi).



Gambar 3. Proses Infiltrasi Dalam Siklus Hidrologi (Ebiologi, 2016)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

### 3.2 Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data meliputi kajian pustaka dan survey awal lokasi.

### 3.3 Inventarisasi Data

Pengumpulan data merupakan langkah yang penting dalam metode ilmiah, karena data yang dikumpulkan akan digunakan untuk menganalisa dan menentukan langkah penelitian selanjutnya.

### 3.4 Analisis Data

Semua data yang telah di dapat dari data primer maupun sekunder selanjutnya diolah dan dianalisa melalui uji laboratorium dan perhitungan menggunakan rumus.

#### 3.4.1. Pengujian Sampel Tanah Di Laboratorium

Sampel tanah yang telah diambil dilapangan berdasarkan titik-titik yang telah ditentukan, selanjutnya akan dibawa ke laboratorium untuk dianalisa guna mendapatkan nilai-nilai kadar air tanah, kerapatan massa tanah, kerapatan partikel tanah, porositas dan permeabilitas.

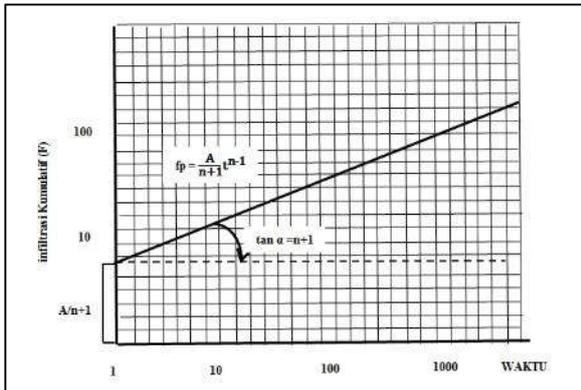
### 3.4.2 Perhitungan Laju Infiltrasi Lapangan

$$f_p = \frac{\text{Tinggi Penurunan Air}}{\text{Kumulatif Waktu}} \dots \dots \dots (3.1)$$

### 3.4.3 Perhitungan Laju Infiltrasi Metode Kostiakov

Model laju infiltrasi menurut Kostiakov merupakan persamaan empiris yang bergantung pada waktu, Kostiakov (Sumono, 1984) mengajukan model persamaan laju infiltrasi sebagai berikut :

$$f_p = at^n \dots \dots \dots (3.2)$$



Gambar 5. Infiltrasi Kumulatif Sebagai Fungsi Dari Waktu

Dari gambar 3.2 dapat dilihat bahwa  $(n+1)$  merupakan kemiringan garis yang besarnya sama dengan  $\tan \alpha$ , sehingga  $(n+1)$  dapat dihitung dan selanjutnya  $n$  dapat ditentukan. Nilai  $a/(n+1)$  sama dengan  $F$  untuk  $t=1$ , sehingga  $a/(n+1)$  dapat dihitung dengan  $a$  dapat ditentukan, persamaan laju infiltrasi dapat ditentukan dengan :

$$f_p = dF/dt = at^n$$

Untuk memudahkan perhitungan laju infiltrasi Kostiakov, maka akan digunakan alat bantu microsoft excel (komputerisasi). Analisis infiltrasi lapangan akan di transformasi log guna mendapatkan persamaan laju infiltrasi Kostiakov  $f_p = at^n$ . Perhitungan akan diturunkan menggunakan metode *least square*.

$$f_p = at^n$$

$$\log f_p = \log at^n$$

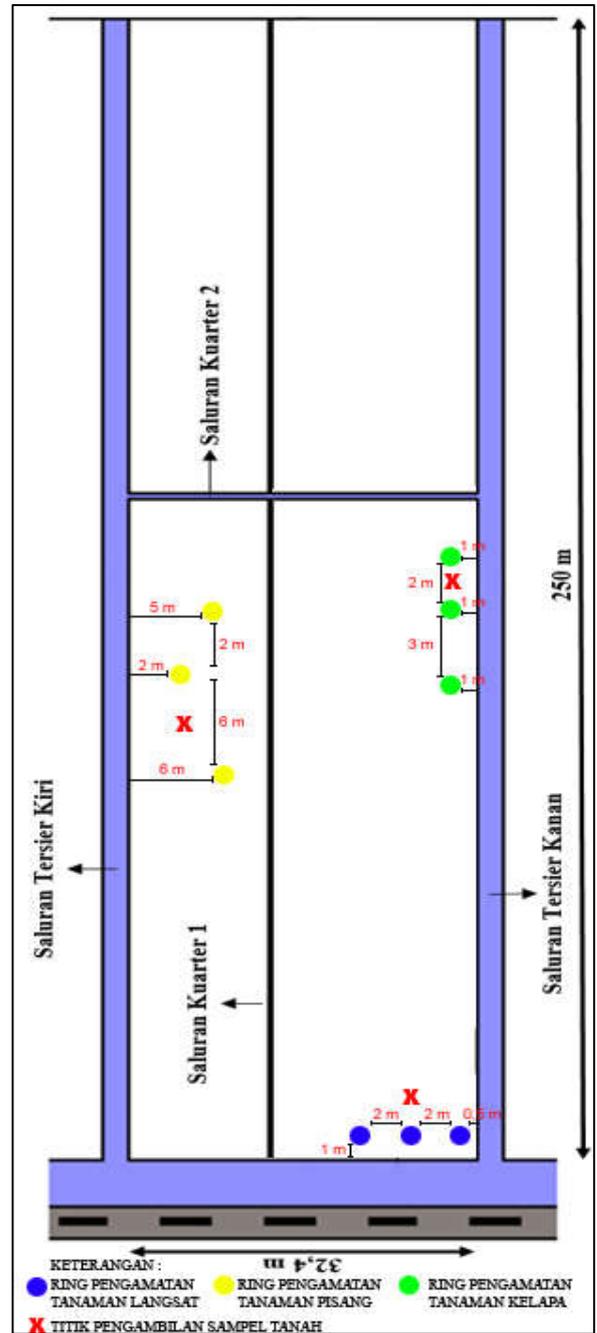
$$\log f_p = \log a + n \log t$$

Dengan demikian didapat persamaan transformasi pada persamaan:

$$y = ax^b \rightarrow f_p = at^n$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Lokasi Penelitian



Gambar 6. Denah Titik Pengamatan Dan Letak Titik Pengambilan Sampel Tanah

Lokasi ini terdapat 9 titik pengamatan terhadap 3 jenis lahan bertanaman dengan perakaran yang berbeda yaitu akar tunggang pada tanaman langsung dan akar serabut pada tanaman kelapa dan pisang. Pengukuran dilakukan dengan single ring infiltrometer. Untuk titik-titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.1.

## 4.2 Karakteristik dan Sifat Tanah

### 4.2.1 Pemeriksaan Kadar Air

Hasil laboratorium dari sampel tanah yang diambil pada masing-masing lahan tanaman dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Analisa Kadar Air

Lahan Bertanaman	Kadar Air Tanah (%)
Langsat	59,530
Kelapa	70,880
Pisang	75,080

Tabel 4.1 menunjukkan kadar air pada masing-masing lahan pengamatan bervariasi. Semakin besar kadar air menunjukkan pori-pori tanah semakin banyak yang terisi oleh air. Air permukaan terus masuk ke dalam tanah sebagai air infiltrasi. Setelah tanah jenuh atau pori-pori tanah terisi air, maka air akan diteruskan ke bawah sebagai air perkolasi untuk kemudian menuju ke bawah menjadi air tanah.

### 4.2.2 Pemeriksaan Koefisien Permeabilitas

Nilai koefisien permeabilitas terhadap pengamatan ini yaitu akan memberikan pengaruh laju infiltrasi dan infiltrasi kumulatif.

Tabel 2. Koefisien Permeabilitas

Lahan Bertanaman	Koefisien Permeabilitas K (cm/jam)
Langsat	26,740
Kelapa	9,650
Pisang	1,270

Pada lahan bertanaman langsung (perakaran tunggang) memberikan nilai permeabilitas yang paling tinggi yaitu sebesar 26,74% dibandingkan dengan lahan bertanaman kelapa dan pisang. Hal ini karena pada perakaran tunggang memiliki akar yang besar dan bercabang-cabang sehingga dapat membuka pori-pori tanah menjadi jalannya air masuk ke dalam tanah (infiltrasi).

### 4.2.3 Pemeriksaan Porositas

Tabel 3. Porositas Masing-Masing Lahan

Lahan Bertanaman	Porositas (%)
Langsat	67,39
Kelapa	67,10
Pisang	73,35

Pada nilai porositas di atas menunjukkan ketiga lahan tanaman memiliki porositas yang baik. Nilai porositas untuk jenis tanah pada lokasi penelitian ini berkisar antara 67,4-73,4 %. Nilai porositas tanah tersebut menunjukkan bahwa tanah pada lokasi ini dapat diklasifikasikan ke dalam jenis tanah lempung, dimana menurut Kodoatie (1996) jenis tanah lempung mempunyai nilai porositas berkisar antara 40 – 75 %.

### 4.2.4 Pemeriksaan Kandungan Organik

Kandungan bahan organik yang rendah menyebabkan partikel tanah mudah pecah oleh air hujan dan terbawa oleh aliran permukaan sebagai erosi (Victorius, 2012).

Tabel 4. Kandungan Bahan Organik

Tanah Bertanaman	Parameter Analisis Walkley & Black %	
	C-Organik	Bahan Organik
Langsat	6,54	11,27
Kelapa	3,55	6,12
Pisang	3,34	5,76

Tabel 4.4 menunjukkan kandungan organik terbesar pada lahan bertanaman langsung sebesar 11,27% bahan organik dan 6,54% c-organik. Bahan organik cenderung mampu meningkatkan jumlah air yang dapat ditahan di dalam tanah.

## 4.3 Laju Infiltrasi

Dari hasil pengukuran di lapangan menggunakan Single Ring Infiltrometer, diperoleh infiltrasi kumulatif yang digunakan untuk mencari laju infiltrasi. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan di lapangan dan berdasarkan rumus metode Kostikov.

### 4.3.1 Laju infiltrasi Aktual (Lapangan)

Laju infiltrasi di lapangan di hitung antara kumulatif infiltrasi dan kumulatif waktu pengamatan yang dilakukan selama 1 (satu) jam yaitu dengan cara membagi nilai kumulatif infiltrasi per satuan waktu pengamatan dengan kumulatif waktu pengamatan.

No	Waktu Kumulatif	Waktu Kumulatif	Kondisi Pasang			Kondisi Surut			Kondisi Pasang			Kondisi Surut		
			Infiltrasi (F)	Laju Infiltrasi (f)	Infiltrasi Kumulatif (F)	Infiltrasi (F)	Laju Infiltrasi (f)	Infiltrasi Kumulatif (F)	Infiltrasi (F)	Laju Infiltrasi (f)	Infiltrasi Kumulatif (F)	Infiltrasi (F)	Laju Infiltrasi (f)	Infiltrasi Kumulatif (F)
Lahan Bertanaman Lajang														
1	1	1	155,00	155,00	20,00	20,00	183,00	183,00	183,00	183,00	183,00	183,00	183,00	300,00
2	2	3	245,00	81,67	355,00	118,33	230,00	83,33	250,00	83,33	405,00	405,00	405,00	560,00
3	5	8	435,00	54,38	575,00	71,88	430,00	53,75	470,00	58,75	745,00	745,00	745,00	880,00
4	10	18	625,00	34,72	800,00	48,89	600,00	33,33	640,00	41,39	1090,00	1090,00	1090,00	1260,00
5	20	38	850,00	22,37	1055,00	32,37	880,00	23,00	920,00	27,50	1375,00	1375,00	1375,00	1560,00
6	30	68	980,00	14,44	1205,00	19,00	1150,00	17,00	1250,00	15,50	1575,00	1575,00	1575,00	1780,00
7	45	113	1130,00	10,62	1450,00	14,42	1350,00	12,20	1450,00	12,20	1775,00	1775,00	1775,00	2000,00
8	60	173	1260,00	7,98	1600,00	10,48	1500,00	9,28	1550,00	8,52	1970,00	1970,00	1970,00	2240,00
Rata-rata			4748	0,61	6621	0,61	6621	0,61	6621	0,61	8044	8044	8044	914
Lahan Bertanaman Kelapa														
1	1	1	200	200	10,00	10,00	15,00	15,00	6,00	10,00	10,00	10,00	10,00	20,00
2	2	3	400	133	1200	400	27,00	30,00	33,33	20,00	33,33	20,00	33,33	40,00
3	5	8	500	66,67	1500	188	20,00	67,5	27,50	27,50	45,00	45,00	56,67	60,00
4	10	18	600	33,33	1700	94	90,00	50,00	35,00	35,00	82,00	82,00	93,33	100,00
5	20	38	700	18,18	2100	65,5	145,00	50,00	47,00	47,00	100,00	100,00	113,33	120,00
6	30	68	800	11,54	2500	43,75	185,00	37,50	50,00	50,00	120,00	120,00	136,67	140,00
7	45	113	900	8,05	2700	32,26	235,00	28,00	55,00	55,00	130,00	130,00	146,67	150,00
8	60	173	1000	5,78	3000	23,33	270,00	22,50	60,00	60,00	140,00	140,00	156,67	160,00
Rata-rata			4748	0,61	6621	0,61	6621	0,61	6621	0,61	8044	8044	8044	914
Lahan Bertanaman Pasang														
1	1	1	500	500	20,00	20,00	60,00	60,00	6,00	10,00	10,00	10,00	10,00	20,00
2	2	3	1000	333	2500	833	11,00	3,67	20,00	6,67	18,00	6,00	4,00	14,67
3	5	8	1500	188	4000	500	25,00	3,13	40,00	5,00	39,00	4,88	10,00	12,50
4	10	18	2500	139	6000	333	42,00	2,33	69,00	3,83	78,00	4,33	17,00	21,00
5	20	38	4000	105	8800	232	65,00	1,71	116,00	3,05	130,00	3,42	26,00	32,00
6	30	68	6000	68,88	11200	165	97,00	1,43	160,00	2,35	185,00	2,72	320,00	471
7	45	113	8000	47,17	14200	126	134,00	1,19	212,00	1,88	255,00	2,26	484,00	678
8	60	173	10500	36	17600	102	150,00	0,87	250,00	1,85	320,00	1,85	577,00	834
Rata-rata			4748	1,86	6621	1,86	6621	1,86	6621	1,86	8044	8044	8044	914

Gambar 7. Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Di Lapangan

Gambar 7 menunjukkan perbedaan laju infiltrasi pada masing-masing titik pengamatan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perakaran dari tanaman yang menjadi jalannya serapan air ke dalam tanah pada waktu pengambilan data. Selain itu, perbedaan laju infiltrasi yang terjadi pada tiap pengamatan juga dipengaruhi oleh sifat fisik tanahnya. Semakin besar koefisien permeabilitas pada lahan pengamatan mengakibatkan laju infiltrasi akan semakin besar.

Pengaruh pasang surut menunjukkan adanya perbedaan laju infiltrasi saat pasang dan saat surut. Data lapangan yang menunjukkan pada saat pasang laju infiltrasi lebih cepat dibandingkan terhadap saat surut. Ini berlaku untuk semua titik pengamatan. Hal ini menggambarkan adanya hubungan pasang surut terhadap laju infiltrasi. Saat kondisi pasang air lebih lambat menembus pori-pori tanah, dikarenakan kelembapan tanah yang diakibatkan oleh pasang air laut. Hal itu membuat pori-pori tanah sudah terisi air terlebih dahulu akibat adanya air tanah yang dibawa oleh pasang air laut. Berbeda dengan halnya dengan kondisi surut, air tanah maupun air disalurkan mengalami penyusutan sehingga air yang mengisi pori-pori tanah semakin berkurang. Saat dalam kondisi surut, tekstur tanah menjadi lebih kering sehingga gaya kapiler akan menyebabkan air menyebar ke

segala arah menuju daerah yang lebih kering. Hal inilah yang membuat laju infiltrasi semakin cepat. Laju infiltrasi akan semakin lambat seiring bertambahnya waktu. Hal ini dikarenakan tanah semakin jenuh hingga akhirnya mencapai nilai konstan (Januar dan Nora, 1999).

### 4.3.1 Laju infiltrasi Metode Kostiakov

Laju infiltrasi dihitung menggunakan rumus persamaan Kostiakov  $f_p = at^n$ . Pada penelitian ini laju infiltrasi dihitung menggunakan metode least square dengan cara linearisasi kurva tidak linear kemudian mentransformasi data kumulatif infiltrasi dan waktu pengamatan menjadi fungsi log-log sehingga persamaan  $f_p = at^n$  menjadi  $\log f_p = \log at^n$ .

### Laju Infiltrasi Titik L.1 Saat Pasang

Tabel 5. Data Infiltrasi Kumulatif Infiltrasi Titik L.1 Saat Pasang

No	t <sub>i</sub>	f <sub>p<i>i</i></sub>	q <sub>i</sub> = log t <sub>i</sub>	p <sub>i</sub> = log f <sub>p<i>i</i></sub>	q <sub>i</sub> .p <sub>i</sub>	q <sub>i</sub> <sup>2</sup>
1	1	155,00	0,000	2,190	0,000	0,000
2	2	245,00	0,301	2,389	0,719	0,091
3	5	435,00	0,699	2,638	1,844	0,489
4	10	625,00	1,000	2,796	2,796	1,000
5	20	850,00	1,301	2,929	3,811	1,693
6	30	980,00	1,477	2,991	4,418	2,182
7	45	1130,00	1,653	3,053	5,047	2,733
8	60	1260,00	1,778	3,100	5,513	3,162
Σ	173	5680,00	8,210	22,088	24,149	11,349
Rata-Rata			1,026	2,761	3,019	1,419

Dilakukan transformasi berikut :

$$p = \log f_p \quad B = n$$

$$A = \log a \quad q = \log t$$

Sehingga persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk :

$$p = A + Bq$$

Hitungan regresi dilakukan dengan menggunakan *microsoft excel* sehingga didapat parameter berikut ini.

$$\bar{q} = \frac{\sum \log t_i}{n} = \frac{8,210}{8} = 1,026$$

$$\bar{p} = \frac{\sum \log f_{p_i}}{n} = \frac{22,088}{8} = 2,761$$

Setelah perhitungan regresi, selanjutnya menghitung koefisien A dan B.

$$B = \frac{n \sum q_i \cdot p_i - \sum q_i \sum p_i}{n \sum q_i^2 - (\sum q_i)^2} = \frac{8(24,149) - (8,210 \times 22,088)}{8(11,349) - (8,210)^2}$$

$$A = \frac{\bar{p} - B\bar{q}}{\bar{p} - B\bar{q}} = \frac{2,761 - 0,507(1,026)}{2,761 - 0,507(1,026)}$$

Mengingat :

$$A = \text{Log } a \rightarrow a = 10^A$$

$$= 10^{2,241}$$

$$= 174,02$$

$$B = n$$

Maka, persamaan yang dicari adalah :

$$y = ax^b \rightarrow fp = at^n$$

$$y = 174,02x^{0,507} \rightarrow fp = 174,02t^{0,507}$$

Jadi persamaan Kostiakov pada titik L.1 adalah  $fp = 174,02 t^{0,507}$ .

### Laju Infiltrasi Titik L.1 Saat Surut

Tabel 6. Data Infiltrasi Kumulatif Infiltrasi Titik L.1 Saat Surut

No	ti	fpi	qi = log ti	pi = log fpi	qi.pi	qi <sup>2</sup>
1	1	220,00	0,000	2,342	0,000	0,000
2	2	355,00	0,301	2,550	0,768	0,091
3	5	575,00	0,699	2,760	1,929	0,489
4	10	880,00	1,000	2,944	2,944	1,000
5	20	1015,00	1,301	3,006	3,912	1,693
6	30	1295,00	1,477	3,112	4,597	2,182
7	45	1630,00	1,653	3,212	5,310	2,733
8	60	1800,00	1,778	3,255	5,788	3,162
Σ	173	7770,00	8,210	23,183	25,249	11,349
Rata-Rata			1,026	2,898	3,156	1,419

Dilakukan transformasi berikut :

$$p = \log fp \quad B = n$$

$$A = \log a \quad q = \log t$$

Sehingga persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk :

$$p = A + Bq$$

Hitungan regresi dilakukan dengan menggunakan *microsoft excel* sehingga didapat parameter berikut ini.

$$\bar{q} = \frac{\sum \log ti}{n} = \frac{8,210}{8} = 1,026$$

$$\bar{p} = \frac{\sum \log yi}{n} = \frac{22,088}{8} = 2,898$$

Setelah perhitungan regresi, selanjutnya menghitung koefisien A dan B.

$$B = \frac{n \sum q_i \cdot p_i - \sum q_i \sum p_i}{n \sum q_i^2 - (\sum q_i)^2} = \frac{8(25,249) - (8,210 \times 23,183)}{8(11,349) - (8,210)^2}$$

$$A = \frac{\bar{p} - B\bar{q}}{\bar{p} - B\bar{q}} = \frac{2,241 - 0,499(1,026)}{2,241 - 0,499(1,026)}$$

Mengingat :

$$A = \text{Log } a \rightarrow a = 10^A$$

$$= 10^{2,386}$$

$$= 243,25$$

$$B = n$$

Maka, persamaan yang dicari adalah :

$$y = ax^b \rightarrow fp = at^n$$

$$y = 243,25x^{0,499} \rightarrow fp = 243,25t^{0,499}$$

Jadi persamaan Kostiakov pada titik L.1 adalah  $fp = 243,25 t^{0,499}$ .

Setelah persamaan laju infiltrasi Kostiakov diketahui, dengan memasukkan konstanta a dan n terhadap waktu pengamatan maka laju infiltrasi dapat dihitung.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Metode Kostiakov Pada Titik L.1

No	Waktu	Waktu Kumulatif	Kondisi Pasang		Kondisi Surut	
			Infiltrasi Kumulatif	Laju Infiltrasi (fp)	Infiltrasi Kumulatif	Laju Infiltrasi (fp)
			mm	mm/menit	mm	mm/menit
1	1	1	174,02	174,02	243,25	243,25
2	2	3	247,32	82,44	343,53	114,51
3	5	8	393,59	49,20	542,18	67,77
4	10	18	559,37	31,08	765,69	42,54
5	20	38	794,97	20,92	1081,35	28,46
6	30	68	976,44	14,36	1323,30	19,46
7	45	113	1199,34	10,61	1619,39	14,33
8	60	173	1387,71	8,02	1868,84	10,80
fp rata-rata				48,83		67,64

### 4.4 Perbedaan Laju Infiltrasi Metode Lapangan Dan Metode Kostiakov

#### 4.4.1 Perbedaan Pada Saat Kondisi Pasang

Laju infiltrasi masing-masing titik di lahan tanaman pada saat kondisi pasang akan disajikan dalam Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 8. Laju Infiltrasi Masing-Masing Lahan Tanaman Pada Saat Pasang

Lahan Bertanaman	Laju Infiltrasi $f_p$ (mm/menit)									
	Titik 1			Titik 2			Titik 3			
	Lapangan	Kostiakov	Perbedaan	Lapangan	Kostiakov	Perbedaan	Lapangan	Kostiakov	Perbedaan	
Langsat (L)	155,00	174,02	19,02	150,00	156,11	6,11	275,00	305,68	30,68	
	81,67	82,44	0,77	76,67	78,29	1,62	135,00	141,13	6,13	
	54,38	49,20	5,18	53,75	50,38	3,37	93,13	81,41	11,71	
	34,72	31,08	3,65	33,33	33,69	0,35	60,56	50,12	10,44	
	22,37	20,92	1,45	25,92	24,01	1,91	31,05	32,88	1,83	
	14,41	14,36	0,05	17,40	17,04	0,36	21,69	22,23	0,54	
	10,00	10,61	0,61	12,70	13,02	0,32	15,71	16,19	0,48	
	7,28	8,02	0,74	9,42	10,08	0,65	11,39	12,10	0,72	
	<b>fp rata-rata</b>	<b>47,48</b>	<b>48,83</b>	<b>1,35 - 0,028%</b>	<b>47,40</b>	<b>47,83</b>	<b>0,43 - 0,009%</b>	<b>80,44</b>	<b>82,72</b>	<b>2,28 - 0,028%</b>
	Kelapa (K)	2,00	2,16	0,16	15,00	16,39	1,39	10,00	11,41	1,41
1,33		1,02	0,32	9,00	8,92	0,08	6,67	6,64	0,03	
0,63		0,60	0,02	6,75	6,40	0,35	5,63	5,20	0,43	
0,33		0,38	0,05	5,00	4,65	0,35	4,56	4,03	0,52	
0,18		0,26	0,07	3,82	3,59	0,22	3,68	3,34	0,35	
0,15		0,17	0,03	2,74	2,68	0,06	2,66	2,58	0,08	
0,14		0,13	0,01	2,08	2,15	0,07	2,04	2,15	0,12	
0,13		0,10	0,04	1,56	1,72	0,16	1,53	1,77	0,24	
<b>fp rata-rata</b>		<b>0,61</b>	<b>0,60</b>	<b>0,01 - 0,016%</b>	<b>5,74</b>	<b>5,81</b>	<b>0,07 - 0,012%</b>	<b>4,60</b>	<b>4,61</b>	<b>0,01 - 0,002%</b>
Pisang (P)		5,00	5,17	0,17	6,00	6,41	0,41	10,00	10,12	0,12
	3,33	2,83	0,51	3,67	3,70	0,03	6,00	6,09	0,09	
	1,88	2,04	0,17	3,13	2,86	0,27	4,88	4,98	0,10	
	1,39	1,49	0,10	2,33	2,20	0,14	4,33	3,99	0,34	
	1,05	1,16	0,11	1,71	1,80	0,09	3,42	3,41	0,01	
	0,88	0,87	0,02	1,43	1,39	0,04	2,72	2,69	0,03	
	0,71	0,70	0,01	1,19	1,15	0,04	2,26	2,29	0,03	
	0,61	0,56	0,05	0,87	0,94	0,08	1,85	1,91	0,06	
	<b>fp rata-rata</b>	<b>1,86</b>	<b>1,85</b>	<b>0,01 - 0,005%</b>	<b>2,54</b>	<b>2,56</b>	<b>0,02 - 0,008%</b>	<b>4,43</b>	<b>4,44</b>	<b>0,01 - 0,001%</b>

#### 4.4.2 Perbedaan Pada Saat Kondisi Surut

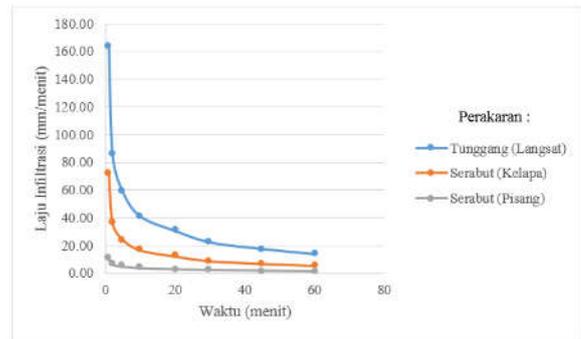
Laju infiltrasi masing-masing titik di lahan tanaman pada saat kondisi surut akan disajikan dalam Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 9. Laju Infiltrasi Masing-Masing Lahan Tanaman Pada Saat Surut

Lahan Bertanaman	Laju Infiltrasi $f_p$ (mm/menit)									
	Titik 1			Titik 2			Titik 3			
	Lapangan	Kostiakov	Perbedaan	Lapangan	Kostiakov	Perbedaan	Lapangan	Kostiakov	Perbedaan	
Langsat (L)	220,00	242,25	22,25	165,00	164,14	0,86	300,00	357,80	57,80	
	110,33	114,51	3,82	83,33	85,80	2,56	186,67	166,08	19,68	
	71,88	67,77	4,10	58,75	58,46	0,29	110,00	97,70	12,30	
	48,89	42,54	6,35	41,39	40,79	0,60	64,44	60,79	3,65	
	26,71	28,46	1,75	31,32	30,33	0,99	39,21	40,32	1,11	
	19,04	19,46	0,42	22,90	22,07	0,83	26,76	27,43	0,67	
	14,42	14,33	0,09	16,99	17,29	0,30	19,47	20,10	0,63	
	10,40	10,80	0,40	13,24	13,62	0,38	14,68	15,00	0,41	
	<b>fp rata-rata</b>	<b>66,21</b>	<b>67,64</b>	<b>1,43 - 0,022%</b>	<b>54,06</b>	<b>54,07</b>	<b>0,01 - 0,000%</b>	<b>95,15</b>	<b>98,26</b>	<b>3,12 - 0,033%</b>
	Kelapa (K)	10,00	9,82	0,18	66,00	71,52	5,52	20,00	24,88	4,88
4,00		3,93	0,07	33,33	36,54	3,20	13,33	12,99	0,34	
1,88		1,88	0,01	27,50	24,10	3,40	9,63	8,81	0,81	
0,94		1,00	0,06	19,44	16,41	3,03	7,56	6,13	1,42	
0,55		0,57	0,02	12,37	11,92	0,45	5,53	4,55	0,98	
0,37		0,36	0,01	8,38	8,55	0,17	3,46	3,30	0,15	
0,24		0,24	0,00	6,19	6,60	0,41	2,30	2,59	0,28	
0,17		0,17	0,01	4,74	5,15	0,41	1,62	2,03	0,42	
<b>fp rata-rata</b>		<b>2,27</b>	<b>2,25</b>	<b>0,02 - 0,009%</b>	<b>22,25</b>	<b>22,60</b>	<b>0,35 - 0,016%</b>	<b>7,93</b>	<b>8,16</b>	<b>0,23 - 0,029%</b>
Pisang (P)		20,00	18,01	1,99	10,00	11,00	1,00	20,00	24,03	4,03
	8,33	8,72	0,39	6,67	6,30	0,37	14,67	13,86	0,81	
	5,00	5,26	0,26	5,00	4,82	0,18	12,50	10,73	1,77	
	3,33	3,46	0,13	3,83	3,68	0,15	9,44	8,25	1,19	
	2,32	2,38	0,07	3,05	3,00	0,06	6,84	6,76	0,08	
	1,65	1,66	0,01	2,35	2,30	0,06	4,71	5,21	0,50	
	1,26	1,24	0,02	1,88	1,90	0,02	4,28	4,32	0,04	
	1,02	0,95	0,07	1,45	1,55	0,11	3,34	3,54	0,21	
	<b>fp rata-rata</b>	<b>5,36</b>	<b>5,22</b>	<b>0,14 - 0,026%</b>	<b>4,28</b>	<b>4,32</b>	<b>0,04 - 0,009%</b>	<b>9,47</b>	<b>9,59</b>	<b>0,12 - 0,012%</b>

Tabel 8 dan 9 di atas menunjukkan bahwa perbedaan hasil laju infiltrasi yang didapat di lapangan dengan perhitungan metode Kostiakov sangatlah kecil. Berdasarkan rumus Kostiakov menggunakan perhitungan metode least square antara laju infiltrasi aktual (lapangan) dan laju infiltrasi Kostiakov diperoleh hubungan korelasi yang sangat positif, sehingga metode laju infiltrasi Kostiakov dapat digunakan untuk memperkirakan laju infiltrasi pada lahan yang diamati.

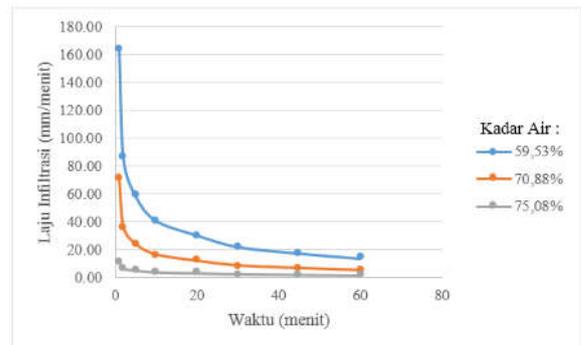
## 4.5 Hubungan Antara Perakaran Dan Laju Infiltrasi



Gambar 7. Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Dengan Jenis Perakaran

Perbedaan jenis perakaran membuat laju infiltrasi ketiga lahan tanaman ini berbeda. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.6. Infiltrasi akan lebih optimal pada lahan yang berakar tunggang. Pada lahan bertanaman langsung (akar tunggang), aliran air permukaan (run off) akan lebih banyak tertahan dengan adanya akar tunggang yang keluar (timbul) dari dalam tanah sehingga air terhalangi untuk mengalir di atas permukaan lahan dan akibat adanya gaya gravitasi menyebabkan air masuk ke dalam pori pori tanah. Akar tunggang juga memiliki struktur akar yang dapat membuka pori tanah untuk jalannya air masuk ke dalam tanah. Pada perakaran serabut, permukaan lahan tidak terdapat akar-akar besar yang keluar dari dalam tanah sehingga air tidak ada hambatan untuk mengalir di atas permukaan lahan. Ini membuat air yang mengalir lebih banyak menjadi air limpasan daripada air yang mengalami infiltrasi.

## 4.6 Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Kadar Air

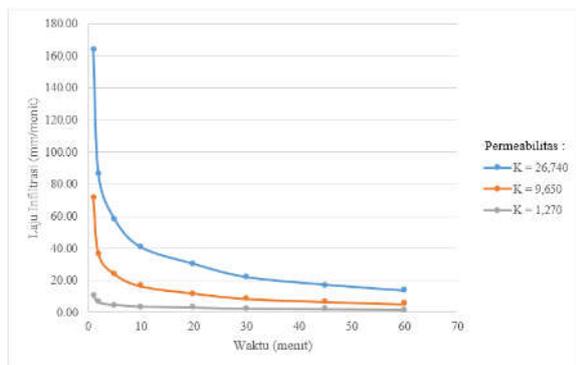


Gambar 8. Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Dengan Kadar Air

Kadar air sangat berpengaruh terhadap laju infiltrasi. Hal ini dapat dilihat pada grafik laju infiltrasi terhadap waktu dengan tingkat persentase kadar air tanah pada masing-masing lahan tanaman. Semakin besar persentase kadar air maka semakin besar juga laju infiltrasinya. Sebaliknya, semakin rendah persentase kadar air maka semakin kecil pula laju infiltrasinya.

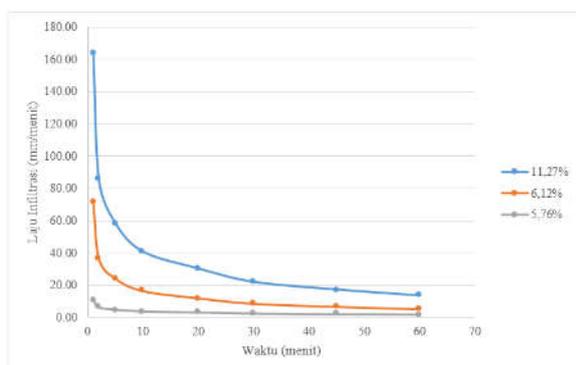
#### 4.7 Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Permeabilitas

Permeabilitas yang tinggi membuat tanah akan dengan mudah menembus lapisan tanah. Jadi laju infiltrasi akan cepat pada tanah dengan permeabilitas yang tinggi. Hal ini sesuai dengan hubungan laju infiltrasi terhadap waktu dengan permeabilitas. Gambar 4.8 menunjukkan nilai permeabilitas yang tinggi pada lahan bertanaman langsung yaitu sebesar 26,74 cm/jam memberikan laju infiltrasi yang paling tinggi.



Gambar 9. Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Dengan Permeabilitas

#### 4.8 Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Kandungan Organik



Gambar 10. Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Dengan Kandungan Organik

Kandungan organik pada tanah dapat meningkatkan laju infiltrasi. Hal ini sesuai dengan Gambar 4.9 yaitu laju infiltrasi tertinggi pada lahan yang memiliki kandungan organik

terbesar. Lahan bertanaman langsung memiliki kandungan organik terbesar yaitu sebesar 11,27%.

Berdasarkan dari keempat grafik hubungan laju infiltrasi di atas tampak bahwa tinggi dan rendahnya laju infiltrasi pada setiap lahan pengamatan berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh pengaruh sifat fisik tanah pada lokasi pengamatan. Jumlah air yang bergerak melalui tanah sangat erat dengan jumlah ukuran pori-pori tanah. Semakin besar ukuran pori, maka laju infiltrasi yang dihasilkan juga semakin besar. Pori-pori tanah yang besar ini membuat permeabilitas pada tanah akan semakin besar pula. Karena pori-pori tersebut berhubungan membuat jalannya air masuk ke dalam tanah. Selain ukuran pori tanah, kadar air juga memegang peranan penting dalam tinggi dan rendahnya laju infiltrasi di suatu lahan. Pada lahan yang memiliki kadar air tinggi akan menghambat laju infiltrasi. Hal ini dikarenakan pori-pori tanah lebih banyak diisi air atau udara sehingga tanah lebih cepat mencapai kejenuhan yang membuat daya serap tanah berkurang sehingga air sulit berinfiltrasi. Dengan demikian, besar kecilnya kadar air tergantung pada kemampuan tanah dalam menyerap dan mengikat air.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian laju infiltrasi yang dilakukan di Desa Punggur Besar, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat, dapat disimpulkan bahwa :

- Tanah pada lokasi penelitian dikategorikan pada jenis tanah lempung dengan nilai porositas berkisar antara 66,8 - 75,5 %.
- Laju infiltrasi saat kondisi surut lebih cepat dibandingkan saat kondisi pasang. Ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh pasang surut terhadap laju infiltrasi.
- Laju infiltrasi akan lebih cepat pada tanaman yang memiliki perakaran tunggang dibandingkan terhadap tanaman yang memiliki perakaran serabut.
- Laju infiltrasi berbanding terbalik dengan kadar air dan berbanding lurus dengan permeabilitas dan kandungan bahan organik.

- e. Laju infiltrasi paling cepat terjadi pada tanaman langsung di titik L.III pada saat kondisi surut sebesar 95,15 mm/menit.
- f. Laju infiltrasi paling lambat terjadi pada tanaman kelapa di titik K.I pada saat kondisi pasang sebesar 0,61 mm/menit. Adanya faktor pemadatan tanah di titik pengamatan K.I menyebabkan laju infiltrasi yang dihasilkan sangat lambat.
- g. Laju infiltrasi akan semakin berkurang dengan seiring bertambahnya waktu dan akan mengalami laju yang konstan saat tanah dalam keadaan jenuh.
- h. Laju infiltrasi menurut Kostiakov terhadap laju infiltrasi lapangan memiliki perbedaan hasil yang sangat kecil berkisar 0,001% sampai 0,030% sehingga metode Kostiakov dapat digunakan untuk memperkirakan laju infiltrasi pada lahan yang diamati.

## 5.2 Saran

- a. Hindari tanah yang mengalami pemadatan (timbunan) untuk dijadikan sebagai titik pengamatan laju infiltrasi, karena tanah yang mengalami pemadatan membuat tanah tersebut mengalami perubahan struktur tanah. Angka pori tanah akan semakin mengecil yang menyebabkan air susah menembus permukaan tanah.
- b. Penelitian seperti ini penting untuk tanah yang akan digunakan atau dikembangkan untuk tujuan produktif seperti pertanian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Arsyad, S., 1989. *Konservasi Tanah dan Air*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bowles, J. E., 1991. *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Djojoprawiro, P., dan H. D. H. Soedarmo., 1985. *Fisika Tanah Dasar*, Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- Hansen, V. E., O.W. Israelsen dan G. E. Stringham, 1992. *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi*. Penerjemah: Endang. Erlangga, Jakarta.
- Ismail IG, A Trip, IPG Widjaja Adhi, Suwarno, H Tati, T Ridwan, DE Sianturi. 1993. *Sewindu penelitian pertanian di lahan rawa: Kontribusi dan prospek pengembangan. Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa-SWAMPS II*. Badan Litbang Pertanian.
- Januar. R. dan Nora. H.P.. 1999. *Evaluasi Persamaan Infiltrasi Kostiakov dan Philip secara Empirik untuk Tanah Regosol Coklat Kekelabuan*. Buletin.
- Linsley, R.K., M.A.Kohler., J.L.H.Paulhus, Y. Hermawan, 1986. *Hidrologi Untuk Insinyur*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nugroho, L.H., Purnomo & I. Sumardi. 2006. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal: 81-119.
- Soemarto, C.D., 1995. *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suryatmojo, H., 2006. *Konsep Dasar Hidrologi Hutan. Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan*, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Victorious. 2012. *Penetapan Status P, K dan C organik Untuk Tanah Organik dan Anorganik*. <http://victorious-a.blogspot.com/2012/03/penetapan-status-p-k-dan-corganik.html>. Diakses pada tanggal 14 Agustus 2017.
- Wilson, E.M., 1993. *Hidrologi Teknik*, Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung

