

MODEL PERESAPAN AIR HUJAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE LUBANG RESAPAN BIOPORI (LRB) DALAM UPAYA PENCEGAHAN BANJIR

Basuki Setiyo Budi

*Jurusan Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto. SH. Tembalang, Semarang 50275 (024)7473417
Email : jwahana_tspolines@yahoo.com*

Abstract

Land around building of Materials and Land Laboratory of Civil Engineering Department of Semarang State Polytechnic infrastructure such as roads (asphalt, concrete, paving blocks) and drains an area with impermeable pavement that can not absorb water. Impact when the rainy season occurs puddle on a large scale into the flood, instead of the drought in the dry season due to lack of availability of ground water. To overcome this, the seepage of rain made using the method Biopori Hole Infiltration (LRB). Infiltration pits Biopori a cylindrical hole about 10 cm in diameter is dug into the ground. Depth does not exceed the groundwater table, which is about 100 cm of the soil surface. The hole is filled to the brim organic waste closer to the ground. LRB can increase the ability of soil to absorb water. The water absorption wells that penetrate through the surface of the wall into the soil around the hole LRB. Thus, it will increase the water reserves in the soil. Biopori soil moisture content and moisture content of 85.342% 35.168% native soil. So the water content in the soil biopori greater than the water content in the original soil. Infiltration load will increase in line with increasing hole diameter Biopori infiltration. LRB diameter of 10 cm with a depth of 100 cm using only horizontal surface 79 cm² produces vertical surface area of 0.314 m² wall hole, then expand the soil surface can be 40 times the direct contact with the compost. The volume of incoming waste deposited in the pit will reach a maximum of 7.9 liters biodervitas ground through the wall hole, will cause maximum load 25 liter/m² composting. Land use will affect the power of absorbing soil against rain water. On the ground that a lot of concrete and sealed in a rather dense residential, small power of absorbing soil. This is very different from the conditions in the yard or garden soil that has a power of absorbing up to 100%. Therefore, in the densely populated area needed more LRB to increase the power of absorbing soil.

Kata Kunci : *lubang resapan biopori (LRB), pencegahan banjir, air hujan*

PENDAHULUAN

Perkembangan kehidupan yang terus berlangsung menuntut terjadinya perubahan penggunaan lahan daratan yang terus meluas. Perluasan lahan untuk pemukiman penduduk menyebabkan berkurangnya lahan terbuka hijau yang semula berfungsi

untuk meresapkan air hujan. Lahan disekitar gedung Laboratorium Bahan Bangunan dan Laboratorium Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang berupa jalan (aspal, semen, paving blok) dan saluran air dari perkerasan, merupakan bidang kedap air yang tidak dapat meresapkan air ke

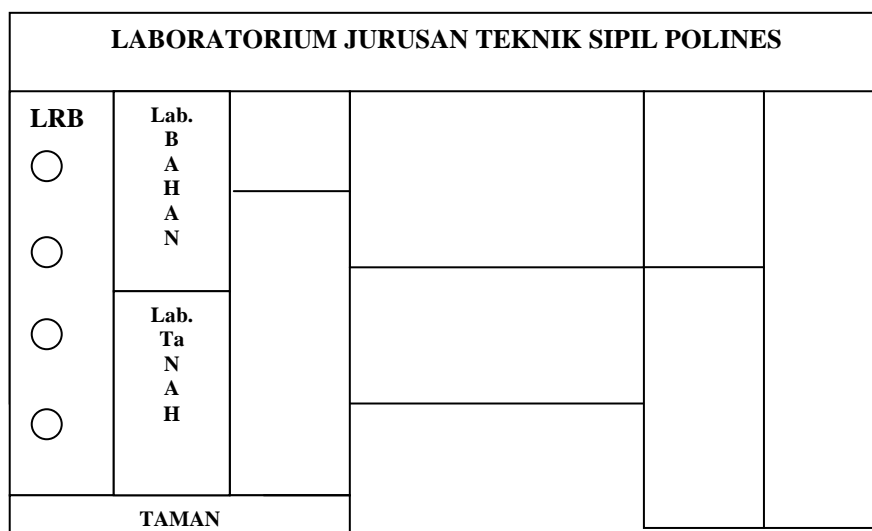
dalam tanah. Laju peresapan air di lahan tersebut menjadi berkurang karena adanya bidang kedap air tersebut, sehingga terjadi limpasan air hujan.

Penanaman pepohonan, tanaman hias, dan rerumputan di lahan tersebut diharapkan dapat memperbaiki struktur tanah sehingga laju peresapan air hujan dapat dipertahankan. Pada dasarnya, upaya peresapan air hujan ke dalam tanah bertujuan untuk memelihara kelembapan tanah di bawah bangunan. Tujuan lainnya yaitu menambah cadangan air tanah yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air bagi kehidupan dan berbagai keperluan air di Politeknik Negeri Semarang.

Dampak pemanasan global sudah mulai terasa, salah satunya adalah banjir dan kekeringan yang datang silih berganti. Banjir selalu

terjadi di beberapa daerah rawan banjir ketika musim penghujan tiba. Jika curah hujan kecil, mungkin air dapat meresap ke dalam tanah dan bermanfaat untuk memelihara kelembapan tanah. Namun, ketika curah hujan yang turun begitu besarnya, air yang tidak meresap melimpas di permukaan tanah dan jalan terbuang melalui saluran drainase. Bila limpasan permukaan tidak tertampung oleh saluran-saluran tersebut, air akan meluap :nembanjiri kawasan Politeknik Negeri Semarang.

Berkurangnya lahan resapan di permukaan tanah juga turut memperparah kondisi ini. Luapan air banjir dapat mengangkut sedimen dan sampah yang dapat mendangkalan dan menyumbat saluran air yang berada di kawasan Politeknik Negeri Semarang sehingga dapat memperluas daerah yang terkena banjir.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Lubang Resapan Biopori (LRB)

Air hujan bergerak meresap ke dalam tanah melalui pori tanah besar (pori

makro). Biopori adalah pori makro yang berbentuk liang sinambung yang

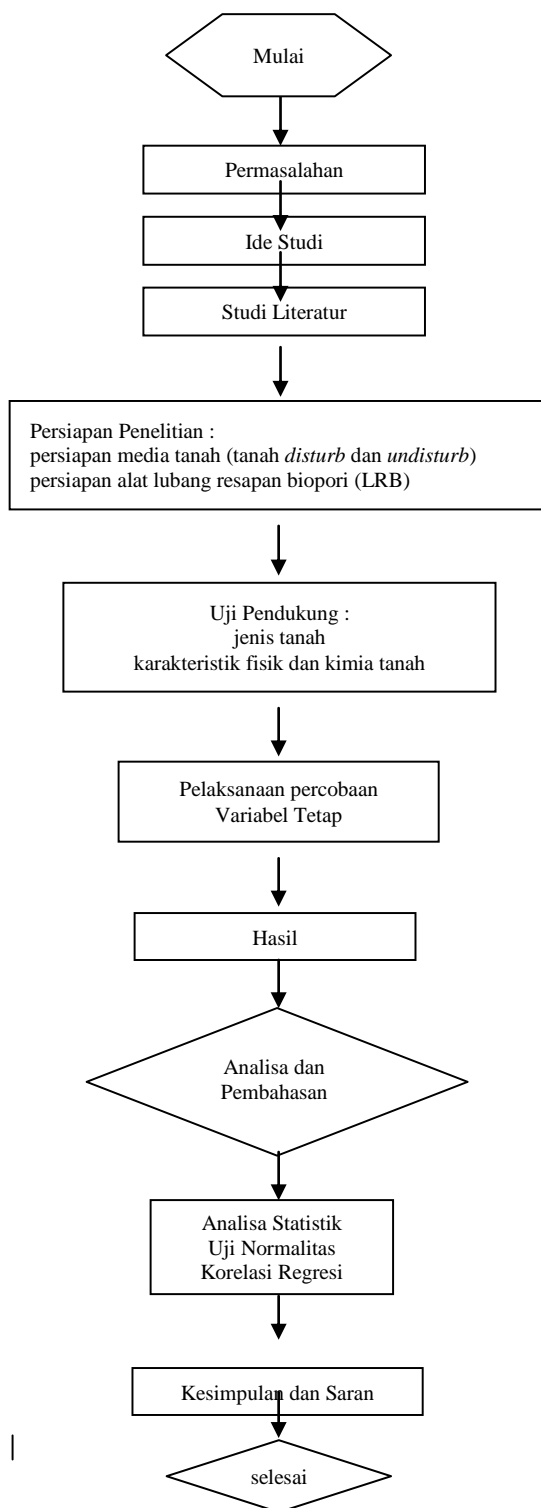
akan mempercepat peresapan air ke dalam tanah. Bila di dalam tanah tersedia cukup bahan organik, perakaran tanaman dapat dengan mudah berkembang dan menembus tanah. Fauna tanah pun dapat berkembang biak dan beraktivitas menembus liang di dalam tanah. Karena kebutuhan air terus meningkat dan sumber air utama berasal dari curah hujan, diperlukan adanya usaha untuk meresapkan air hujan yang efektif ke dalam tanah.

Beberapa teknologi peresapan air ke dalam tanah seperti kolam resapan (*infiltration basin*), parit resapan (*infiltration trench*), dan sumur resapan (*french drain*) sudah dikenal masyarakat. Namun, teknologi peresapan air tersebut belum dapat diterapkan secara meluas karena berbagai alasan, antara lain memerlukan tempat yang relatif luas, waktu yang relatif lama, dan biaya yang relatif mahal. Dengan demikian, masih perlu dikembangkan lagi alternatif teknologi peresapan air yang lebih tepat guna pada lahan disekitar gedung Laboratorium Bahan dan Tanah, yang tidak perlu lahan luas dan waktu pembuatan yang lama, mudah dibuat dan dipelihara dengan biaya lebih murah, serta lebih ramah lingkungan. Teknologi peresapan air hujan tersebut adalah Model Peresapan Air Hujan dengan menggunakan Metode Lubang Resapan Biopori (LRB). Lubang resapan biopori (LRB) dikembangkan atas dasar prinsip ekohidrologis, yaitu dengan memperbaiki kondisi ekosistem tanah

untuk perbaikan fungsi hidrologis ekosistem tersebut.

Banyaknya bangunan permanen diatas permukaan tanah menghalangi peresapan air hujan ke dalam tanah. Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan volume sampah. Permasalahan muncul disebabkan berkurangnya laju peresapan air kedalam tanah akan menyebabkan banjir pada musim hujan dan pembuangan sampah kedalam saluran drainase menyumbat laju air akan melimpah menyebabkan banjir. Peresapan air hujan yang efektif perlu dilakukan untuk mengurangi aliran permukaan yang akan menjadi banjir. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengetahui kemampuan serap tanah sebagai media peresapan air hujan ke dalam tanah sehingga diketahui apakah dapat mencegah banjir. Penelitian tahap awal dimulai dengan analisa jenis tanah sebagai media untuk pelaksanaan percobaan batch dan kontinu.

Percobaan yang dilakukan terdiri dari dua tahap yaitu percobaan batch dan kolom kontinu. Pada percobaan batch akan diperoleh kapasitas serap tanah terhadap volume aliran air tanah dan koefisien distribusi tanah. Pada percobaan kolom kontinu akan diperoleh konstanta laju perpindahan massa dan kapasitas serap tanah terhadap volume aliran air tanah. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat menunjukkan kemampuan tanah dalam menyerap air tanah.



Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

METODOLOGI PENELITIAN

Persiapan Media Tanah

Tanah yang diambil dan digunakan dalam penelitian merupakan tanah lapisan atas (*top soil*) dari tanah asli dan tanah bercampur sampah organik (LRB). Lokasi Politeknik Negeri Semarang. Tanah ini kemudian dianalisa untuk mengetahui karakteristik fisik tanah untuk selanjutnya digunakan sebagai media.

Pengambilan tanah dilakukan dengan dua cara, yaitu : *undisturb* untuk percobaan kolom kontinu dan *disturb* untuk percobaan batch serta pemeriksaan karakteristik tanah.

1. Percobaan Batch

Untuk keperluan percobaan batch, tanah dikeringkan dahulu pada suhu kamar dengan diangin-anginkan. Setelah cukup kering tanah diayak dengan ayakan 2 mm kemudian dimasukkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 105-110°C untuk menghilangkan kadar air pada tanah. Hasilnya tanah kemudian disimpan dalam wadah tertutup rapat (kaleng).

2. Percobaan Kolom Kontinu

Media tanah diambil secara hati-hati agar diperoleh tanah di dalam tabung yang tidak terganggu (*undisturb*) sehingga percobaan mendekati perilaku alami dalam tanah. Pengambilan tanah dilakukan dengan membuang lapisan tanah yang ada di permukaan sampai 10 cm. Kemudian tabung dimasukkan kedalam tanah dengan cara dipukul menggunakan palu, dimana sebelumnya pada bagian atas tabung ditutup dengan kayu. Tanah terus dipukul hingga mencapai

kedalaman tanah dalam tabung yang diinginkan. Tabung yang telah berisi tanah kemudian diambil secara perlahan agar susunan tanah tidak terganggu. Kemudian ditutup dengan saringan kasa atau parafin lalu ditutup dengan tutup tabung /plastik.

Langkah-langkah Penelitian yang akan dilakukan

a. Percobaan Batch

Percobaan ini dilakukan dengan menganggap bahwa daya serap ditentukan oleh waktu. Berikut cara kerja percobaan batch :

1. Menimbang tanah asli dan tanah LRB masing-masing seberat 20 gram dengan timbangan digital sebanyak 5 buah.
2. Memasukkan tanah yang telah ditimbang ke dalam 5 buah erlenmeyer 250 ml dengan variasi waktu.
3. Memasukkan 200 ml larutan air aquades dengan konsentrasi yang telah divariasikan ke dalam erlenmeyer berisi tanah yang telah ditentukan waktunya masing-masing (masing-masing konsentrasi 6 variasi waktu). Berkontaknya air aquades dengan tanah menandakan proses penyerapan secara batch telah dimulai.
4. Mengambil sampel 10 ml dari masing-masing erlenmeyer setiap waktu yang telah ditentukan (1, 3, 5, 10, 15, 24 jam).
5. Sampel dianalisis konsentrasi air aquades dengan metode Analisa Statistik

b. Percobaan Kolom Kontinu

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyerapan air tanah yang dilewatkan dalam suatu kolom pendek yang berisi tanah. Dalam percobaan ini akan terjadi pengurangan konsentrasi volume aliran air dalam air tanah yang melewati media tanah. Berikut cara kerja percobaan kolom kontinu:

1. Mempersiapkan tanah asli dan tanah LRB. Tebal tanah berdasarkan atas permeabilitas tanah.
2. Tanah asli dan sampah organik dalam LRB dijenuhkan dengan mengalirkan aquades untuk menghilangkan udara yang berada dalam rongga sampah organik.
3. Mengatur kran pengeluaran agar debit aliran air konstan. Debit ini ditentukan berdasarkan perhitungan aliran air dalam tanah dengan rumus Darcy.
4. Mengalirkan larutan air aquades dengan konsentrasi yang bervariasi berdasarkan hasil dari percobaan batch yang telah dilakukan sebelumnya ke dalam masing-masing kolom.
5. Pengambilan dan analisis sampel (dengan metode analisa statistik) dilakukan secara periodik hingga diperoleh konsentrasi aliran yang hampir sama dengan konsentrasi mula-mula. Hal ini menandakan bahwa tanah dalam kondisi jenuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal penelitian ini dilakukan analisa pendahuluan terhadap karakteristik tanah meliputi karakteristik fisik tanah asli dan

karakteristik fisik tanah biopori yang akan digunakan sebagai media peresapan air.

Pada gambar 3 tampak bahwa terjadi peningkatan peresapan air terhadap fungsi waktu. Kecepatan peningkatan terbesar terjadi pada 24 jam terakhir karena pada saat ini proses peresapan air oleh tanah terjadi paling optimal. Hal ini terjadi karena pada 24 jam terakhir, terjadi kejenuhan air di dalam tanah.

Bila hasil peningkatan peresapan air dalam tanah dimasukkan ke dalam isoterm Langmuir dibuat grafik antara $C/(x/m)$ vs C . (Gambar 5). Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa pada isoterm Langmuir diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,882. Oleh karena itu persamaan Langmuir yang diperoleh tidak bisa digunakan karena nilai koefisien korelasinya (r) lebih kecil bila dibandingkan dengan koefisien korelasi (r) yang diperoleh dari isoter. Freundlich sebesar 0,939. Oleh sebab itu persamaan Freundlich lebih signifikan digunakan sebagai persamaan dasar daripada persamaan Langmuir untuk percobaan ini. Berdasarkan perhitungan kemudian diperoleh model persamaan Freundlich sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = 274,789C^{0,183}$$

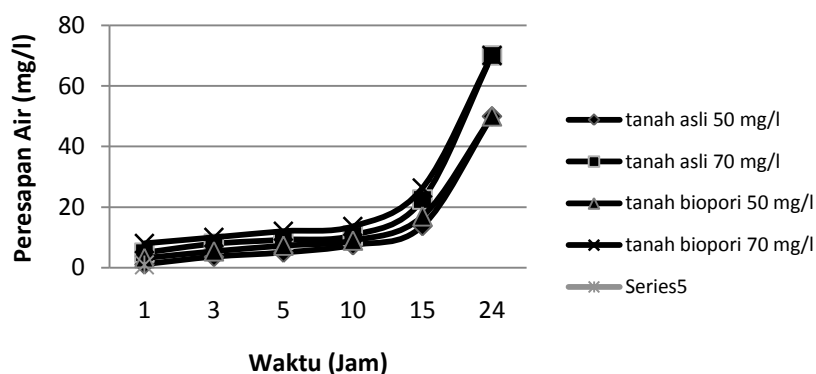
Persamaan yang diperoleh di atas bila dibandingkan dengan hasil percobaan laboratorium akan diperoleh hubungan seperti pada grafik Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan bahwa penyimpangan yang terjadi sebesar 4,40 %. Hal ini berarti bahwa model yang diperoleh dapat diterima.

Tabel 1. Karakteristik Fisik Tanah Asli

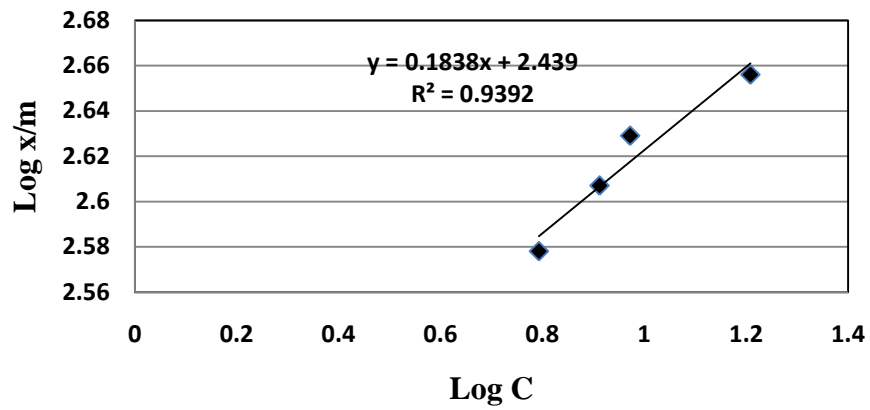
No	Parameter	Nilai
1.	Warna	Merah kecoklatan
2.	Kadar Air (%)	35,168
3.	Spesific Gravity (Gs)	2,58
4.	Bulk Density (gram/cm ³)	1,7683
5.	Porositas (%)	54,37
6.	Permeabilitas (cm/det)	1,3702 x 10 ⁻⁶
7.	Void Ratio (e)	1,2133
8.	Komposisi tanah (%)	
	Gravel (kerikil)	0,00
	Sand (pasir)	6,00
	Silt (lanau)	20,00
	Clay (liar)	74,00

Tabel 2. Karakteristik Fisik Tanah LRB

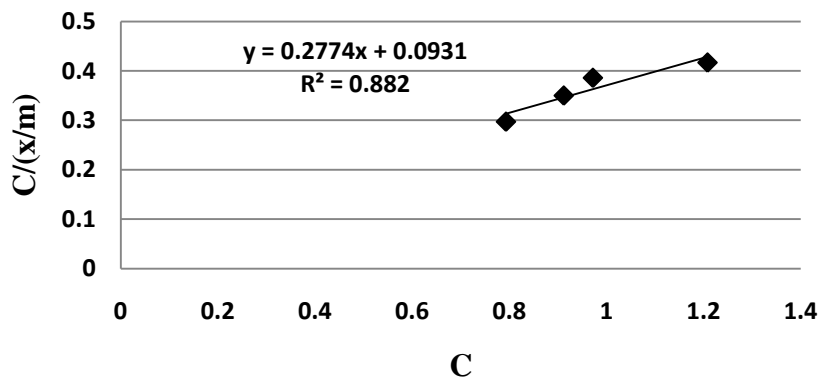
No	Parameter	Nilai
1.	Warna	Merah kecoklatan
2.	Kadar Air (%)	85,342
3.	Spesific Gravity (Gs)	2,98
4.	Bulk Density (gram/cm ³)	1,876
5.	Porositas (%)	90,23
6.	Permeabilitas (cm/det)	1,3702 x 10 ⁻⁶
7.	Void Ratio (e)	1,3462
8.	Komposisi tanah (%)	
	Gravel (kerikil)	0,00
	Sand (pasir)	5,00
	Silt (lanau)	13,00
	Clay (liar)	72,00



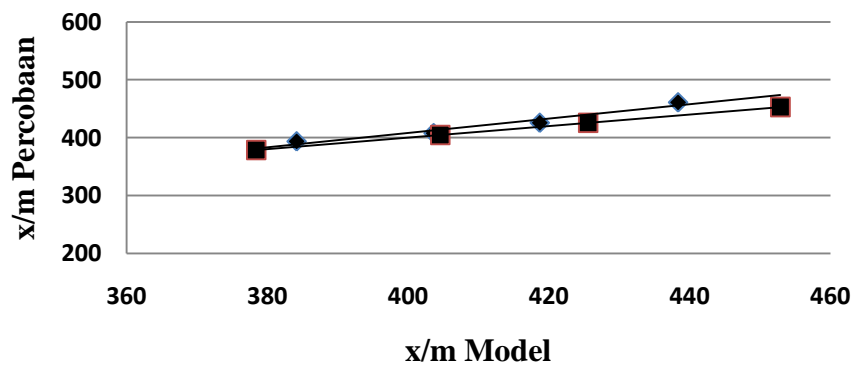
Gambar 3. Kurva Peresapan Air Pada Percobaan Batch



Gambar 4. Grafik untuk Menentukan Isoterm Freundlich pada 24 jam



Gambar 5. Grafik untuk Menentukan Isoterm Langmuir pada 24 jam



Gambar 6. Grafik Hubungan antara x/m Model dengan x/m Percobaan

Percobaan Kolom Kontinu

Gambar 7 menunjukkan koefisien korelasi (r) sebesar 0,916 merupakan koefisien korelasi yang terbesar. Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung persamaan Thomas sebagai berikut:

Untuk $C_0 = 50 \text{ mg/l}$ dan debit 50 ml/hari pada Tanah LRB

$$\ln\left(\frac{C_0}{C} - 1\right) = 7,472 V + 3,402$$

$$7,472 = \frac{k \cdot 1,05 \text{ mg/ml}}{5,787 \cdot 10^{-4} \text{ ml/dtk}} \text{ dan } 3,402$$

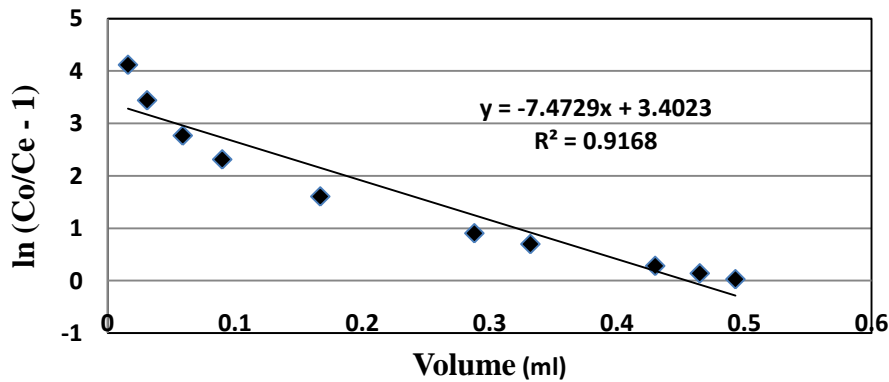
$$= \frac{k \cdot 1,05 \text{ mg}}{5,787 \cdot 10^{-4} \text{ ml/dtk}}$$

$$k = 0,086 \text{ ml/mg.dtk}$$

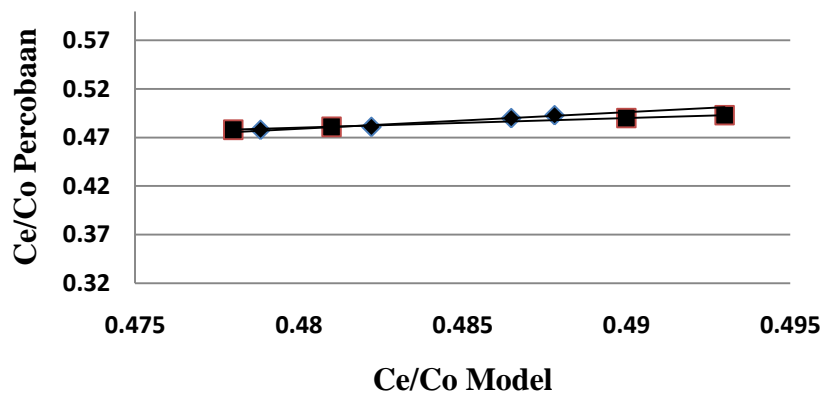
$$q_0 = 2,617 \cdot 10^{-7} \text{ mg/mg}$$

$$\frac{C_0}{C} = 1 + e^{\frac{0,086}{q_0} (2,617 \cdot 10^{-7} \cdot M - C_0 \cdot V)}$$

Persamaan yang diperoleh di atas, bila dibandingkan dengan hasil percobaan akan mempunyai penyimpangan seperti pada Gambar 8. Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh tidak menyimpang terlalu jauh dari percobaannya. Persamaan di atas memiliki penyimpangan sebesar 3,10%. Ini merupakan penyimpangan terkecil. Hal ini dapat diketahui dengan membuat batas atas dengan slope sebesar 1,00 dan batas bawah sebesar 0,95. Batas atas dan batas bawah ini yang kemudian menjadi batas penyimpangan dari persamaan tersebut apakah layak digunakan atau tidak yaitu sebesar $\pm 5\%$. Jadi persamaan tersebut layak digunakan.



Gambar 7. Grafik antara $\ln (C_0/C_e - 1)$ dan Volume Aliran untuk $C_0 = 50 \text{ mg/l}$ dan Debit Aliran 50 ml/hari pada Tanah LRB



Gambar 8. Grafik Penyimpangan antara Ce/Co Persamaan dengan Ce/Co Percobaan pada $C_0 = 50 \text{ mg/l}$ dan Debit = 50 ml/hari pada Tanah LRB

SIMPULAN

Karakteristik tanah asli pada lahan di samping Laboratorium Tanah dan Laboratorium Bahan terdiri dari lanau 20%, pasir 6%, lempung 74%, dan kerikil 0%, dan karakteristik tanah dengan lubang resapan biopori (LRB) terdiri dari lanau 13%, pasir 5%, lempung 72%, dan kerikil 0%. Berdasarkan karakteristik tanah tersebut, jenis tanah pada lokasi penelitian termasuk lempung (*loam*). Kadar air tanah pada tanah dengan LRB sebesar 85,342% lebih besar dari kadar air tanah pada tanah asli tanpa LRB yang besarnya 35,168%. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan air tanah pada tanah dengan LRB lebih banyak dari pada kandungan air tanah pada tanah asli tanpa LRB. Pada percobaan Batch, tanah jenis lempung (*loam*) mengalami peningkatan peresapan air hingga terjadi kejenuhan air dalam tanah pada 24 jam terakhir. Nilai peresapan air yang diperoleh pada tanah dengan LRB sebesar 60,744% lebih baik dari pada nilai peresapan air yang diperoleh pada

tanah asli tanpa LRB sebesar 39,256% pada Volume Aliran 70 mg/l. Pada percobaan Kolom Kontinu, pada tanah asli tanpa LRB dengan Volume Aliran 30 mg/l dan 50 mg/l dengan Debit 40 ml/hari dan 50 ml/hari, diperoleh waktu untuk mencapai kejenuhan air dalam tanah pada hari ke 13, sedangkan pada tanah dengan LRB diperoleh waktu untuk mencapai kejenuhan air dalam tanah pada hari ke 10. Hal ini menunjukkan tanah dengan LRB memiliki kemampuan meresapkan air ke dalam tanah hingga mencapai kejenuhan air dalam tanah, lebih cepat dari pada kemampuan yang dimiliki oleh tanah asli tanpa LRB. Kemampuan penyerapan tanah jenis lempung (*loam*) terhadap aliran air pada lokasi penelitian pada percobaan Batch mengikuti persamaan Freundlich sebagai berikut.

$$\frac{X}{m} = 274,789 C^{0,183}$$

Kemampuan penyerapan tanah jenis lempung (*loam*) terhadap aliran air pada lokasi penelitian pada percobaan Kolom Kontinu akan mengikuti persamaan Thomas sebagai berikut.

$$\frac{C_e}{C_o} = \frac{1}{1 + e^{k_1/Q(q_o.M - C_o.V)}}$$

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada Unit UP2M Politeknik Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis pada penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008, Ramah Lingkungan dengan Biopori, *Warta Kota*, 27 April 2008
- Anonim, 2008, Membuat Biopori Tidak Sulit, *Warta Kota*, 27 April 2008
- Anonim, 2008, Tip Menjaga Biopori Tetap Berfungsi, *Warta Kota*, 27 April 2008
- Arsyad, Sitanala, 2000, *Konservasi Tanah dan Air*, IPB Press, Bogor
- Ashari, Sumeru, 1995, *Hortikultura: Aspek Budidaya*, UP Press, Jakarta
- Brata, K.R., 1990, *The Effects of Plant Residue Addition on The aggregation of a Hardsetting Western Australia Wheatbelts Soil*, MSc Thesis, Departemen of soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, The University of Western Australia
- Brata, K.R., Nelistya A., 2008, *Lubang Resapan Biopori*, Penebar Swadaya, Jakarta
- , 2004, *Modifikasi Sistem Microcatchment untuk Konservasi Tanah dan air pada Pertanian Lahan Kering*, Makalah Disampaikan pada Kolokium Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Air Ditjen SDA, Jakarta
- Dexter, A.R., 1998, *Soil Amelioration by Natural Processes*, p 433—448, Toowoomba: Proc. Symp. Soil Management
- Hadi, Fajar dan M. Nascoen Rivai, 1979, *Ilmu Teknik Penyehatan I*, Departemen P dan K, Jakarta
- Lavelle, P., 1988, Earthworm Activities and The Soil System, *Biol. Fertil. Soil*, 6:237-251
- Lee, K.E., 1985, *Earthworm: Their Ecology and Relationships with Soil and Land Use*, Academic Press, London
- Marinissen, J.C.Y. and A.R. Dexter, 1990, Mechanisms of Stabilization of Earthworm Casts and Artificial Casts, *Biol. Fertil. Soils* 9:163-167
- McKenzie, B.M. and A.R. Dexter, 1987, Physical Properties of Casts of The Earthworm *Aporrectodea rosea*, *Biol. Fertil. Soils* 5:152-157
- Shipitalo, M.J. and R. Protz, 1989, Chemistry and Micromorphology of Aggregation in Earthworm Casts, *Geoderma* 45:357-374

- Shiddieqy, M. Ikhsan, 2005, Sayang, Sampah Organik tidak Dikomposkan, *Pikiran Rakyat*, 7 April 2005
- Smettem, K.R.J., 1992, The Relation of Earthworm to Soil Hydraulic Properties, *Soil Biol. Biochem* 24:1539—1543
- Sutanto, Rachman, 2002, *Pertanian Organik*, Penerbit kanisius, Yogyakarta
- Wang, J., J.D. Hesketh, and J.T. Woolley, 1986, Preexisting Channels and Soybean Rooting Patterns, *Soil Sci.* 141:432-437
- Williams, C.N., J.O. Uzo, dan W.T.H. Peregrine, 1993, *Produksi Sayuran di Daerah Tropika*, UGM Press, Yogyakarta