

PENGARUH BIOPORI TERHADAP INFILTRASI DAN LIMPASAN PADA TANAH LANAU BERPASIR

Rica Purnomo Sari¹⁾, Siti Qomariyah²⁾, Sobriyah³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln. Ir. Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : eunikerica.icha@gmail.com

Abstract

Water resources had an importance role for human, animal and plant. The balance between fulfillment of water needs, utilization and the existence of water resources must be considered. Although the amount of water is constant, the availability of groundwater can change if water cycle disturbed. The form of management environment that easy to do is required to solve this problem. This can be done by using existing technology such as Biopore Infiltration Hole. Purpose of this study is to determine the effect of biopore on infiltration and runoff on silty sand soil with rainfall intensity variable, amount of biopore, and slope. The method that be used is experimental method in laboratory using rainfall simulator. Variable that be used is rainfall intensity (uniform heavy, heavy on the upstream, heavy on the downstream), amount of biopore (0,6,12), and slope (0°, 3°). Based on the result, the highest volume of infiltration on the amount biopore 12, slope 0°, and heavy on the upstream rainfall intensity that is 1.67 liters. The highest volume of runoff on the amount of biopore 0, slope 3°, and heavy on the downstream rainfall intensity that is 51.29 liters. Variations in the amount of biopori have more dominant effect than variations in slope and rainfall intensity.

Keyword : biopore, infiltration, runoff, rainfall intensity, slope.

Abstract

Sumberdaya air mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan hidup, pemanfaatan serta keberadaan sumber daya air perlu diperhatikan. Meskipun jumlah air tidak berubah, tetapi ketersediaan air di dalam tanah dapat berubah jika siklus air terganggu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan bentuk penanganan lingkungan yang dapat dilakukan dengan mudah. Hal ini dapat dilakukan antara lain dengan memanfaatkan teknologi yang telah ada seperti Lubang Resapan Biopori (LRB). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh biopori terhadap infiltrasi dan limpasan pada tanah pasir berlanau dengan peubah intensitas hujan, jumlah biopori, dan kemiringan lahan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental di laboratorium dengan menggunakan alat *rainfall simulator*. Peubah yang digunakan adalah intensitas hujan (deras merata, deras di hulu, deras di hilir), jumlah biopori (tanpa biopori, 6, 12), dan kemiringan lahan (0°, 3°). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan volume infiltrasi terbanyak pada jumlah biopori 12, kemiringan lahan 0°, dan intensitas hujan deras di hulu sebesar 1.67 liter. Volume limpasan terbanyak pada jumlah biopori 0, kemiringan 3°, dan intensitas hujan deras di hilir sebesar 51.29 liter. Variasi jumlah biopori berpengaruh lebih dominan daripada variasi kemiringan dan intensitas hujan.

Kata kunci : biopori, infiltrasi, limpasan, intensitas hujan, kemiringan lahan.

PENDAHULUAN

Sumberdaya air mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan hidup, pemanfaatan serta keberadaan sumber daya air perlu diperhatikan. Meskipun jumlah air tidak berubah, tetapi ketersediaan air di dalam tanah dapat berubah jika siklus air terganggu.

Permasalahan yang sering terjadi dalam pengelolaan sumberdaya air pada suatu wilayah diantaranya adalah perubahan tata guna tanah di daerah resapan akibat pembangunan untuk pengembangan permukiman, industri, dan fasilitas perkotaan. Pesatnya pembangunan fisik dari pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi, pertumbuhan ekonomi, dan perkembangan pariwisata yang pesat, tutupan lahan oleh bangunan-bangunan kedap air (beton, aspal, dan sejenisnya) akan menyebabkan berkurangnya resapan air hujan ke dalam tanah dan bertambah besarnya larian permukaan (*surface run off*). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan bentuk penanganan lingkungan yang dapat dilakukan dengan mudah. Hal ini dapat dilakukan antara lain dengan memanfaatkan teknologi yang telah ada seperti Lubang Resapan Biopori (LRB).

Teknologi ini tergolong murah, mudah dan cukup berguna dalam pemanfaatan serta penyimpanan sumber daya air dan mampu meningkatkan daya dukung lingkungan. Teknologi lubang resapan biopori (LRB) dikembangkan berdasarkan prinsip menjaga kesehatan ekosistem tanah untuk mendukung keanekaragaman hayati dalam tanah oleh tersedianya cukup air, udara dan sumber makanan (bahan organik). Lubang resapan biopori dibuat dengan menggali lubang kecil ke dalam tanah untuk memudahkan pemasukan air, oksigen, dan sampah organik.

Perpindahan air dari atas ke dalam permukaan tanah baik secara vertikal maupun secara horizontal disebut infiltrasi. Infiltrasi berubah-ubah sesuai dengan intensitas curah hujan. Akan tetapi setelah mencapai limitnya, banyaknya infiltrasi akan berlangsung terus sesuai dengan kecepatan absorpsi setiap tanah. Pada tanah yang sama kapasitas infiltrasinya berbeda-beda. Sehingga besarnya pengaruh adanya biopori terhadap infiltrasi akan diteliti

dalam sebuah simulasi atau pemodelan dengan menggunakan alat *rainfall simulator*. Dengan latar belakang ini, sangat menarik untuk dilakukan penelitian atau studi terhadap potensi peresapan air hujan dalam rangka konservasi air tanah.

LANDASAN TEORI

Hujan merupakan komponen yang paling penting pada proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) dialihragamkan menjadi aliran di sungai baik melalui limpasan permukaan (*surface run off*), aliran antara (*subsurface flow*) atau sebagai aliran air tanah (*ground water*) (Sri Harto Br, 1993).

Hujan yang jatuh mempunyai intensitas yang tidak sama di tiap daerah. Curah hujan atau *input* ditentukan oleh intensitas, lama waktu (durasi), dan distribusi curah hujan (Soemarto, 1987). *Input* ini masuk ke dalam sistem DAS dimana terjadi beberapa proses seperti infiltrasi, perkolasi, evapotranspirasi, dan sebagian lain akan menjadi limpasan dan mengalir sebagai *output*. Hujan yang jatuh tidak semuanya menjadi infiltrasi, hujan sisa (*excess rainfall*) merupakan fungsi perkalian dari suatu koefisien limpasan (c) dengan hujan (I). Nilai koefisien limpasan merupakan fungsi hubungan hujan dengan infiltrasi (Pilgrim, 1992).

Hubungan antara resapan dengan variasi kemiringan tanah adalah berbanding terbalik, resapan akan menurun jika kemiringan tanah ditambah. (Arfan dan Pratama, 2012)

Biopori merupakan ruangan atau pori dalam tanah yang dibentuk oleh berbagai aktifitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap, dan fauna tanah lainnya (kompasiana.com, 2013).

Bentuk biopori menyerupai liang (terowongan kecil) di dalam tanah dan bercabang-cabang dan sangat efektif untuk menyalurkan air dan udara ke dalam tanah. Liang pori terbentuk oleh adanya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman, serta aktivitas fauna tanah seperti cacing tanah, rayap dan semut di dalam tanah. (Brata, 2011).

Biopori adalah ruangan atau pori-pori dalam tanah yang dibentuk secara alami dengan adanya aktivitas makhluk hidup di dalam tanah seperti, akar tanaman, cacing, rayap dan mikroorganisme lainnya (erabaru.or.id, 2008).

Dari ketiga pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa biopori merupakan ruangan dalam tanah yang bentuk akibat berbagai aktifitas makhluk hidup tanah, seperti cacing, rayap, dan fauna tanah lainnya.

Analisis tanah menggunakan rumus-rumus umum seperti berikut:

1. Berat Jenis Tanah

$$G_s = \frac{(W_3 - W_1)}{(W_2 - W_1)t_1 - (W_4 - W_3)t_2} \dots\dots\dots [1]$$

dimana,

- G_s = berat jenis butir tanah
- W_1 = berat piknometer kosong (gram)
- W_2 = berat piknometer + sampel kering (gram)
- W_3 = berat piknometer + sampel + aquades (gram)
- W_4 = berat piknometer + aquades jenuh (gram)
- t_1 = faktor koreksi pada suhu T_1 ($^{\circ}C$)
- t_2 = faktor koreksi pada suhu T_2 ($^{\circ}C$)

2. Angka Porositas

$$n = \left(1 - \frac{1}{G_s} \right) \dots\dots\dots [2]$$

dimana,

- G_s = berat jenis butir tanah
- n = Porositas

Untuk analisis biopori menggunakan rumus-rumus umum:

1. Ketinggian Rata-Rata Manometer

$$h^* = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{20}}{n} \dots\dots\dots [3]$$

dimana,

- h^* : ketinggian rata-rata manometer (mm)
- h_1, h_2, \dots, h_{20} : ketinggian air pada manometer (mm)
- n : jumlah manometer (20 buah)

2. Volume Infiltrasi

$$V = \Delta h \times n \times A \dots\dots\dots [4]$$

V : volume infiltrasi yang terjadi (mm³)

Δh : infiltrasi yang terjadi (mm) diambil dari selisih ketinggian manometer saat h_n dan h_{n-1} , dengan catatan $h_{n-1} < h_n$, $h_n - h_{n-1}$ (jika hasilnya negatif, ditulis nol yang berarti tidak ada infiltrasi)

n : angka porositas

A : luas catchment area (mm²)

3. Besarnya Laju Infiltrasi

$$f = \frac{V}{A} \dots\dots\dots [5]$$

dimana,

f : laju infiltrasi (mm/mnt)

V : volume infiltrasi (mm³)

A : luas catchment area (mm²)

METODOLOGI

Tahapan pengujian:

1. Pengujian berat jenis tanah

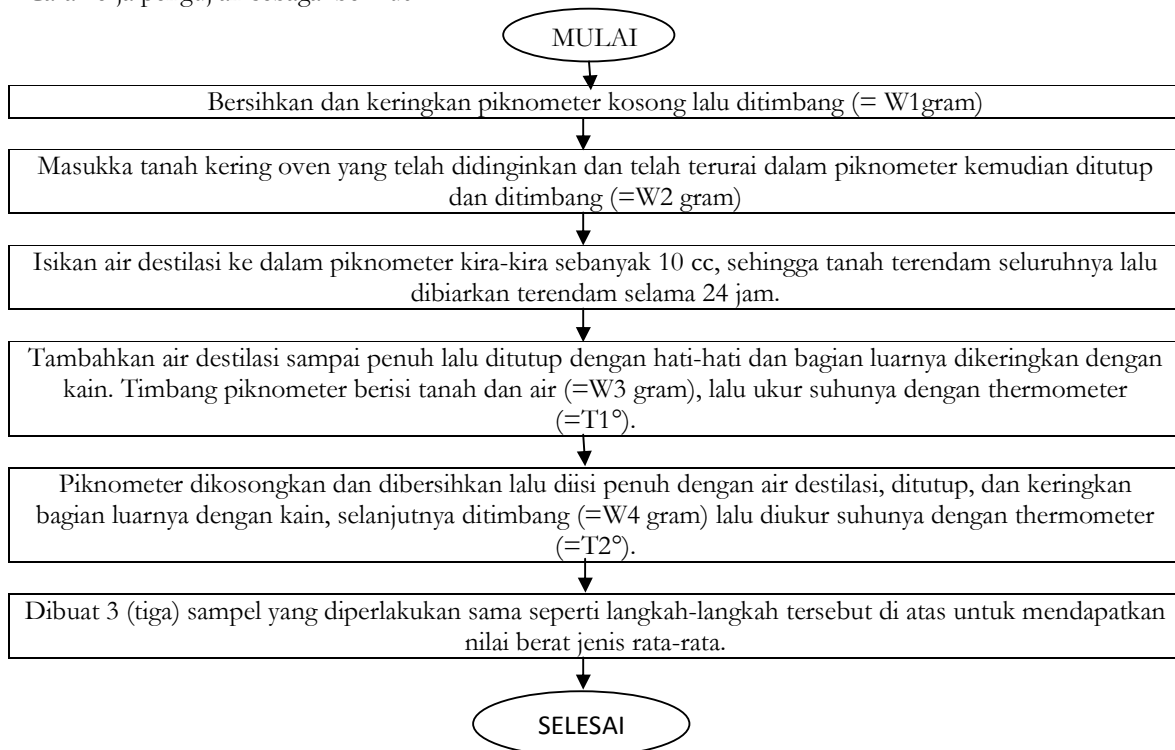
Peralatan yang digunakan yaitu:

- | | |
|------------------------|---|
| a. Termometer | e. Piknometer, dengan kapasitas 50 cc atau lebih. |
| b. Cawan tahanan karat | f. Ayakan |
| c. Pemukul berkepala | g. Mangkok |
| d. Oven listrik | h. Timbangan |

Bahan yang digunakan yaitu:

- | | |
|----------------------|------------------|
| a. Tanah kering oven | b. Air destilasi |
|----------------------|------------------|

Cara kerja pengujian sebagai berikut:



2. Pengujian biopori

Peralatan yang digunakan yaitu:

- | | | |
|--|------------|--------------------|
| a. Rainfall Simulator dimensi bak 200 × 100 cm | e. Isolasi | j. Alat Tulis |
| b. Stopwatch | f. Gunting | k. Selang |
| c. Gelas ukur | g. Ember | l. Compressor |
| d. Penggaris | h. Cetok | m. Tang |
| | i. Karung | n. Gergaji Peralon |

- o. Alat solder
- p. Spons

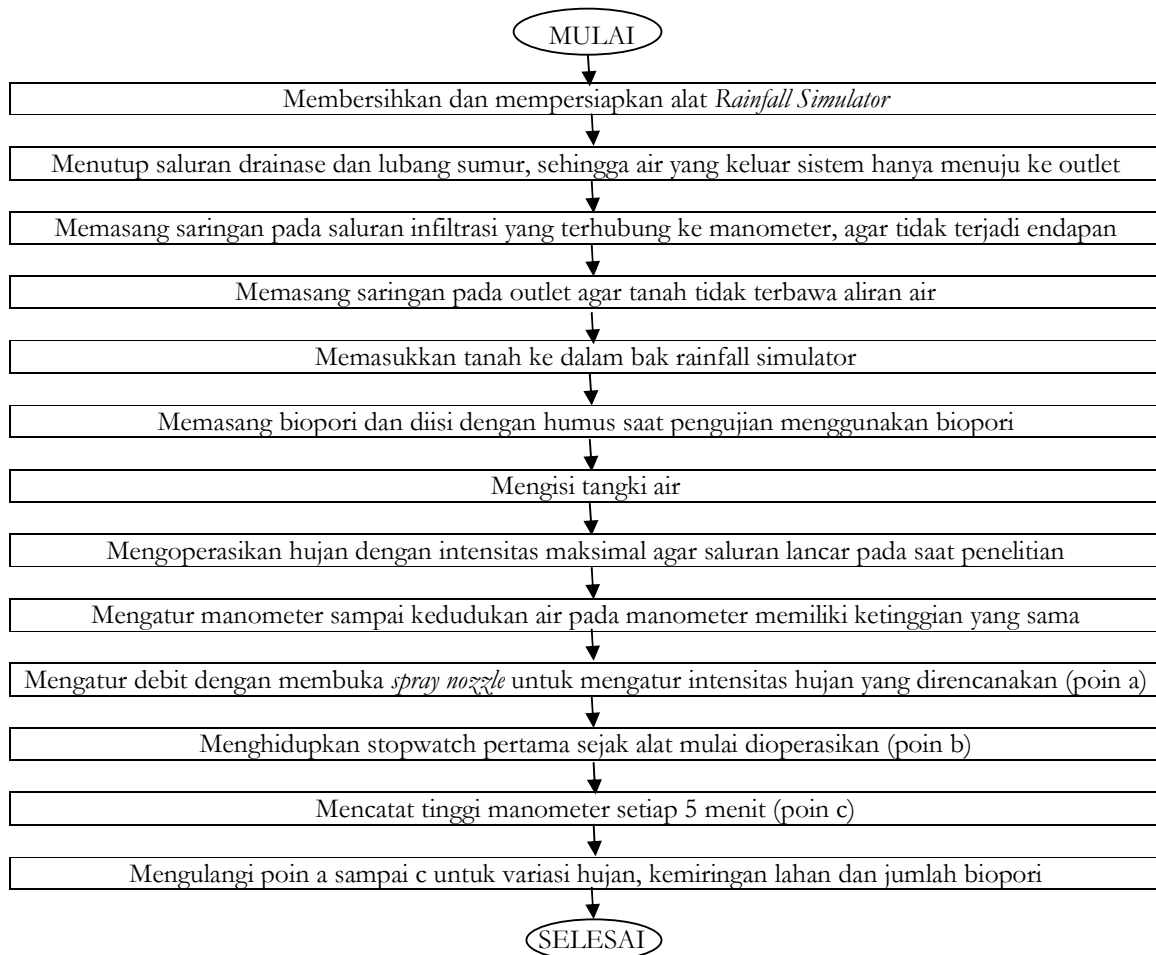
- q. Meteran
- r. Baskom

- s. Filter

Bahan yang digunakan yaitu:

- a. Tanah uji
- b. Air bersih
- c. Saringan
- d. Humus dari bahan organik
- e. Pipa untuk pembuatan biopori dengan diameter 1,25cm dan panjang 10 cm.

Cara kerja pengujian sebagai berikut:



ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Berat jenis tanah dan angka porositas, dari hasil laboratorium didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Berat jenis tanah

Data	1	2	3
Berat piknometer kosong (W_1) gr	27.48	26.8	28.47
Berat piknometer + aquades (W_2) gr	77.16	76.4	78.75
Berat piknometer + sample kering (W_3) gr	44.43	43.77	45.42
Berat piknometer + sample kering + aquades (W_4) gr	84.7	84.09	86.71
t_1 = temperature of W_3	29	29	29
t_2 = temperature of W_4	28	28	28
Faktor koreksi pada suhu T_1	1.004	1.004	1.004
Faktor koreksi pada suhu T_2	1.00374	1.00374	1.00374
$GS = (W_3 - W_1) / ((W_2 - W_1)T_1 - (W_4 - W_3)T_2)$	1.7921	1.8193	1.8757
GS rata-rata		1.8290	

Angka porositas dihitung dengan persamaan [2] sebagai berikut

$$n = \left(1 - \frac{1}{Gs}\right) = \left(1 - \frac{1}{1.829}\right) = 0.4533$$

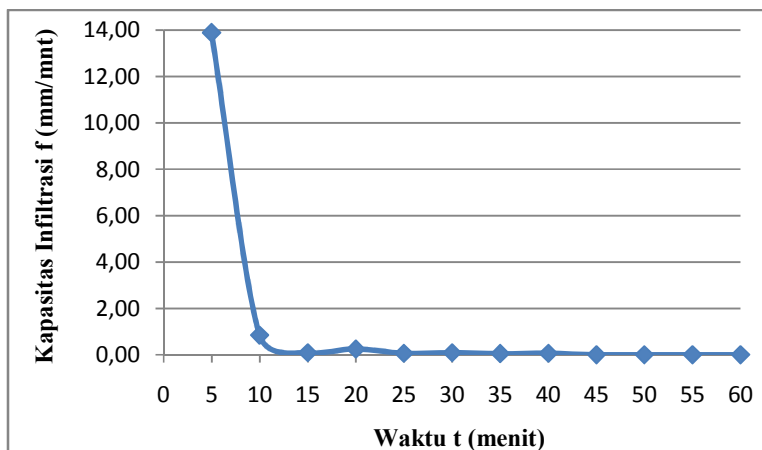
Contoh perhitungan infiltrasi yang diambil dengan intensitas hujan deras merata, kemiringan lahan 0°, dan tanpa biopori

Tabel 2. volume infiltrasi dengan intensitas hujan deras merata, kemiringan lahan 0°, dan tanpa biopori

N	t (menit)	Tinggi Manometer (mm)									h* (mm)	V (mm ³)	f (mm/mnt)
		10	10	10	10	...	17	18	19	20			
1	0	10	10	10	10	...	10	10	10	10	10		
2	5	33	36	44	45	...	45	46	54	34	40.65	27785209.78	13.89
3	10	36	38	44	45	...	46	48	54	36	42.5	1677084.44	0.84
4	15	36	38	44	45	...	46	47	54	39	42.7	181306.43	0.09
5	20	36	38	44	45	...	46	48	56	41	43.25	498592.67	0.25
Lanjutan dari table di atas													
6	25	36	38	45	45	...	46	48	56	42	43.4	135979.82	0.07
7	30	36	38	45	45	...	46	48	56	44	43.6	181306.43	0.09
8	35	36	38	45	45	...	46	48	56	45	43.7	90653.21	0.05
9	40	36	38	45	45	...	47	48	56	45	43.85	135979.82	0.07
Jumlah												15.34 mm	

Volume infiltrasi dihitung dengan mengalikan besarnya infiltrasi rata-rata dengan luas *catchment area*.

Volume infiltrasi = — × 2 = 0.767 liter



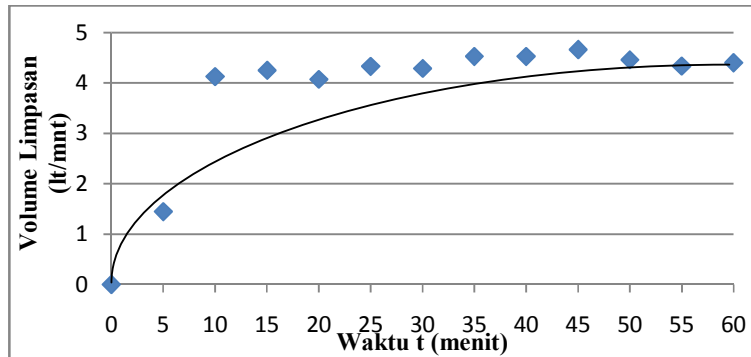
Gambar 1. Grafik infiltrasi pada intensitas hujan deras merata, kemiringan lahan 0°, dan tanpa biopori

Contoh perhitungan limpasan dengan jumlah biopori 12, kemiringan lahan 0°, hujan deras merata

Tabel 3. Limpasan pada intensitas hujan deras merata, kemiringan lahan 0°, dan tanpa biopori

No	Waktu (menit)	sebelum kalibrasi (liter/mnt)	Setelah kalibrasi (liter/mnt)
1	0	0	0
2	5	1.6	1.45
3	10	4.56	4.13
4	15	4.7	4.25
5	20	4.5	4.07
6	25	4.78	4.33
7	30	4.74	4.29
8	35	5	4.53
9	40	5	4.53
10	45	5.15	4.66
11	50	4.93	4.46
12	55	4.79	4.33

13	60	4.86	4.40
Jumlah		49.42 liter	



Gambar 2. Grafik limpasan pada intensitas hujan deras merata, kemiringan lahan 0°, dan tanpa biopori

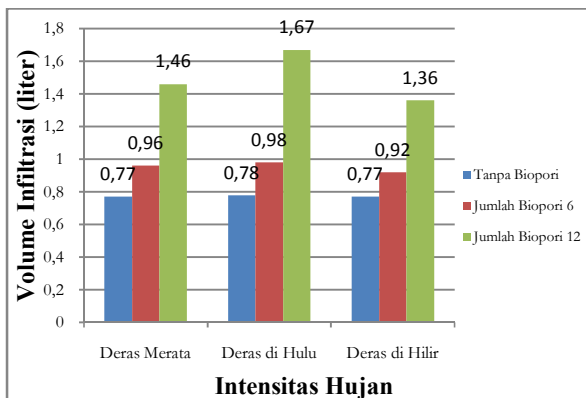
Dari perhitungan di dapat volume

- Volume Hujan = 60 Liter
- Volume Infiltrasi = 0.767 Liter
- Volume Limpasan = 49.42 Liter

Volume yang dihasilkan diperoleh dalam waktu 60 menit

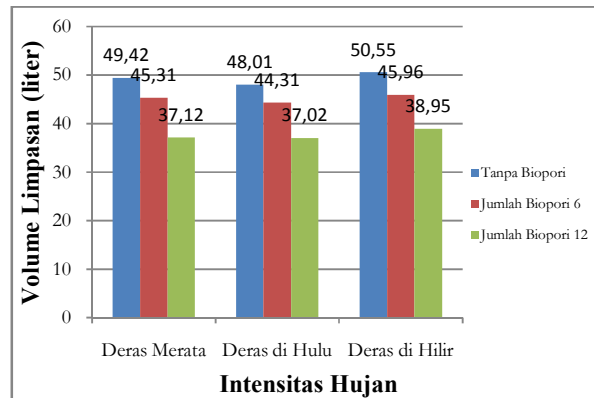
Dengan prosedur analisis yang sama, hasil infiltrasi dan limpasan pada intensitas hujan, kemiringan lahan, dan jumlah biopori lain

Perbandingan pengaruh biopori terhadap kemiringan lahan

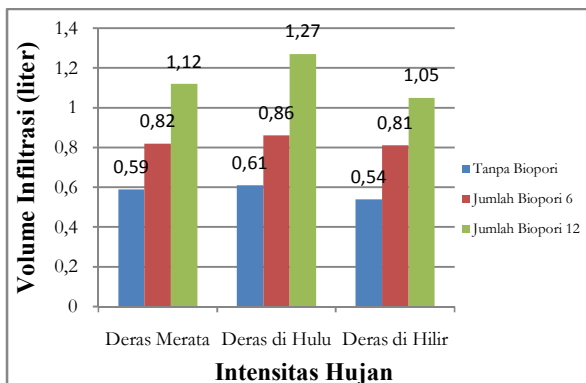


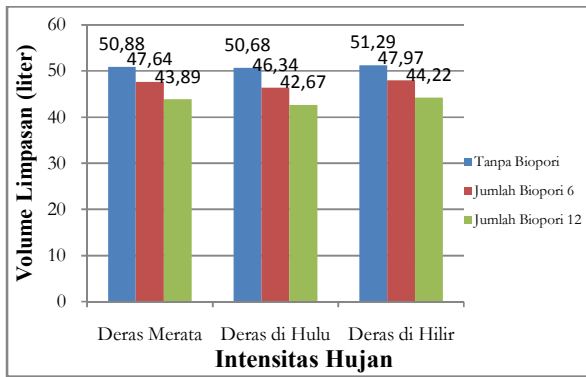
Gambar 3. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada kemiringan lahan 0°

Gambar 4. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada kemiringan lahan 3°



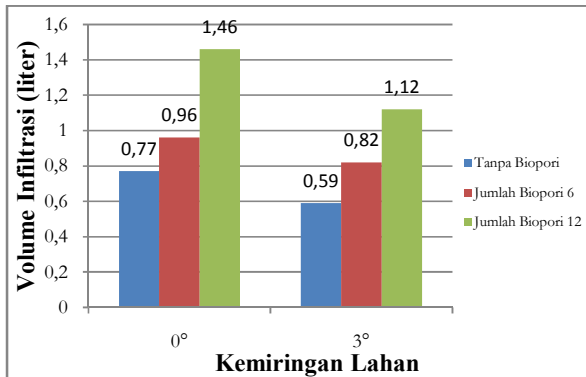
Gambar 5. Grafik pengaruh biopori terhadap volume limpasan pada kemiringan 0°



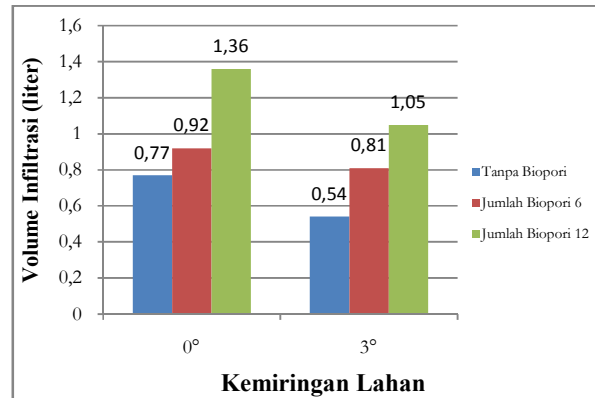


Gambar 6. Grafik pengaruh biopori terhadap volume limpasan pada kemiringan 3°

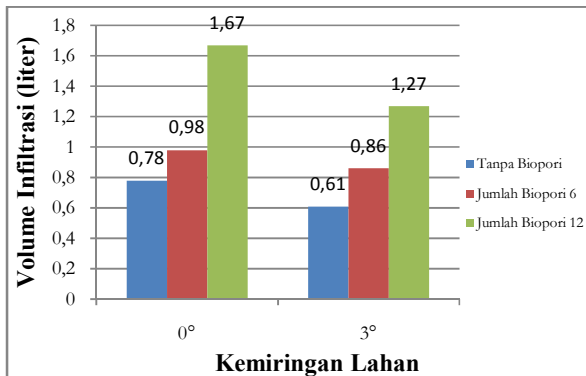
Perbandingan pengaruh biopori terhadap variasi intensitas hujan



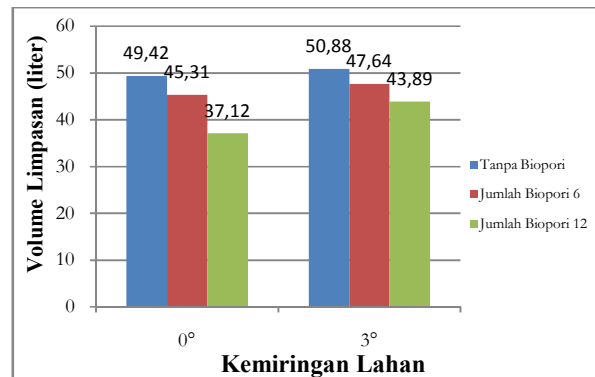
Gambar 7. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada intensitas hujan deras merata



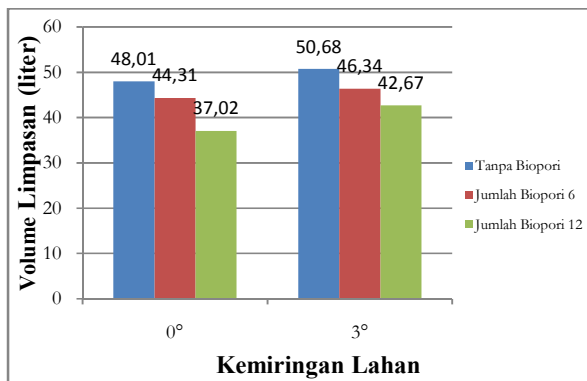
Gambar 9. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada intensitas hujan deras di hulu



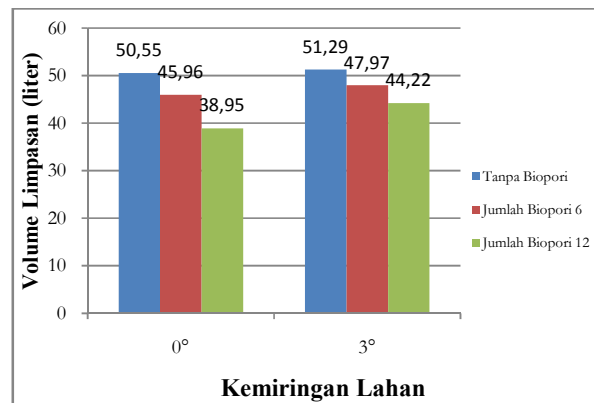
Gambar 8. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada intensitas hujan deras di hilir



Gambar 10. Grafik pengaruh biopori terhadap volume limpasan pada intensitas hujan deras merata



Gambar 11. Grafik pengaruh biopori terhadap volume limpasan pada intensitas hujan deras di hulu



Gambar 12. Grafik pengaruh biopori terhadap volume limpasan pada intensitas hujan deras di hilir

SIMPULAN

- Pengaruh jumlah biopori terhadap volume infiltrasi dengan variasi intensitas hujan pada kemiringan lahan 0°. Penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori sebesar 19.48% sampai 25.64%, sedangkan penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 76.62% sampai 114.1%.
 - Pengaruh jumlah biopori terhadap volume infiltrasi dengan variasi intensitas hujan pada kemiringan lahan 3°. Penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori sebesar 38.98% sampai 50%, sedangkan penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 89.83% sampai 108.2%.
- Pengaruh jumlah biopori terhadap volume infiltrasi dengan variasi kemiringan lahan pada intensitas hujan deras merata. Penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori sebesar 24.68% sampai 38.98%, sedangkan penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 89.61% sampai 89.83%.
 - Pengaruh jumlah biopori terhadap volume infiltrasi dengan variasi kemiringan lahan pada intensitas hujan deras di hulu. Penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori sebesar 25.64% sampai 40.98%, sedangkan penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 108.1% sampai 114.2%.
 - Pengaruh jumlah biopori terhadap volume infiltrasi dengan variasi kemiringan lahan pada intensitas hujan deras di hilir. Penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori sebesar 19.48% sampai 50%, sedangkan penambahan volume infiltrasi pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 76.62% sampai 94.44%.
- Pengaruh jumlah biopori terhadap volume limpasan dengan variasi intensitas hujan pada kemiringan lahan 0°. Pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori volume limpasan berkurang sebesar 9.08% sampai 7.71%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori jumlah volume limpasan berkurang sebesar 24.89% sampai 22.89%.
 - Pengaruh jumlah biopori terhadap volume limpasan dengan variasi intensitas hujan pada kemiringan lahan 3°. Pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori volume limpasan berkurang sebesar 8.56% sampai 6.37%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori jumlah volume limpasan berkurang sebesar 15.81% sampai 13.74%.
- Pengaruh jumlah biopori terhadap volume limpasan dengan variasi kemiringan lahan pada intensitas hujan deras merata. Pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori volume limpasan berkurang sebesar 8.32% sampai 6.37%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori jumlah volume limpasan berkurang sebesar 24.89% sampai 13.74%.
 - Pengaruh jumlah biopori terhadap volume limpasan dengan variasi kemiringan lahan pada intensitas hujan deras di hulu. Pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori volume limpasan berkurang sebesar 8.56% sampai

7.71%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori jumlah volume limpasan berkurang sebesar 22.89% sampai 15.81%.

c. Pengaruh jumlah biopori terhadap volume limpasan dengan variasi kemiringan lahan pada intensitas hujan deras di hilir. Pada jumlah biopori 6 dan tanpa biopori volume limpasan berkurang sebesar sebesar 9.08% sampai 6.47%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori jumlah volume limpasan berkurang sebesar 22.95% sampai 13.78%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Siti Qomariyah, M.Sc dan Prof. Dr. Ir. Sobriyah, MS yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Arfan, H., (2012), *Model Eksperimen Pengaruh Kepadatan, Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Terhadap Resapan pada Tanah Organik*, Universitas Hasanudin, Makasar
- Brata, K., (2008), *Lubang Resapan Biopori*, Swadaya, Jakarta.
- Br., Sri Harto, (1993), *Analisis Hidrologi I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Pilgrim H., (1992), *The Rational Method for Flood Design for Small Rural Basins in Australia, Water Resources and Publications*, Littleton, Colorado, USA
- Soemarto, C.D., (1987), *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya