

IMPLIKASI PEMBERIAN LUBANG RESAPAN BIOPORI TERHADAP LAJU INFILTRASI PADA LAHAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*)
(*Implications Of Granting Biopore Infiltration Hole Against The Rate Of Infiltration In The Oil Palm Plantation (Elaeis guineensis)*)

Nurul Syahputri Sulaiman¹, Syahrul^{1*}, Devianti¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Abstrak. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh kondisi fisik tanah seperti tekstur dan kandungan bahan organik serta vegetasi yang berada pada permukaan tanah yang dicirikan oleh tipologi perakarannya. Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman berakar serabut, dan juga menghasilkan tandan kosong yang dapat digunakan sebagai pupuk organik yang mampu menyerap air dalam jumlah relatif lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implikasi pemberian lubang resapan biopori terhadap laju infiltrasi pada lahan perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis*). Penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan dan pengukuran secara langsung laju infiltrasi untuk perlakuan lubang resapan biopori dengan TKKS (plot TB) dan tanpa TKKS (plot B) selama 2 minggu. Pengukuran laju infiltrasi menggunakan AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) dan *software Global Logger v 1.50*. Diameter lubang 6 inci dengan kedalaman tiap lubang yaitu 100 cm. Pengukuran laju infiltrasi pada lubang resapan biopori dilakukan dengan mengisi air pada lubang sampai konstan dengan tinggi muka air 98 cm. Hasil pengukuran menunjukkan terdapat perbedaan laju infiltrasi yang signifikan antara lubang resapan biopori tanpa TKKS dan dengan TKKS. Selama pengukuran bahan organik tanah mengalami peningkatan di lubang dengan TKKS dari sebesar 1,32% menjadi 3,26%. Laju infiltrasi yang tertinggi pada lubang resapan biopori dengan TKKS besar 1,78 cm/menit dengan kadar air tanah awal 31,47% serta akumulasi 5,12 cm, sedangkan yang terendah yaitu sebesar 0,21 cm/menit dengan kadar air tanah awal 31,59% serta akumulasi yang diperoleh sebesar 1,18 cm. Hal ini membuktikan terjadi peningkatan laju infiltrasi sebesar 0,93 cm/menit. Hasil laju infiltrasi yang diperoleh yaitu plot TB menghasilkan persamaan laju infiltrasi $f = 0,665t^{-0,024}$. Sama halnya plot B menghasilkan persamaan laju infiltrasi $f = 0,572t^{-0,0011}$ dan $f = 0,776t^{-0,016}$.

Kata kunci : Laju Infiltrasi, Lubang Resapan Biopori, Bahan Organik.

Abstract. The rate of infiltration is influenced by soil physical conditions including texture, organic matter and vegetation on the soil surface characterized by its root typology. Palm oil is rooted fiber plant, also produce empty bunches that can be used as an organic fertilizer that can absorb water in relatively high amount. The aim of this study is to discover the implication of given biopore absorption hole on the infiltration rate of palm oil (*Elaeis guineensis*) plantation land. This study was done by observation and measurement of the infiltration rate directly for the treatment of biopore absorption hole at plot TB and plot B during two weeks period. Measurement of infiltration rate used AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) and software global logger V.1.50. Diameter of hole is 6 inches and the depth of each hole is 100 cm. For measurement of infiltration rate, biopore absorption hole is filled water until water depth of 98 cm. Measurement result shows that there is a significant difference in infiltration rate between biopore absorption hole without empty bunches and with empty bunches. From the measurement, soil organic matter in the hole with TKKS undergoes enhancement from 1,32% to 3,26%, highest infiltration rate in biopore absorption hole with TKKS is 1,78 cm/minutes with initial soil moisture contents 31,47% and accumulation of 5,12 cm, meanwhile lowest infiltration rate is 0,21 cm/minute with initial soil moisture contents 31,59% and accumulation of 1,18 cm. The results show that is plot TB produce determination value (R^2) 0,998 is $f = 0,665t^{-0,024}$. Similary, plot B result is $f = 0,572t^{-0,0011}$ and $f = 0,776t^{-0,016}$.

Key words: Rate of Infiltration, Biopore Absorption Hole Organic Matter

PENDAHULUAN

Produksi kelapa sawit di Provinsi Aceh sebesar 355.366 ton pada tahun 2013 atau meningkat sebesar 14,35% dari tahun 2012 dengan total luas tanam sebesar 198.246 Ha. Salah satunya wilayah di Provinsi Aceh yang mengalami peningkatan perluasan perkebunan kelapa sawit yaitu Kota Subulussalam. Tercatat total luas tanam kelapa sawit pada tahun 2013 sebesar 15.593 Ha. Wilayah Kota Subulussalam memiliki topografi perbukitan sekitar 34,06% dari total luas Kota Subulussalam dengan rentan kemiringan lereng sekitar 10° - 40° . Sehingga, perluasan perkebunan kelapa sawit harus dilakukan di lahan yang miring (Badan Pusat Statistik, 2015). Akar tanaman kelapa sawit yang serabut menjadikan tanaman kelapa sawit kurang mampu menahan air dalam tanah dengan kondisi lahan yang miring sehingga sangat mudah terjadinya limpasan permukaan yang tinggi saat intensitas hujan tinggi (Sunarko, 2007).

Salah satu cara untuk mengatasi limpasan yang tinggi yaitu dengan cara memperbesar laju infiltrasi melalui pembuatan lubang resapan biopori. Lubang resapan biopori merupakan lubang silindris yang dibuat dalam tanah secara vertikal untuk mengatasi genangan permukaan dan juga sebagai metode resapan air. Lubang resapan biopori dapat mengurangi limpasan air hujan dengan meresapkan lebih banyak air hujan ke dalam tanah. Secara tidak langsung teknik biopori dapat meningkatkan daya resapan pada permukaan tanah tersebut. Selain itu, lubang resapan biopori juga di isi pupuk Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). merupakan salah satu limbah sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga mengakibatkan penumpukan TKKS yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Maka dari itu, perlu adanya pengolahan limbah TKKS, seperti dapat dijadikan kompos atau pupuk organik. Selain itu, tanaman kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak menyerap unsur hara dan air. Kandungan nutrisi pupuk TKKS dapat membantu kecukupan unsur hara yang hilang akibat pengikisan permukaan lahan yang disebabkan limpasan permukaan yang tinggi dan juga dapat meningkatkan laju infiltrasi. Sehingga, permasalahan perkebunan kelapa sawit seperti erosi dan tingginya limpasan permukaan dapat diatasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Singgersing Kota Subulussalam mulai tanggal 27 Maret sampai 08 April 2017 dan tanah pada lokasi penelitian di uji pada Laboratorium untuk mengetahui sifat fisik serta kimia tanah.

MATERI DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pengambilan sifat fisik tanah adalah bor tanah, *ring sample*, meteran. Sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur laju infiltrasi dapat digunakan alat AWLR (*Automatic Water Level Recorder*), penggaris, palu dan stopwatch. Alat-alat pendukung lainnya dalam penelitian ini meliputi GPS (*Global Positioning System*) dan *software Global Logger v 1.50*. Sedangkan Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pipa paralon berdiameter ± 6 inchi dengan tinggi 16,5 cm, kemudian sampel tanah berserta kantong plastik dan kertas label dan pupuk Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan, dimana dilakukan pengukuran pada Lubang Resapan Biopori (LRB) dengan kompos TKKS dan tanpa kompos TKKS serta mengambil data-data yang dibutuhkan. Selanjutnya dilakukan analisa data secara kuantitatif, yaitu melakukan pengkajian berdasarkan data yang dapat diukur dengan angka-angka. Penelitian ini dilakukan pada lahan yang memiliki kemiringan lereng sebesar 26% dengan umur tanaman kelapa sawit 5 tahun. Pada umumnya jarak tanam tanaman kelapa sawit di perkebunan tersebut sekitar 8 x 9 m. Sehingga, jarak lubang resapan biopori ke tanaman kelapa sawit sekitar 4 meter dan selanjutnya dibuat lubang resapan biopori sebanyak 6 lubang tiap lubang dengan kedalaman 100 cm yang berdiameter 6 inci.

Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang akan dilakukan pada penelitian ini dengan perhitungan menggunakan persamaan Kostiakov. Persamaan yang umum digunakan untuk menghitung infiltrasi antara lain yang dikembangkan oleh Kostiakov (1931) dalam Hartono (1991). Fungsi infiltrasi dan laju infiltrasi disajikan pada Persamaan di bawah ini:

$$f = Kt^n \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : f : Infiltrasi massa (kumulatif) (cm), t : Waktu (menit) dan K, n : Konstanta

Untuk menentukan nilai K dan n maka kedua konstanta tersebut dapat diturunkan menjadi Persamaan (2):

$$\log f = \log K \cdot t^n \dots\dots\dots (2)$$

$$\log f = \log K + n \log t \dots\dots\dots (3)$$

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (4)$$

Dimana : Y : $\log f$, a : $\log K$, b : n dan t : $\log t$

Menurut Harinaldi (2005), menghitung konstanta a dan b pada Persamaan (4) dapat menggunakan Persamaan (5) dan (6).

$$b = \frac{n \sum(XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum(X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (5)$$

$$a = \left(\frac{\sum X}{n} \right) - \left(\frac{n \sum(XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum(X^2) - (\sum X)^2} \right) \left(\frac{\sum Y}{n} \right) \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

n : Jumlah data, $\sum X$: Perjumlah nilai X ($\log t$) dan $\sum Y$: Perjumlahan nilai Y ($\log f$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Wilayah Penelitian

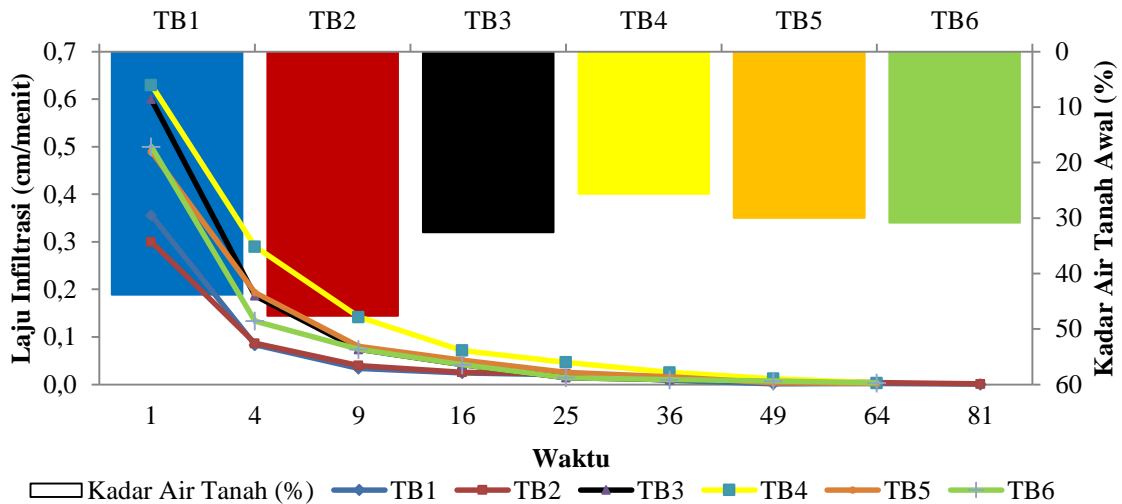
Secara geografis wilayah Kota Subulussalam berbatasan sebelah utara dengan wilayah Kabupaten Aceh Tenggara dan Kabupaten Dairi, sebelah selatan dengan wilayah Kabupaten Aceh Singkil, sebelah barat dengan wilayah Kabupaten Dairi, sebelah timur dengan wilayah Kabupaten Aceh Selatan. Kota Subulussalam terletak antara 02°27'39"-03°00'00" LU dan antara 97°45'00"-98°10'00" BT dengan luas area 1.391 km². Kota yang terbentuk sejak tahun 2007 ini, dibagi menjadi 5 Kecamatan yaitu Kecamatan Simpang Kiri, Kecamatan Penanggalan, Kecamatan Rundeng, Kecamatan Sultan Daulat, dan Kecamatan Longkib.

Wilayah Kota Subulussalam berada pada ketinggian 84 m di atas permukaan air laut (BPS Kota Subulussalam, 2015). Sedangkan lokasi pembuatan lubang resapan biopori pada penelitian ini merupakan lahan perkebunan sawit dengan kondisi lahan yang berbukit, dan berlereng curam yang memiliki kemiringan lereng sekitar 26% (lereng curam). Kondisi permukaan lahan yang berlereng curam diduga seperti ini dapat mengalami aliran permukaan (*run off*) langsung apabila terjadi hujan sehingga laju infiltrasinya rendah. Menurut Vilanda (2015) kemiringan lereng yang curam dikategorikan ke dalam kelas IV yang memiliki laju infiltrasi rendah. Jenis tanah pada lokasi penelitian yaitu Podsolik Merah Kuning (PMK) yang termasuk kedalam ordo Ultisols. Hasil Laboratorium tekstur tanah pada lokasi penelitian dari hasil yang didapat untuk fraksi pasir sebesar 33%, liat fraksi sebesar 46% dan fraksi debu sebesar 21% sehingga termasuk kedalam tekstur tanah Lempung. Porositas dan permeabilitas tanah pada lokasi penelitian sebesar 51,07% dan 2,26 cm/jam. Sedangkan untuk kandungan bahan organik pada lokasi penelitian sebelum diberi perlakuan sebesar 1,32% menjadi sebesar 3,26 % setelah 2 minggu perlakuan. Hal ini membuktikan ada terjadi peningkatan bahan organik dengan selisih yang dialami plot B sebesar 1,94%. Menurut Suriandi dan Nazam (2005) tanah dengan kandungan bahan organik sebesar 1,32% dikategorikan rendah sedangkan kandungan bahan organik sebesar 3,26 % dikategorikan tinggi.

Sifat fisika lain yang mempengaruhi laju infiltrasi yaitu kadar air tanah awal sebelum pengukuran. Besar kadar air tanah berpengaruh besar terhadap tingkat kecepatan kejenuhannya tanah terhadap air. Kadar air tanah yang didapatkan selama pengukuran dipengaruhi oleh curah hujan selama penelitian. Penelitian dilakukan mulai tanggal 27 Maret 2017 sampai dengan 08 April 2017. Selama pengukuran terjadi 5 hari hujan dimana curah hujan yang terjadi pada saat penelitian berlangsung dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tanggal 05 April 2017 yaitu 245 mm/hari, kemudian curah hujan pada tanggal 08 April 2017 sebesar 70 mm/hari dan curah hujan terendah terjadi pada tanggal 03 April 2017 sebesar curah hujan 18 mm/hari. Sedangkan untuk intensitas curah hujan pada tanggal 28 maret 2017 yaitu sebesar 21 mm/hari dan pada tanggal 29 maret 2017 sebesar 50 mm/hari.

Laju Infiltrasi Antar Lubang

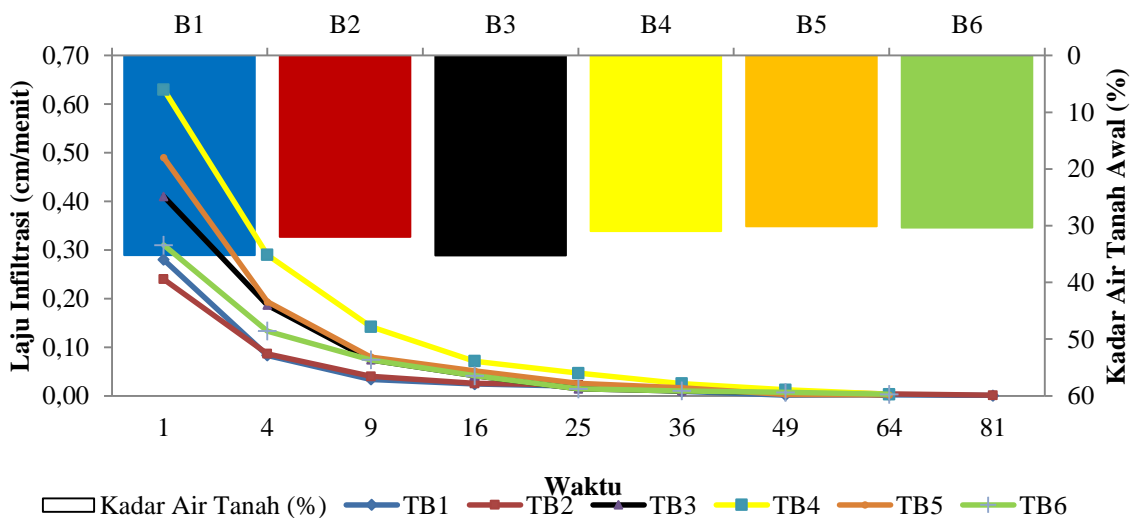
Infiltrasi merupakan peristiwa masuknya air ke dalam tanah melalui permukaan tanah secara vertikal yang melibatkan tiga proses yang saling bergantung yaitu, proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah. Lamanya waktu pengukuran akan mempengaruhi besarnya infiltrasi yang terjadi di dalam tanah. Perbedaan perlakuan pada kedua lubang menghasilkan besar laju infiltrasi antara lubang TB dan B yang signifikan. Perlakuan pada lubang B yaitu dengan pengisian pupuk TKKS sebanyak 9 kg. Sedangkan lubang TB tanpa pupuk TKKS. Perbedaan itu menghasilkan laju infiltrasi yang berbeda tiap lubang. Terlihat seperti perbandingan laju infiltrasi selama pengukuran antara lubang TB dan B dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Perbandingan laju infiltrasi antar lubang pada lubang TB

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa laju infiltrasi tertinggi terjadi pada lubang TB₃ dimana pada menit pertama laju infiltrasi yang diperoleh lubang TB₃ sebesar 0,6 cm/menit dan mengalami penurunan sampai kondisi konstan dengan laju infiltrasi sebesar 0,002 cm/menit setelah pengukuran 64 menit. Lubang TB₃ mengalami kondisi jenuh di menit ke 64 dimana diperkirakan setelah 64 menit akan mengalami limpasan permukaan. Hal ini dikarenakan kondisi ruang pori-pori tanah mulai dipenuhi air, beda halnya pada awal menit pertama pengukuran dimana air dengan mudah masuk kedalam ruang pori tanah yang tidak terisi air atau sedikit air didalam ruang pori tanah tersebut.

Peningkatan yang signifikan menghasilkan perselisihan kadar air antar lubang dengan rentan yang jauh, dimana seperti kita lihat kadar air tanah yang tertinggi pada pengukuran ini diperoleh pada lubang TB₂ sebesar 39,354%. Selisih kadar air tanah dengan lubang TB₁ sebesar 0,367% berbeda dengan lubang TB₄ yang memperoleh selisih dengan lubang TB₁ sebesar 8,903%.



Gambar 2. Perbandingan laju infiltrasi antar lubang pada lubang B

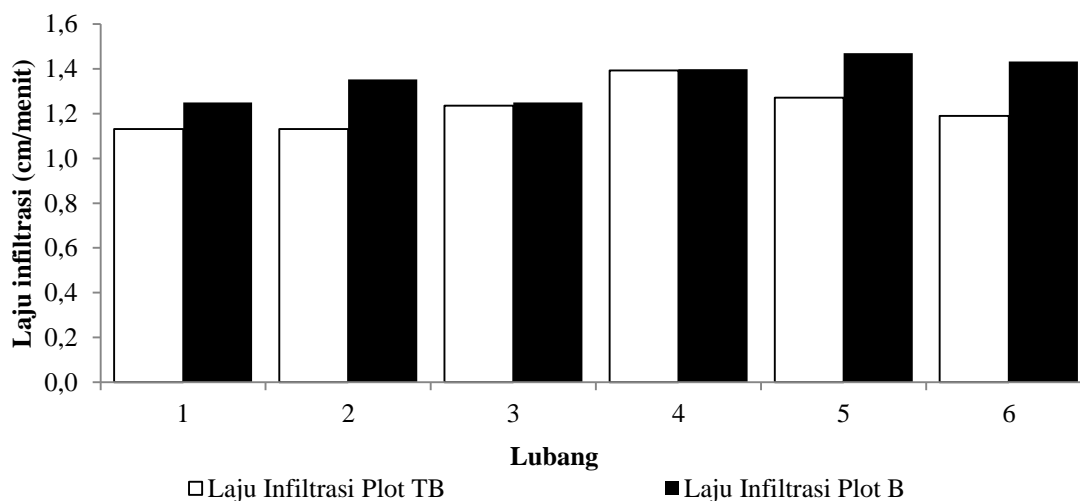
Gambar 2 menjelaskan laju infiltrasi yang terjadi di plot B pada pengukuran ketiga yang terjadi saat pengukuran di lubang B₁ pada menit pertama yaitu sebesar 0,28 cm/menit, 4 menit kemudian laju infiltrasi mulai menurun dengan laju infiltrasinya sebesar 0,08 cm/menit dan

terus mengalami penurunan kecepatan dari menit ke menit sampai konstan atau jenuh setelah 81 menit pengukuran dengan besar laju infiltrasi sebesar 0,006 cm/menit. Lubang B₂ sendiri mengalami konstan atau jenuh setelah pengukuran selama 81 menit, dimana pengukuran dimenit pertama sebesar 0,24 cm/menit dan terus mengalami penurunan laju infiltrasinya sebesar 0,0012 cm/menit setelah mengalami pengukuran selama 81 menit. Laju infiltrasi tertinggi terjadi pada lubang B₄ dimana nilai laju infiltrasi pada pengukuran menit pertama sebesar 0,63 cm/menit, pada pengukuran selama 4 menit sebesar 0,29 cm/menit dan terus mengalami penurunan sampai titik jenuh setelah pengukuran selama 64 menit dengan laju infiltrasi sebesar 0,003 cm/menit.

Perbedaan laju infiltrasi yang signifikan disebabkan karena perselisihan kadar air antar lubang dimana seperti kita lihat kadar air tanah yang tertinggi pada pengukuran ini diperoleh pada lubang B₃ sebesar 35,253 %. Sedangkan selisih kadar air tanah dengan lubang B₁ dan B₂ masing-masing sebesar 0,072% dan 3,274% berbeda dengan lubang B₅ yang memperoleh selisih dengan lubang B₁ sebesar 5,16%.

Laju Infiltrasi Antara Lubang TB dan Lubang B

Perbedaan perlakuan pada kedua lubang menghasilkan besar laju infiltrasi antara lubang TB dan lubang B yang signifikan. Perlakuan pada lubang B merupakan pengisian pupuk TKKS sebanyak 9 kg atau jika saat dimasukkan kedalam lubang resapan biopori sedalam 100 cm maka tinggi pupuk tersebut sebesar 70 cm. Sedangkan lubang TB tidak diisi pupuk TKKS. Perbedaan itu menghasilkan laju infiltrasi yang berbeda tiap lubang tersebut. Terlihat seperti perbandingan laju infiltrasi pada pengukuran pertama lubang TB dan lubang B terdapat perbedaan laju infiltrasi pada kedua lubang.



Gambar 3. Laju infiltrasi antar lubang TB dan lubang B

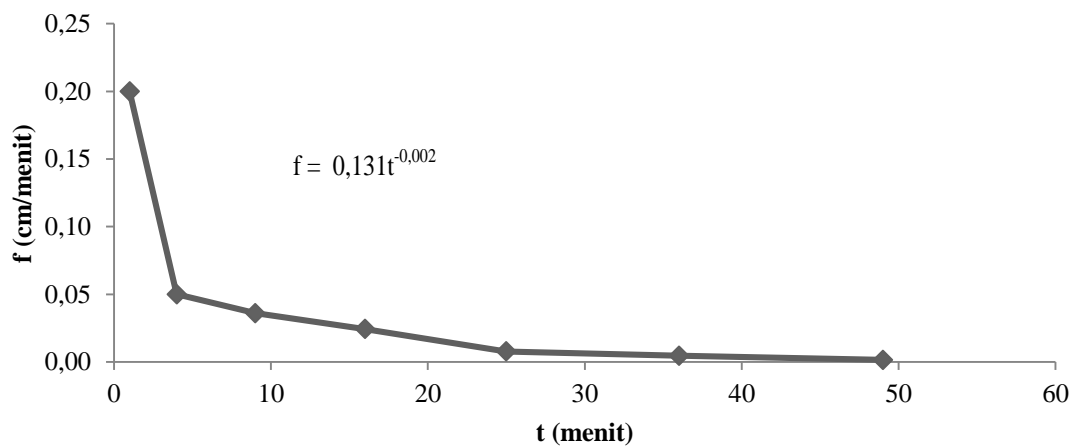
Berdasarkan Gambar 3 dapat terlihat perbandingan laju infiltrasi pada plot TB dan plot B dimana terlihat lubang B₅ menghasilkan nilai tertinggi yaitu sebesar 1,47 cm/menit, lubang B₆ sebesar 1,43 cm/menit, jika dibandingkan rata-rata laju infiltrasi pada plot TB sangatlah rendah untuk nilai TB₁ sendiri sebesar 1,31 cm/menit dan untuk TB₂ sebesar 1,31 cm/menit. Bukan hanya kedua lubang tersebut plot TB memperoleh laju infiltrasi yang rendah akan tetapi, lubang TB₃, TB₄, TB₅ dan TB₆ juga lebih rendah dari plot B, dimana masing-masing

besar nilai yaitu 1,23 cm/menit, 1,39 cm/menit, 1,27 cm/menit dan 1,19 cm/menit sedangkan besar laju infiltrasi pada plot B untuk lubang B₁, B₂, B₃ dan B₄ masing-masing sebesar 1,25 cm/menit, 1,35 cm/menit, 1,25 cm/menit dan 1,39 cm/menit.

Hasil rata-rata laju infiltrasi yang diperoleh plot B setiap pengukuran pada hari pertama sebesar 0,4 cm/menit menjadi sebesar 1,36 cm/menit pada pengukuran ketiga. Hal ini membuktikan bahwa ada terjadi peningkatan laju infiltrasi sebesar 0,93 cm/menit selama 2 minggu atau mengalami peningkatan sebesar 93%. Faktor yang mempengaruhinya yaitu bahan organik yang ada dalam lubang resapan biopori pada plot B mulai terurai sehingga organisme tanah yang ada serta akar tanaman kelapa sawit mulai bereaksi dengan terurainya bahan organik pada lubang tersebut. Faktor yang mempengaruhinya yaitu bahan organik yang ada dalam lubang resapan biopori pada plot B mulai terurai sehingga organisme tanah yang ada serta akar tanaman kelapa sawit mulai bereaksi dengan terurainya bahan organik pada lubang tersebut.

Regresi Laju Infiltrasi Aktual pada Lubang TB dan Lubang B Regresi Laju Infiltrasi Aktual pada Lubang TB

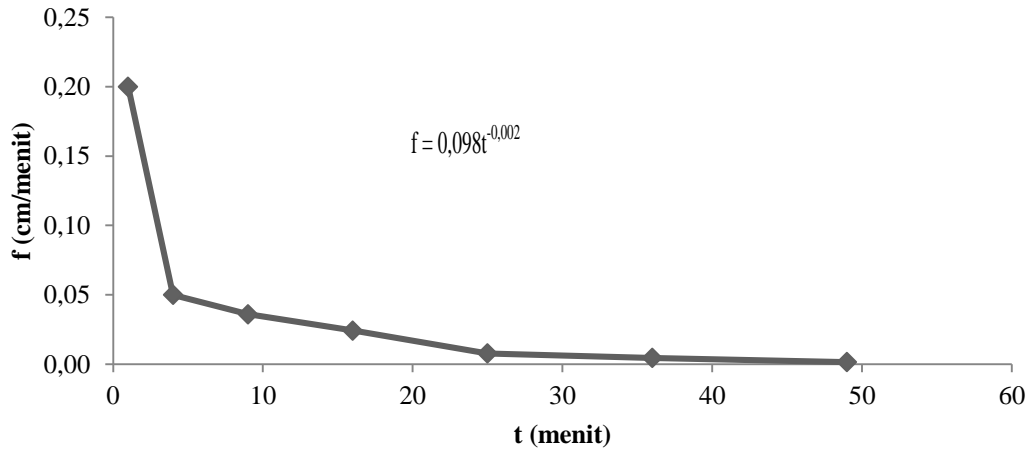
Hasil persamaan dari hubungan laju infiltrasi (f) terhadap waktu (t) pada lubang TB selama pengukuran memperoleh persamaan Kostiakov pada plot TB dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan laju infiltrasi (f) terhadap waktu (t) pada lubang TB di pengukuran Pertama

Regresi Laju Infiltrasi Aktual pada Lubang B

Hasil persamaan dari hubungan laju infiltrasi (f) terhadap waktu (t) pada lubang B selama pengukuran memperoleh persamaan Kostiakov pada plot B dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan laju infiltrasi (f) terhadap waktu (t) pada lubang B di pengukuran pertama

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil simpulan sebagai
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil simpulan adalah laju infiltrasi mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0,93 cm/menit atau mengalami peningkatan sebesar 93% dari pengukuran pertama hingga pengukuran ketiga (selama 2 minggu) pada plot B. Hal ini menunjukkan bahwa lubang resapan biopori mampu meningkatkan laju infiltrasi pada lahan perkebunan kelapa sawit terutama untuk lubang resapan biopori yang diisi dengan pupuk TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit).

Saran

Sebaiknya pengukuran dilakukan pada hari yang sama antar plot TB dan plot B dan penelitian dapat dilakukan lebih lama lagi sehingga bahan organik pada lubang biopori mampu terdekomposisi secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2015. Kota Subulussalam dalam Angka 2015. <https://subulussalamkota.bps.go.id/index.php/publikasi/37>. Diakses tanggal 24 Februari 2017.
- Brata. 2008. Lubang Resapan Biopori untuk Mitigasi Banjir, Kekeringan dan Perbaikan. Prosiding Seminar Lubang Biopori (LBR) dapat Mengurangi Bahaya Banjir di Gedung BPPT, Jakarta.
- Saragih, J. (2014). Sawit Watch. <http://sawitwatch.or.id/2014/04/surat-terbuka-spks-dan-sawit-watch-untuk-uni-eropa/>. Diakses tanggal 01 November 2017.
- Simbolon, T. M. 2015. Kandungan hara tanah dan tanaman karet menghasilkan terhadap pemberian Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan jumlah lubang biopori. Jurnal Online Agroekoteknologi. Medan 3(3) : 984 – 991.
- Suriadi, A dan Nazam M. 2005. Penilaian Kualitas Tanah Berdasarkan Kandungan Bahan Organik (Kasus di Kabupaten Bima). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat. www.ntb.litbang.deptan.go.id/2005/sp/penilaian.doc. Diakses tanggal: 21 Februari 2017.
- Vilanda. 2015. Pengkajian kemiringan lereng terhadap laju infiltrasi di sub DAS Tenggara Kabupaten Bondowoso. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember.