

Kajian Pengaruh Lubang Resapan Biopori (LRB) Terhadap Kapasitas Infiltrasi Pada Perumahan Kencana Damai Kota Palembang

Febrinasti Alia¹⁾, Puteri Kusuma W²⁾, M. Baitullah³⁾, Ananda Gautama⁴⁾

^{1, 2, 3, 4)} Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya

Email: febrinastialia@ft.unsri.ac.id¹⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i1.672>

(Received: December 2021 / Revised: February 2022 / Accepted: February 2022)

Abstrak

Permasalahan banjir di kawasan pemukiman padat penduduk merupakan permasalahan yang sering terjadi di wilayah perkotaan. Salah satu contohnya adalah banjir yang sering terjadi pada perumahan Kencana Damai yang terletak pada Kecamatan Sako, Kelurahan Sukamaju, Kota Palembang. Setiap musim penghujan, genangan atau banjir sering terjadi dengan durasi 2-3 jam. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui kapasitas infiltrasi dan mengetahui seberapa besar efektivitas LRB dalam meningkatkan laju infiltrasi. Dalam pembuatan lubang biopori, diberikan jarak 60 cm (50-100 cm) karena disesuaikan dengan luas lahan yang terbatas. Lubang yang dibuat memiliki kedalaman sekitar 1 m dengan diameter lubang sebesar 4 inch. Kemudian dimasukkan sampah daun kering, dan pengukuran laju infiltrasi dilakukan setelah sampah terdekomposisi selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa sifat fisik dan jenis tanah pada lokasi 1 dan 3 sama yaitu SW (pasir bergradasi baik), sedangkan pada lokasi 2 memiliki jenis tanah SP (pasir bergradasi jelek). Sifat fisik dan jenis tanah ini mempengaruhi kapasitas infiltrasi. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan laju infiltrasi yang besar pada lokasi 1 dan 3 (SW) yaitu 15,588 cm/jam atau 57,86% dan 14,971 cm/jam atau 55,57%. Berbeda dengan laju infiltrasi lokasi 2 dengan jenis tanah SP (pasir bergradasi jelek), kenaikan laju infiltrasi pada lokasi tersebut hanya sebesar 4,435 cm/jam atau 16,46%.

Kata kunci: *karakteristik tanah, LRB, infiltrasi, ekodrainase*

Abstract

The problem of flooding in densely populated residential areas is a problem that often occurs in urban areas. One example is the frequent flooding of Kencana Damai housing estates located in Sako District, Sukamaju Village, Palembang City. Every rainy season, puddles or floods often occur with a duration of 2-3 hours. This study was used to determine the infiltration capacity and to find out how much effective LRB is in increasing the infiltration rate.. In making biopore holes, a distance of 60 cm (50-100 cm) is given because it is adapted to the limited land area. The hole made has a depth of about 1 m with a hole diameter of 4 inches. Then, dry leaf litter was added, and the infiltration rate was measured after the waste had decomposed for 7 days, 14 days, and 28 days. Based on the research conducted, it is known that the physical properties and soil types at locations 1 and 3 are the same, namely SW (good graded sand), while at

location 2 the soil type is SP (poorly graded sand). These physical properties and soil types affect the infiltration capacity. This is evidenced by the large increase in the infiltration rate at locations 1 and 3 (SW), namely 15.588 cm/hour or 57.86% and 14.971 cm/hour or 55.57%. In contrast to the infiltration rate at location 2 with SP soil type (poorly graded sand), the increase in infiltration rate at that location was only 4.435 cm/hour or 16.46%.

Keywords: *soil characteristics, LRB, infiltration, ecodrainage*

1. Latar Belakang

Permasalahan banjir di kawasan pemukiman padat penduduk merupakan permasalahan yang sering terjadi di wilayah perkotaan. Berkurangnya daerah resapan air hujan berimplikasi terhadap peningkatan aliran permukaan yang dapat menimbulkan banjir, berkurangnya potensi air tanah dan pencemaran lingkungan (Kusmawati et al., 2012). Karena keterbatasan lahan maka solusi yang bersifat struktural seperti pembangunan kolam retensi, memperbesar dimensi saluran menjadi sulit untuk dilakukan. Salah satu contohnya adalah banjir yang sering terjadi pada perumahan Kencana Damai yang terletak pada Kecamatan Sako, Kelurahan Sukamaju, DAS Buah Kota Palembang. Setiap musim penghujan, genangan atau banjir sering terjadi dengan durasi 2-3 jam. Hal ini disebabkan karena berkurangnya daerah resapan akibat alih fungsi lahan yang berada di sekitar perumahan Kencana Damai.

Salah satu solusi untuk menerapkan zero runoff di permukiman adalah dengan menggunakan media biopori (Setiawan et al., 2021). Biopori dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan ke dalam lapisan akuifer dangkal (Syahrudin et al., 2019) atau disebut *artificial recharge* (Alfiansyah, 2021) karena bahan organik yang dimasukkan dalam lubang biopori dapat membantu untuk memperluas bidang resapan yang dibangun oleh mikroba dan mikro fauna tanah (Prameswari et al., 2015) selain itu metode ini telah digunakan secara luas untuk manajemen pengendalian banjir karena biaya instalasi yang ekonomis.

LRB juga dapat menjadi solusi pemanfaatan dan pengelolaan sampah organik di daerah perkotaan (Juliandari, 2013). Namun perbedaan jenis dan karakteristik tanah akan sangat menentukan permeabilitas sehingga efektivitas LRB akan berbeda pada tiap lokasi (Nugroho and Hadi, 2019)

Penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik tanah pada lokasi penelitian untuk mengetahui kapasitas infiltrasi dan mengetahui seberapa besar efektivitas LRB dalam meningkatkan laju infiltrasi.

2. Metode Penelitian

2.1 Pengujian Laboratorium terhadap Karakteristik Tanah

Pengujian sampel tanah di laboratorium dengan pengujian kadar air tanah, analisa saringan, berat jenis tanah dan batas-batas Atterberg. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan jenis tanah di lokasi penelitian. Adapun gambar pengujian yang dilakukan seperti pada Gambar 1.



a. Pengujian Analisa Saringan b. Pengujian kadar air dan batas-batas Atterberg c. Pengujian berat jenis

Gambar 1 Pengujian-pengujian karakteristik tanah di laboratorium

Pengujian analisa saringan (a) digunakan untuk menentukan penyebaran (distribusi) butiran tanah dengan menggunakan saringan susun dan kemudian diayak menggunakan mesin pengayak. Sifat suatu tanah banyak ditentukan oleh ukuran butiran dan distribusinya, sehingga dipakai sebagai titik tolak untuk klasifikasi teknis tanah. Pengujian kadar air dan batas Atterberg (b) bertujuan untuk menentukan kadar air didalam sampel tanah pada saat fase tanah akan berubah dari cair ke plastis ataupun sebaliknya. Pengujian berat jenis (c) atau specific gravity digunakan untuk perbandingan berat isi butir tanah dengan berat isi air pada suhu tertentu.

2.2 Pembuatan Lubang Resapan Biopori

Dalam pembuatan lubang resapan biopori, dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan. Pada pembuatan LRB di Perumahan Kencana Damai, dipilih 3 lokasi yang dianggap sering tergenang air. Pada setiap lokasi direncanakan menggunakan tiga buah pipa yang dilubangi sebagai wadah sampah yang akan digunakan. Dalam pembuatan lubang biopori, diberikan jarak 60 cm (50-100 cm) karena disesuaikan dengan luas lahan yang terbatas.



Gambar 2 Lubang-lubang biopori

Lubang yang dibuat memiliki kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman muka air tanah dengan diameter lubang sebesar 4inch (Clothier, B, 2001). Kemudian mulut atau pangkal lubang diperkuat dengan menggunakan paralon. Untuk sampah yang digunakan berupa daun kering. Sampah yang dipilih yaitu daun kering ini karena mengingat daun kering merupakan sampah yang mudah didapat dan tidak terlalu bau. Sampah organik dimasukkan secara berkala pada saat terjadi penurunan volume sampah organik pada LRB. Adapun gambar lubang biopori yang telah dibuat dilapangan pada Gambar 2.

2.3 Pengukuran Laju Infiltrasi

Pada pengukuran laju infiltrasi, dilakukan 2 tahap yaitu pengukuran laju infiltrasi sebelum adanya lubang resapan biopori dan sesudah diterapkannya lubang resapan biopori. Pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda berdasarkan SNI 7752:2012, yaitu:

Persyaratan pengukuran adalah sebagai berikut.

- Lokasi harus dapat dicapai untuk mengangkut peralatan dan perlengkapan. Luas lahan yang diperlukan paling sedikit 2 m kali 2 m;
- Tanah memiliki koefisien permeabilitas (k) antara 10⁻⁶ m/s sampai dengan 10⁻² m/s;
- Titik pengukuran harus datar;
- Tidak boleh terjadi retakan tanah pada saat menancapkan cincin infiltrometer. Jika tanah kering dan kaku harus dibasahi sedikit pada saat menancapkan cincin infiltrometer.

Proses pemasangan cincin infiltrometer mengikuti prosedur pemasangan SNI yang sama. Kemudian diberikan perlakuan yang sama yaitu dengan mengisi air hingga tinggi muka air yang telah ditentukan setelah tiap pencatatan hasil pengukuran. Tinggi muka air pada kedua cincin dijaga agar tetap sama untuk menghindari aliran antar cincin. Infiltrometer dan pipa-pipa biopori juga ditutup guna mengurangi penguapan yang terjadi. Pengukuran juga dilakukan pada kondisi cuaca cerah dan dilakukan pada waktu yang sama. Pengukuran laju infiltrasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengukuran laju infiltrasi dengan Infiltrometer

Analisa laju infiltrasi sebelum dan sesudah penerapan biopori menggunakan metode Horton dalam satuan cm/jam pada 3 lubang tiap lokasi. Hasil yang diperoleh akan digunakan sebagai perbandingan terhadap laju infiltrasi sebelum dan sesudah biopori diterapkan. Kemudian dihitung efektivitas laju infiltrasi setelah penerapan biopori pada ketiga lokasi tersebut.

Model infiltrasi yang akan dipergunakan adalah metode Horton dengan persamaan 1:

$$f = fc + (fo - fc) \cdot e^{-kt} \tag{1}$$

Keterangan:

f = laju infiltrasi (cm/jam)

f₀ = laju infiltrasi awal (cm/jam)

fc = laju infiltrasi konstant (cm/jam)

k = konstanta geofisik

t = waktu (jam)

Kemudian, laju infiltrasi yang telah dihitung menggunakan metode Horton dihitung efektivitas terhadap laju infiltrasi sebelum diterapkan lubang biopori dengan persamaan 2.

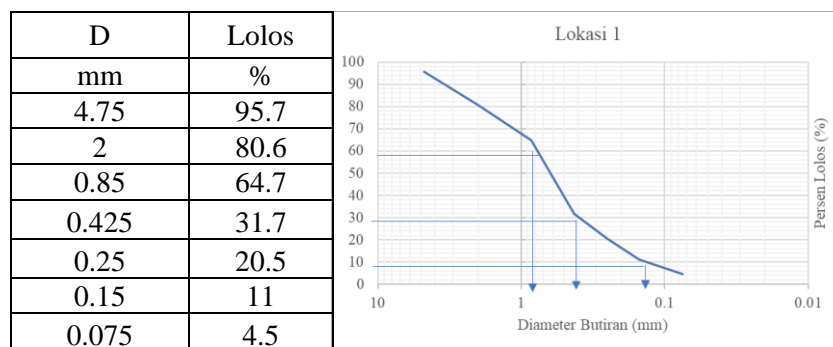
$$Efektivitas = \frac{(Laju\ infiltrasi\ tanpa\ biopori - Laju\ infiltrasi\ dengan\ biopori)}{Laju\ infiltrasi\ tanpa\ biopori} \times 100\% \tag{2}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Laboratorium terhadap Karakteristik Tanah

Setelah data-data pengujian didapatkan, lalu sampel-sampel tersebut dikelompokkan berdasarkan Table klasifikasi tanah sesuai dengan SNI 6371-2015 berikut.

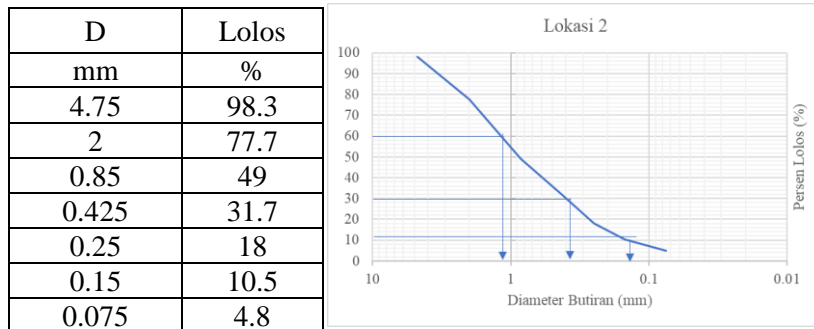
a) Hasil Pengujian Tanah Lokasi 1



Gambar 4 Grafik analisa saringan lokasi 1

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, didapatkan grafik analisa saringan dengan nilai D60 sebesar 0,8; D30 sebesar 0,4; dan D10 sebesar 0,13. Dari data tersebut didapatkan nilai Cu dan Cc masing-masing sebesar 6.15 dan 1.54. Hal ini menunjukkan bahwa tanah pada lokasi 1 adalah tanah SW (Pasir Bergradasi Baik).

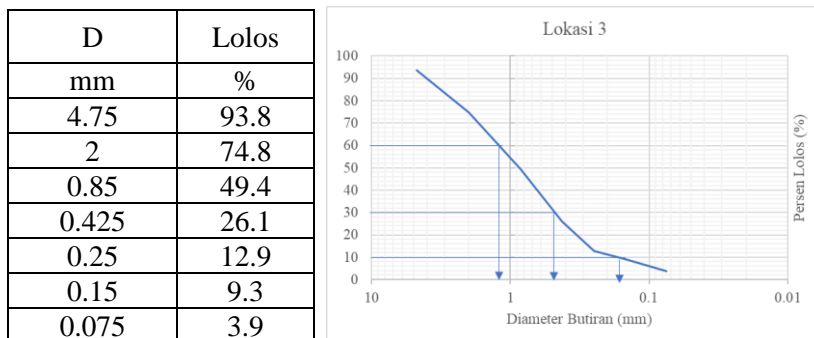
b) Hasil Pengujian Tanah Lokasi 2



Gambar 5 Grafik analisa saringan lokasi 2

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, didapatkan grafik analisa saringan dengan nilai D60 sebesar 1.2; D30 sebesar 0.4; dan D10 sebesar 0.14. Dari data tersebut didapatkan nilai Cu dan Cc masing-masing sebesar 8.57 dan 0.95. Hal ini menunjukkan bahwa tanah pada lokasi 2 adalah tanah SP (Pasir Bergradasi Jelek).

c) Hasil Pengujian Tanah Lokasi 3



Gambar 6 Grafik analisa saringan lokasi 3

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, didapatkan grafik analisa saringan dengan nilai D60 sebesar 1.2; D30 sebesar 0.49; dan D10 sebesar 0.17. Dari data tersebut didapatkan nilai Cu dan Cc masing-masing sebesar 7.06 dan 1.18. Hal ini menunjukkan bahwa tanah pada lokasi 3 adalah tanah SW (Pasir Bergradasi Baik).

3.2 Pengukuran Laju Infiltrasi

Pengukuran Laju Infiltrasi dilakukan tanpa Lubang Resapan Biopori dan dengan Lubang Resapan Biopori.

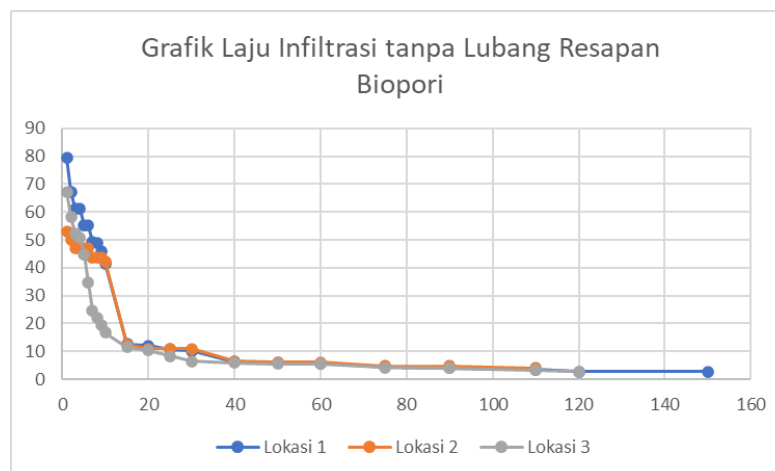
a) Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi tanpa Lubang Resapan Biopori

Pengukuran laju infiltrasi ini dilakukan sebelum dibuat lubang resapan biopori dan belum dimasukkan sampah daun kering. Pengukuran ini bertujuan sebagai

pembandingan hasil pengukuran laju infiltrasi dengan lubang resapan biopori. Adapun hasil pengukuran laju infiltrasi disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 7.

Tabel 1 Data laju infiltrasi tanpa lubang resapan biopori

Waktu Menit	f Horton (cm/jam)		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
1	79.3309	53.0536	67.3516
2	67.2831	50.0128	58.3165
3	61.2406	46.9774	52.288
4	61.1876	46.9366	50.7551
5	55.1612	46.8958	44.7409
6	55.1135	46.8551	34.6359
7	49.1031	43.8335	24.531
8	49.0608	43.7955	21.9496
9	46.0424	43.7576	19.3682
10	41.5426	42.2333	16.7868
15	12.6494	12.4577	11.4885
20	12.0102	10.9378	10.269
25	10.7896	10.8977	8.3291
30	10.1638	10.8577	6.38908
40	6.32232	6.43923	5.91564
50	5.99189	6.11328	5.44886
60	5.6669	6.07694	5.41929
75	4.30059	4.71537	4.14488
90	4.07761	4.67993	4.02125
110	3.39064	4.00007	3.3516
120	2.70367	3.9975	2.68212
150	2.62568	3.8956	2.5495
Rata-rata	29.3526	24.9736	20.9424



Gambar 7 Grafik laju infiltrasi tanpa lubang resapan biopori

Berdasarkan data-data laju infiltrasi tanpa biopori yang tersaji, diperoleh bahwa laju infiltrasi tanpa lubang biopori memiliki nilai laju infiltrasi yang hampir sama. Hal ini dikarenakan jenis tanah pada ketiga lokasi yang mirip. Laju infiltrasi terbesar terjadi pada lokasi 1 yaitu sebesar 29.3526 cm/jam.

b) Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi dengan Lubang Resapan Biopori

Laju infiltrasi ini diukur setelah penerapan lubang resapan biopori. Pengukuran ini dilakukan pada hari ke-7, hari ke-14 dan hari ke-28. Namun pada saat hari ke-14 terjadi hujan lebat sehingga pengukuran ditunda selama 3 hari. Sampah daun kering diganti secara berkala ketika daun kering sebelumnya telah membusuk. Adapun pengukuran laju infiltrasi ini dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

Tabel 2 Data laju infiltrasi dengan lubang resapan biopori lokasi 1

Waktu (Menit)	f Horton (cm/jam)		
	Hari-7	Hari-17	Hari-28
	1	105.454	116.578
2	91.397	96.521	103.044
3	79.356	76.495	88.999
4	69.327	68.462	80.957
5	65.291	62.435	74.920
6	59.270	56.416	66.902
7	57.236	50.407	60.885
8	51.230	48.382	54.877
9	45.233	46.361	46.893
10	41.231	42.358	42.890
15	25.657	38.646	30.875
20	22.020	29.054	24.072
25	18.802	22.675	20.853
30	16.391	17.126	16.486
45	12.357	13.483	15.173
60	9.177	11.067	12.743
75	6.571	8.454	10.243
90	5.767	7.268	8.421
120	3.055	5.218	6.236
150	2.901	5.041	6.047
Rata-Rata	39.386	41.122	45.231

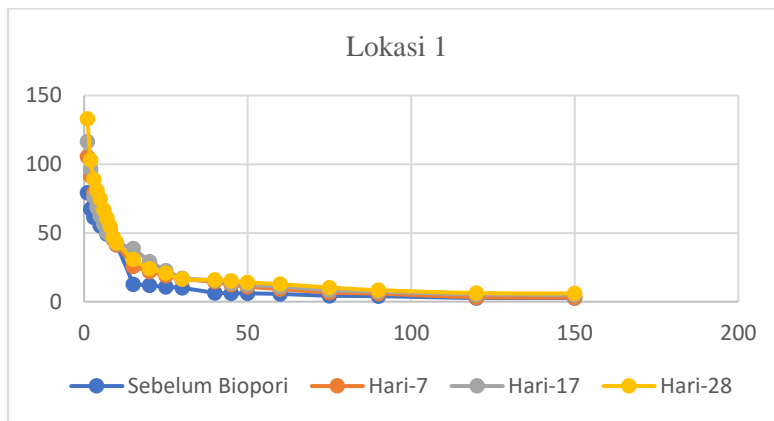
Tabel 3 Data laju infiltrasi dengan lubang resapan biopori lokasi 2

Waktu (t)	f Horton (cm/jam)		
	Hari-7	Hari-17	Hari-28
	1	67.256	80.121
2	61.193	68.066	78.663
3	55.143	56.0111	70.593
4	47.118	52.993	64.534

5	41.099	52.498	62.465
6	35.0806	51.896	60.3957
7	29.0619	50.756	42.492
8	26.579	45.843	40.578
9	24.736	43.738	32.506
10	23.472	40.805	30.493
15	14.303	28.200	19.724
20	13.055	24.149	17.274
25	12.598	20.138	14.8252
30	10.987	18.495	9.590
45	6.139	7.040	6.507
60	3.819	6.340	5.696
90	2.593	4.208	5.525
120	2.491	4.147	5.307
Rata-Rata	26.485	36.414	36.440

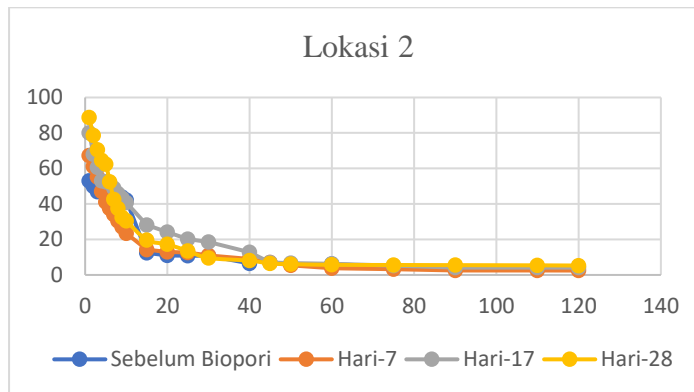
Tabel 4 Data laju infiltrasi dengan lubang resapan biopori lokasi 3

Waktu (Menit)	f Horton (cm/jam)		
	f Horton		
	Hari-7	Hari-17	Hari-28
1	123.369	133.908	144.879
2	95.317	99.863	116.805
3	79.280	79.836	82.795
4	73.237	71.804	78.740
5	67.204	65.775	72.701
6	61.180	63.738	66.672
7	55.166	59.714	60.654
8	51.148	53.706	54.645
9	45.152	39.755	42.693
10	39.165	31.782	34.727
15	28.738	25.735	29.853
20	23.906	19.334	22.267
25	18.327	16.516	17.878
30	15.135	13.716	14.306
45	10.728	9.568	13.392
60	8.584	7.551	11.233
75	6.113	5.954	8.877
90	4.569	4.890	7.444
120	2.921	2.273	5.767
150	2.768	2.198	5.639
Rata-Rata	40.600	42.390	44.598

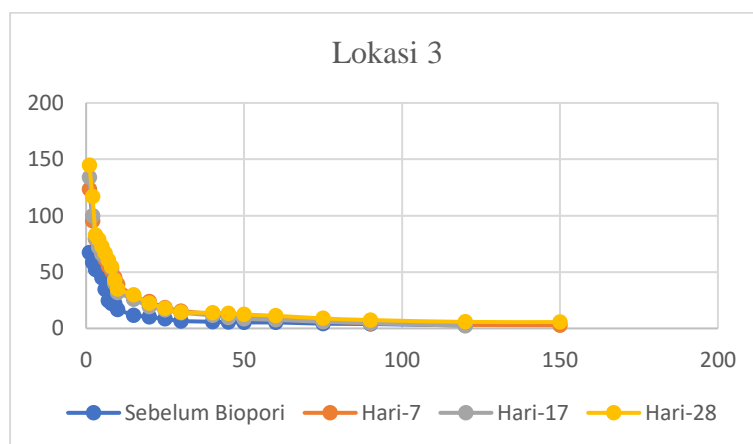


Gambar 8 Grafik perbandingan laju infiltrasi sebelum dan sesudah penerapan biopori pada Lokasi 1.

Berdasarkan data laju infiltrasi dengan biopori, diperoleh bahwa laju infiltrasi dengan lubang biopori setiap lokasi memiliki nilai yang terus meningkat.



Gambar 9 Grafik perbandingan laju infiltrasi sebelum dan sesudah penerapan biopori pada Lokasi 2



Gambar 10 Grafik perbandingan laju infiltrasi sebelum dan sesudah penerapan biopori pada Lokasi 3.

Peningkatan laju infiltrasi terjadi diakibatkan oleh faktor kelembaban, faktor aerasi, serta lamanya pengomposan yang mempengaruhi aktivitas dekomposisi oleh mikroorganisme (Juliandari, 2013).

Setelah didapatkan data laju infiltrasi tanpa dan dengan lubang resapan biopori di ketiga lokasi, maka laju infiltrasi dapat dibandingkan. Berikut merupakan grafik perbandingan antara laju infiltrasi sebelum dan sesudah penerapan biopori.

Laju infiltrasi sebelum adanya biopori adalah 29.3526 cm/jam, sedangkan setelah adanya biopori terdapat perbedaan kenaikan laju infiltrasi pada ketiga lokasi. Kenaikan laju infiltrasi pada lubang biopori lokasi 1 sebesar 14.971 cm/jam atau 55.57%

Laju infiltrasi sebelum adanya biopori adalah 24.9736 cm/jam, sedangkan setelah adanya biopori terdapat perbedaan kenaikan laju infiltrasi pada ketiga lokasi. Kenaikan laju infiltrasi pada lokasi 2 yaitu sebesar 4.435 cm/jam atau 16.46%.

Laju infiltrasi sebelum adanya biopori adalah 20.9424 cm/jam, sedangkan setelah adanya biopori terdapat perbedaan kenaikan laju infiltrasi pada ketiga lokasi. Kenaikan laju infiltrasi paling besar terjadi pada lokasi 3 yaitu sebesar 15.588 cm/jam atau 57.86%.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa sifat fisik dan jenis tanah pada lokasi 1 dan 3 sama yaitu SW (pasir bergradasi baik), sedangkan pada lokasi 2 memiliki jenis tanah SP (pasir bergradasi jelek). Sifat fisik dan jenis tanah ini mempengaruhi kapasitas infiltrasi. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan laju infiltrasi yang besar pada lokasi 1 dan 3 (SW) yaitu 15.588 cm/jam atau 57.86% dan 14.971 cm/jam atau 55.57%. Berbeda dengan laju infiltrasi lokasi 2 dengan jenis tanah SP (pasir bergradasi jelek), kenaikan laju infiltrasi pada lokasi tersebut hanya sebesar 4.435 cm/jam atau 16.46%.

4.2 Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai LRB dengan variasi jenis sampah yang berbeda-beda dan penambahan bioaktifator dalam meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, karena berhasilnya biopori bergantung dari beberapa faktor yang mempengaruhi seperti jenis sampah, umur sampah, jenis tanah, level muka air tanah, dan lain-lain. Sebaiknya juga melakukan pengukuran dengan sangat teliti, karena jika terjadi kesalahan pembacaan alat ukur sedikit saja, bisa menyebabkan kesalahan fatal pada perhitungan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian/publikasi ini dibiayai oleh: Dana PNPB Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2021. Nomor SP DIPA 023.17.2.677515/2021, tanggal 23 November 2020, sesuai dengan SK Rektor 0315/UN9.FT/TU.SK/2021 tanggal 05 Mei 2021.

Daftar Kepustakaan

- Alviansyah A., 2021. Efektifitas Pemanfaatan Sumur Resapan dan Biopori sebagai Artificial Recharge untuk Meresapkan Air Hujan ke dalam Lapisan Akuifer Dangkal pada DAS Batang Kuranji Kota Padang. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/111708>
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata cara pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda, SNI 7752:2012
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. Tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dengan sistem klasifikasi unifikasi tanah (ASTM D 2487-06, MOD)
- Clothier, B. 2001. Infiltration. Hal. 237-277. In Soil and Environmental Analyses: Physical methods. In Smith et al. (Eds.). Marcel Dekker, Inc. United States of America.
- Juliandari, M., 2013. Efektivitas Lubang Resapan Biopori Terhadap Laju Resapan (Infiltrasi). J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah 1. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.3441>
- Kusmawati, T., Kusmiyarti, T.B., Gunasih, M.T., Bhayunagiri, I.B.P., Susila, K.D., Sutari, N.W.S., 2012. Penerapan Inovasi Teknologi Lubang Resapan Biopori Untuk Menjaga Ekosistem Tanah Daerah Rawan Banjir Di Banjar Wirasatya, Denpasar Selatan 11, 5.
- Nugroho, S., Hadi, W., 2019. Application Of Bio-Pore Infiltration Hole As An Urban Runoff Management. Iptek J. Proc. Ser. 0, 324. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2019i5.6348>
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan.
- Prameswari, D., Supriyanto, S., Saharjo, B.H., Wasis, B., Pamoengkas, P., 2015. Aplikasi Lubang Resapan Biopori Dan Cross Drain Untuk Rehabilitasi Di Jalan Sarad. J. Penelit. Hutan Dan Konserv. Alam 12, 177–189. <https://doi.org/10.20886/jphka.2015.12.2.177-189>
- Setiawan, E., Sasmito, S., Sulistiyono, H., Widianty, D., Hidayat, S., 2021. Zero Runoff Dan Konservasi Air Tanah Melalui Pemanfaatan Paving Block Biopori Di Kawasan Permukiman. J. Pepadu 2, 18–31. <https://doi.org/10.29303/jurnalpepadu.v2i1.287>
- Syahrudin, M.H., Amiruddin, Halide, H., Sakka, Makhrani, 2019. Groundwater Conservation With Hole Infiltration Of Biopore Cube. Iop Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 279, 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/279/1/012021>

Copyright (c) Febrinasti Alia, Puteri Kusuma W, M. Baitullah, Ananda Gautama