

# PENGARUH BIOPORI TERHADAP INFILTRASI DAN LIMPASAN PADA TANAH PASIR BERLANAU

Irena Dwi Arviana<sup>1)</sup>, Siti Qomariyah<sup>2)</sup>, Sobriyah<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2), 3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln. Ir. Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : irenadwiarviana@gmail.com

## Abstract

*Water is one of the most important factors to human life, natural resources and also environment. Human needs of water is increasing from time to time, as more rapid population growth, and land development have also increased. This can cause larger land cover, so that decrease infiltration area and enlarge runoff. Type of environmental treatment for solving that problem by utilize existing technologies like biopore hole to increase infiltration rate of the soil. Magnitude effect of biopore on surface runoff to be studied in a simulation or modeling by using a rainfall simulator. 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 3.09 liters. The highest volume of runoff on the amount of biopore 0, slope 3°, and heavy on the downstream rainfall intensity that is 52.95 liters. Variations in the amount of biopori have more dominant effect than variations in slope and rainfall intensity*

**Keywords:** *biopore, infiltration, runoff, rainfall intensity, slope*

## Abstract

Air merupakan salah satu faktor terpenting bagi kehidupan manusia, sumberdaya alam sekaligus juga lingkungan hidup. Kebutuhan manusia akan air semakin meningkat dari waktu ke waktu, seiring makin pesatnya pertumbuhan penduduk, dan tata guna lahan pembangunan juga semakin meningkat. Hal ini menyebabkan tutupan lahan semakin besar, sehingga mengurangi area infiltrasi dan memperbesar aliran permukaan. Bentuk penanganan lingkungan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan memanfaatkan teknologi-teknologi yang telah ada seperti Lubang Resapan Biopori (LRB) untuk memperbesar laju infiltrasi tanah. Besarnya pengaruh adanya biopori terhadap limpasan permukaan akan diteliti dalam sebuah simulasi atau pemodelan dengan menggunakan alat *rainfall simulator*. 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 (0, 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 3,09 liter. Volume limpasan terbanyak pada jumlah biopori 0, kemiringan 3°, dan intensitas hujan deras di hilir sebesar 52.95 liter. Variasi jumlah biopori berpengaruh lebih dominan daripada variasi kemiringan dan intensitas hujan.

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

## PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan air semakin meningkat dari waktu ke waktu, seiring makin pesatnya pertumbuhan penduduk, dan tata guna lahan pembangunan untuk pengembangan permukiman, industri serta fasilitas perkotaan juga semakin meningkat. Pertumbuhan ekonomi dan perkembangan pariwisata yang pesat, menyebabkan tutupan lahan oleh bangunan-bangunan kedap air (beton, aspal, dan sejenisnya) sehingga mengurangi area infiltrasi air hujan ke dalam tanah dan menambah besar aliran permukaan (surface runoff). Infiltrasi merupakan proses masuknya air dari permukaan ke dalam tanah. Infiltrasi berpengaruh terhadap saat mulai terjadinya aliran permukaan (surface runoff). Pada dasarnya pembangunan haruslah berwawasan lingkungan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, bentuk penanganan lingkungan yang dapat dilakukan dengan mudah cukup diperlukan. Hal ini dapat dilakukan antara lain dengan memanfaatkan teknologi-teknologi yang telah ada seperti Lubang Resapan Biopori (LRB) untuk memperbesar laju infiltrasi tanah. Teknologi ini tergolong murah, mudah, dan cukup berguna dalam pemanfaatan serta penyimpanan sumber daya air dan mampu meningkatkan daya dukung lingkungan. Cara kerja Lubang Resapan Biopori ini sebenarnya menggantikan fungsi areal terbuka hijau sebagai daerah resapan air, dengan memanfaatkan organisme tanah untuk membuat alur-alur dalam tanah guna mempercepat penyerapan air oleh tanah. Besarnya pengaruh adanya biopori terhadap limpasan permukaan akan diteliti dalam sebuah simulasi atau pemodelan dengan menggunakan alat *rainfall simulator*.

Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh biopori terhadap infiltrasi dan limpasan pada tanah pasir berlanau dengan peubah intensitas hujan, kemiringan lahan, dan jumlah biopori.

## LANDASANTEORI

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)

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

Lubang Resapan Biopori ( LRB ) adalah suatu lubang yang berada pada permukaan bumi yang berfungsi sebagai lubang resapan air, dengan memanfaatkan organisme tanah untuk membuat alur-alur dalam tanah guna mempercepat penyerapan air oleh tanah yang selanjutnya disimpan pada daerah cekungan air dalam tanah. Untuk selanjutnya air yang disimpan tersebut dapat dimanfaatkan guna memenuhi kebutuhan sehari-hari kita.

Menurut Brata (2008) biopori merupakan ruang atau pori dalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup, seperti mikroorganisme tanah dan akar tanaman. 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.

Tanah dengan LRB memiliki kemampuan meresapkan air ke dalam tanah hingga mencapai kejenuhan air dalam tanah, lebih cepat daripada kemampuan yang dimiliki oleh tanah asli tanpa LRB. (Budi,B.S., 2013)

Analisis tanah menggunakan rumus-rumus umumseperitberikut:

### 1. BeratJenis 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. AngkaPorositas

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

dimana,

- $G_s$  = beratjenisbutitanah
- $n$  = porositas

Untukanalisisbioporimenggunakanrumus-rumusumum:

### 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. VolumeInfiltrasi

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

dimana,

- $V$  = volume infiltrasi yang terjadi ( $mm^3$ )
- $\Delta h$  = 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 ( $mm^2$ )

3. Laju infiltrasi

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

dimana,

- f = laju infiltrasi (mm/mnt)
- V = volume infiltrasi (mm<sup>3</sup>)
- A = luas catchment area (mm<sup>2</sup>)

**METODOLOGI**

Tahapan pengujian:

1. Pengujian berat jenis tanah

Peralatan yang digunakan yaitu:

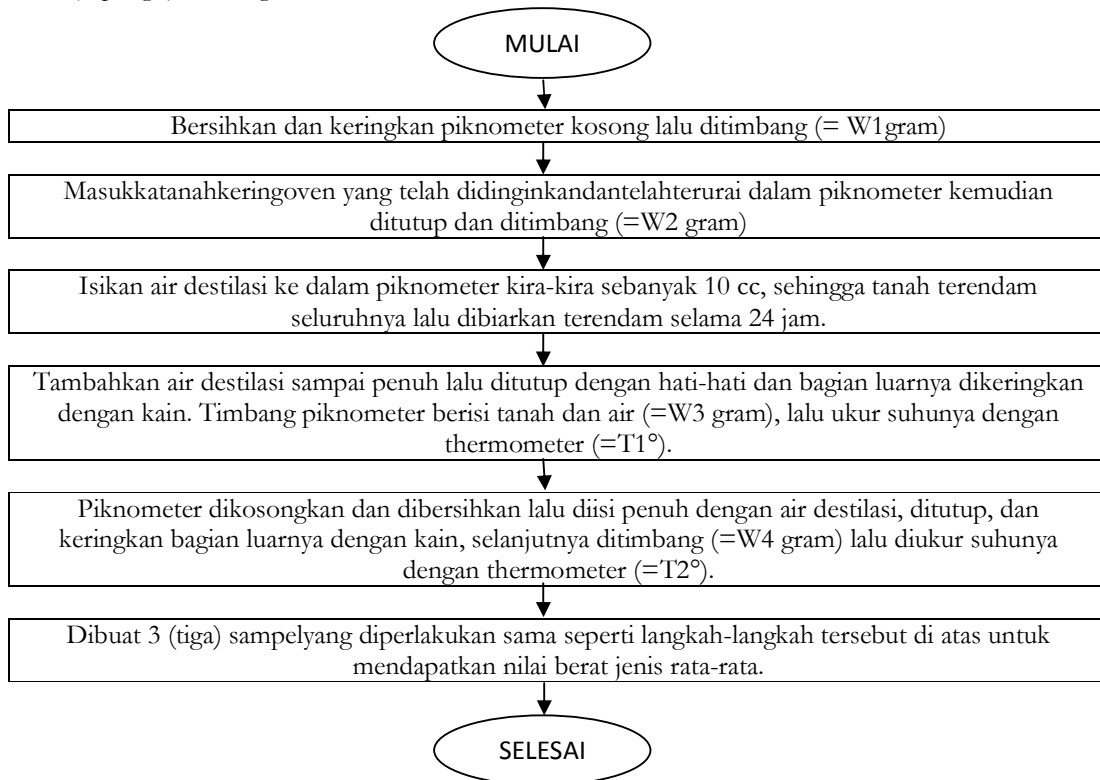
- a. Termometer
- b. Cawan tahan karat
- c. Pemukul berkepala karet
- d. Oven listrik
- e. Piknometer dengan kapasitas 50 cc atau lebih.
- f. Ayakan
- g. Mangkok
- h. Timbangan

Bahan yang digunakan yaitu:

- a. Tanah kering oven

Air destilasi

Cara kerja pengujian sebagai berikut:



2. Pengujian biopori

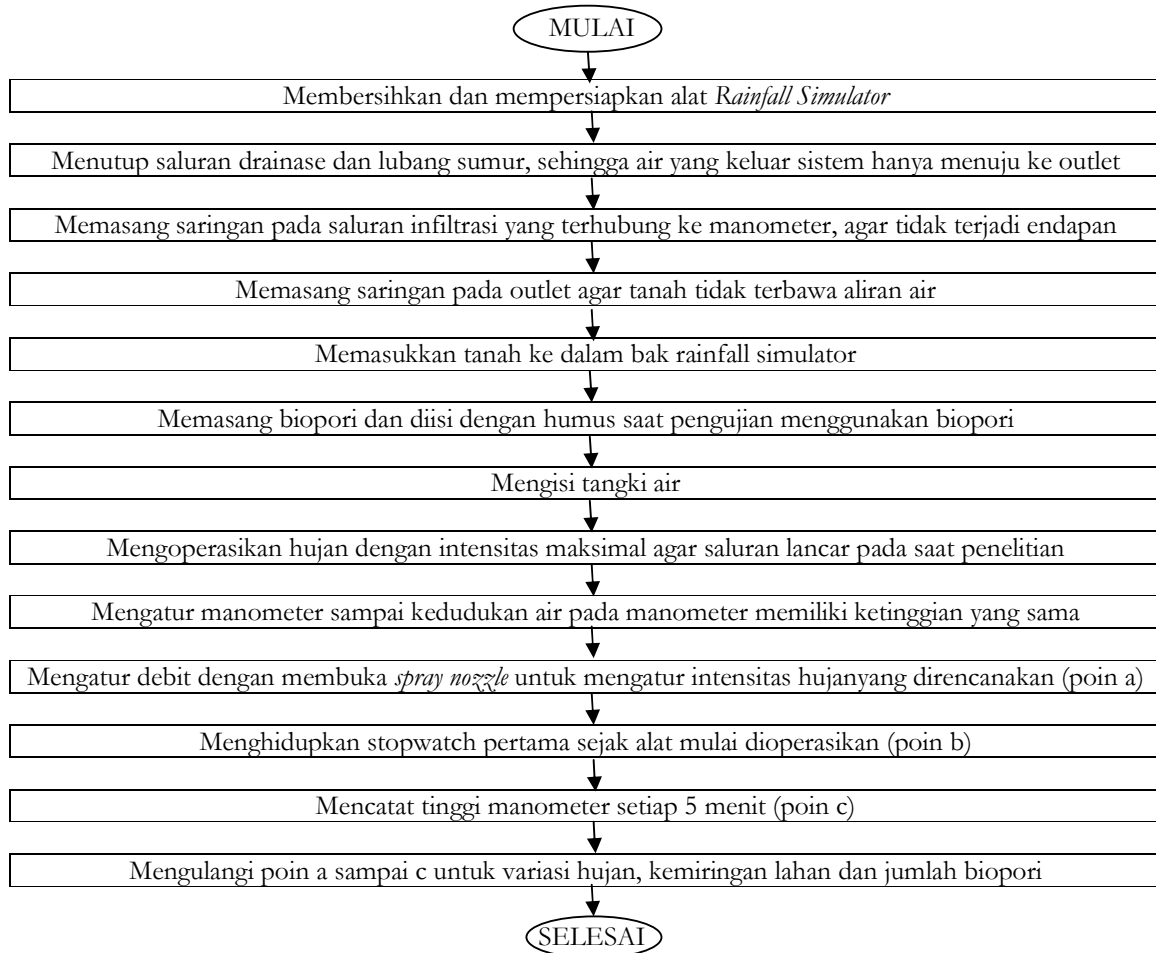
Peralatan yang digunakan yaitu:

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



## HASIL 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	24.46	27.55	25.42
Berat piknometer + aquades ( $W_2$ ) gr	76.12	79.24	76.95
Berat piknometer + sample kering ( $W_3$ ) gr	43.34	46.4	44.53
Berat piknometer + sample kering + aquades ( $W_4$ ) gr	84.12	86.98	85.09
$t_1$ = 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 $T_2$	1.0037	1.0037	1.0037
$GS = (W_3 - W_1) / ((W_2 - W_1)T_1 - (W_4 - W_3)T_2)$	1.7267	1.6883	1.7334
GS rata-rata		1.7161	

Angka porositas dihitung dengan persamaan [2] sebagai berikut

$$n = \left(1 - \frac{1}{G_s}\right) = \left(1 - \frac{1}{1.7161}\right)$$

$$n = 0,4173$$

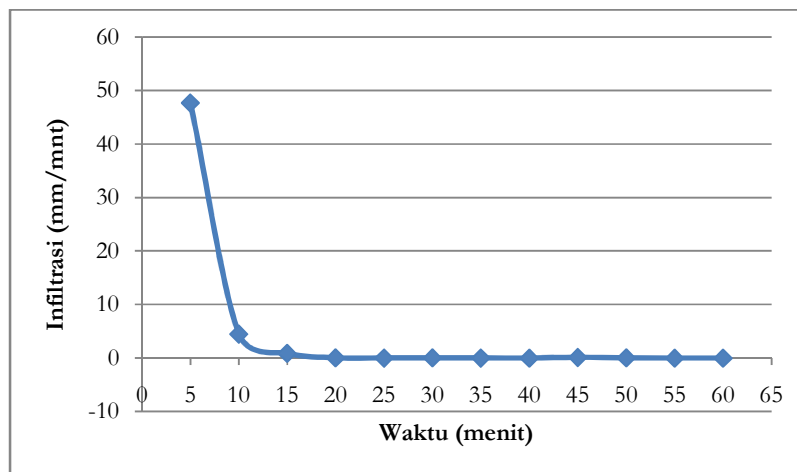
Contoh perhitungan volume infiltrasi jumlah biopori 12, kemiringan lahan 0°, intensitas hujan deras merata

Tabel 2. volume infiltrasi jumlah biopori 12, kemiringan lahan 0°, intensitas hujan deras merata

No	t menit	Tinggi Manometer (mm)						h* (mm)	V (mm <sup>3</sup> )	f (mm/5mnt)
		1	2	...	18	19	20			
1	0	10	10	...	10	10	10			
2	5	95	127	...	102	93	85	124.2	95311175.92	47.6556
3	10	158	163	...	102	93	85	134.95	8971936.437	4.4860
4	15	173	172	...	102	93	85	137.05	1752657.35	1
5	20	174	173	...	102	93	85	137.15	83459.8738	0.0417
6	25	175	173	...	102	93	85	137.2	41729.9369	0.0209
7	30	175	174	...	102	93	85	137.3	83459.8738	0.0417
8	35	175	174	...	102	93	85	137.35	41729.9369	0
9	40	175	174	...	102	93	85	137.35	0	0
10	45	175	174	...	102	93	85	137.65	250379.6215	0
11	50	175	174	...	102	93	85	137.75	83459.8738	0
12	55	175	174	...	102	93	85	137.75	0	0
13	60	175	174	...	102	93	85	137.75	0	0
Jumlah										53.3100

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

$$\text{Volume infiltrasi} = \frac{53.3100}{50} \times 2 = 2.1324 \text{ liter}$$

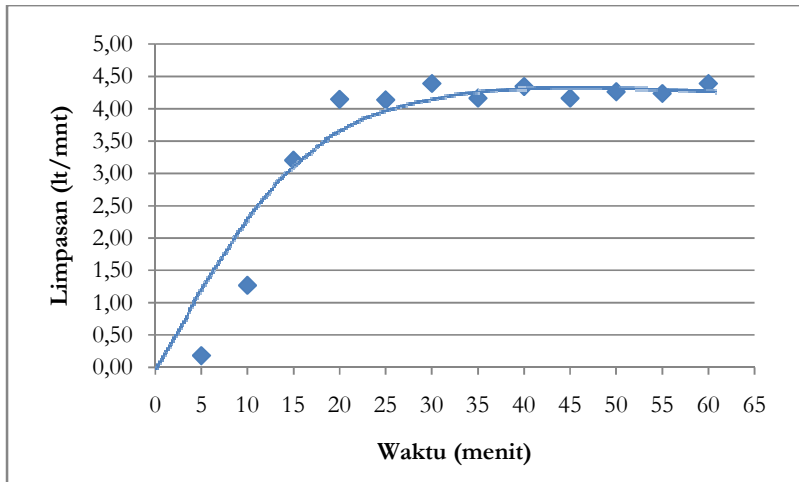


Gambar 1. Grafik infiltrasi jumlah biopori 12, kemiringan lahan 0°, intensitas hujan deras merata

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

Tabel 3. volume limpasan dengan jumlah biopori 12, kemiringan lahan 0°, hujan deras merata

No	Waktu (menit)	Sebelum Kalibrasi (liter/mnt)	Setelah kalibrasi (liter/mnt)
1	0	0	0
2	5	0.20	0.18
3	10	1.40	1.27
4	15	3.54	3.20
5	20	4.58	4.14
6	25	4.57	4.14
7	30	4.85	4.39
8	35	4.60	4.16
9	40	4.80	4.34
10	45	4.60	4.16
11	50	4.71	4.26
12	55	4.68	4.24
13	60	4.85	4.39
Jumlah			42.88



Gambar 2. Grafik limpasan dengan hujan deras merata, jumlah boipori 12 dan kemiringan lahan 0°

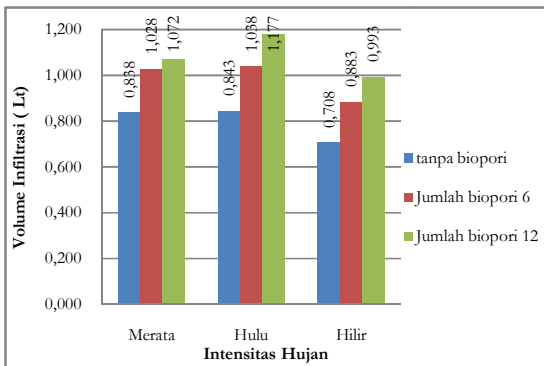
Dari perhitungan di dapat volume

- Volume Hujan = 60 Liter
- Volume Infiltrasi = 2.13 Liter
- Volume Limpasan = 42.88 Liter

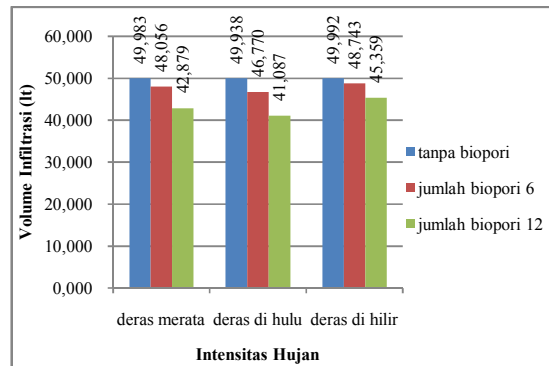
Volume yang dihasilkan diperoleh dalam waktu 60 menit

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

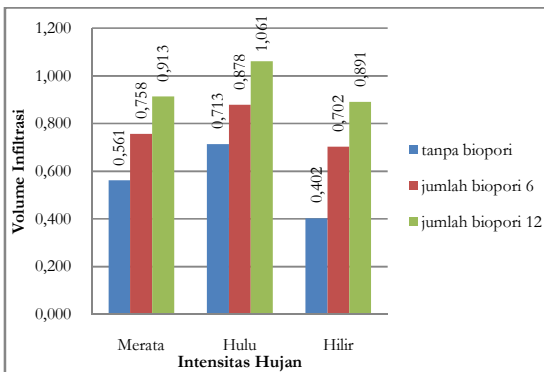
Perbandingan pengaruh biopori terhadap kemiringan lahan



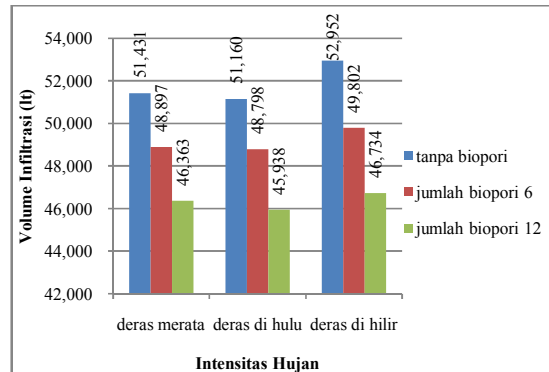
Gambar 3. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada kemiringan lahan 0°



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

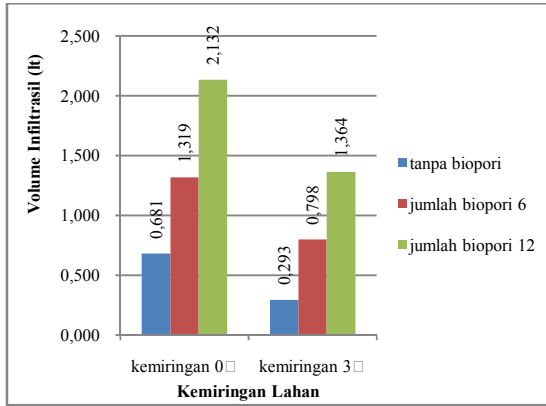


Gambar 4. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada kemiringan lahan 3°

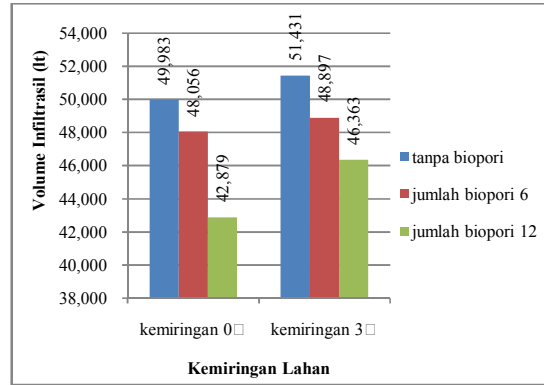


Gambar 6. Grafik pengaruh biopori terhadap volume limpasan pada kemiringan 3°

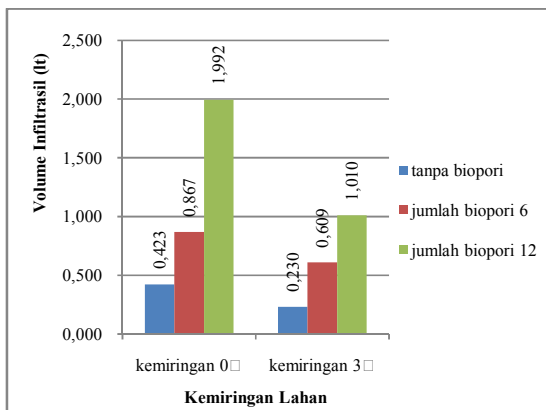
Perbandingan pengaruh bioporiterhadapvariasiintensitashujan



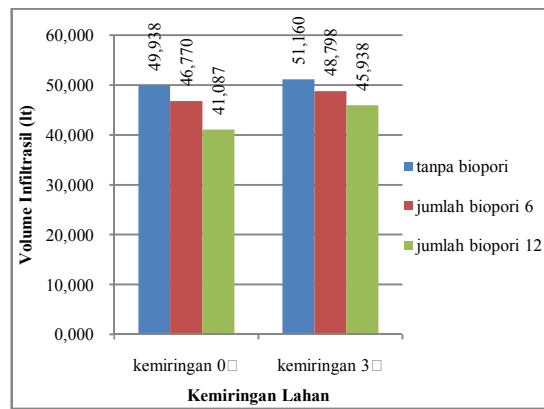
Gambar 7. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada intensitas hujan deras merata



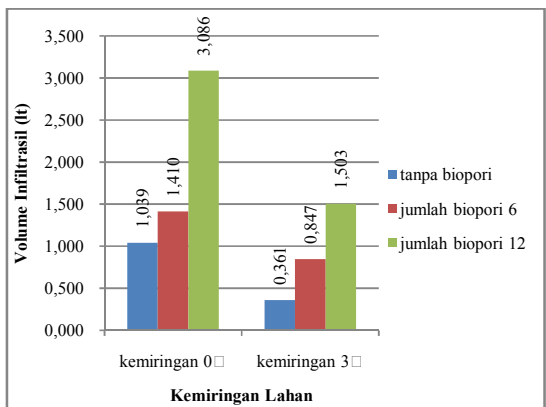
Gambar 10. Grafik pengaruh biopori terhadap volume limpasan pada intensitas hujan deras merata



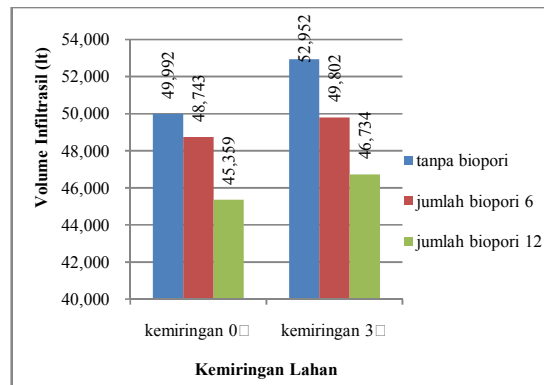
Gambar 8. Grafik pengaruh biopori terhadap volume infiltrasi pada intensitas hujan deras di hilir



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



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



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

**SIMPULAN**

- 1.a. 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 35,58% - 107,14%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 197,12% - 373,81%.
- b. 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 136,11% - 175,86%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 316,67% - 368,97%.

- 2.a. 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 94,12% - 175,86%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 213,24% - 368,97%.
- b. 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 35,58% - 136,11%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 197,12% - 316,67%.
- c. 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 107,14% - 165,22%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori sebesar 373,81% - 339,13%.
- 3.a. 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 6% sampai 3%, sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori berkurang sebesar 6% sampai 5%.
- b. 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 18% sampai 9%. Sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori berkurang sebesar 12% sampai 10%.
- 4.a. 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 5% sampai 4%. Sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori berkurang sebesar 14% sampai 10%.
- b. 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 6% sampai 5%. Sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori berkurang sebesar 18% sampai 10%.
- 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 5% sampai 3%. Sedangkan pada jumlah biopori 12 dan tanpa biopori berkurang sebesar 12% sampai 9%.

## 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
- Budi, B.S., (2013), *Model Peresapan Air Hujan dengan Menggunakan Metode Lubang Resapan Biopori (LRB) dalam Upaya Pencegahan Banjir*, Politeknik Negeri Semarang, Semarang
- Soemarto, C.D., (1987), *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya