

PENENTUAN MEDIA TANAH SEBAGAI EVAPOTRANSPIRATION BED DENGAN TANAMAN KANA (*Canna sp.*) DAN PACAR AIR (*Impatiens balsamina*) UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK

THE USE OF SOIL MEDIUM FOR EVAPORATION BED, USING *Canna sp.* AND *Impatiens balsamina* FOR DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT

Ismiyani Rosiyana¹⁾ dan Sonny Soenarsono¹⁾
¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS

Abstrak

Dengan memanfaatkan perbedaan isapan matriks tanah dan variasi gradasi butiran tanah dengan sistem butiran keatas yang semakin kecil sebagai media yang ditanami dengan tanaman Kana (*Canna sp.*) dan Pacar Air (*Impatiens balsamina*) untuk mengalirkan air limbah domestik secara *upflow* dan mengevapotranspirasikannya sehingga terjadi penurunan kadar air limbah domestik dan total coli dalam tanah. Untuk tanaman Kana, berdasarkan evapotranspirasi kumulatifnya didapatkan yang optimal adalah variasi I yang tersusun dari tanah taman-pasir 0,15 mm – pasir 0,297 mm dengan nilai 5.055,5950 gram. Removal coli terbesar yaitu 99,62 %. Untuk tanaman Pacar Air, berdasarkan besar evapotranspirasi kumulatifnya yang optimal adalah variasi IV dengan susunan tanah lempung-pasir 0,297 mm – pasir 0,425 mm dengan nilai 5.620,6816 gram. Removal coli terbesar yaitu 98,89 %.

Kata kunci : evaporasi, kana, pacar air, removal

Abstract

Soil medium implanted with *canna sp.* and *impatiens balsamina* was used for treating domestic wastewater with upflow method. The expected mechanism of pollutant and coliform removal was suction by soil matrix, soil particle gradation, and evapotranspiration. The optimum cumulative evapotranspiration of 5.055.5950 g in soil implanted by *canna sp.* was reached in the soil composition of 0,25 mm garden soil and 0,297 mm sand. The removal of coliform bacteria in this soil composition was 99,62%. In soil implanted by *Impatiens balsamina*, the optimum cumulative evaporation of 5.620,6816 g was achieved when the soil was composed of 0,297 mm sandy clay and 0,425 mm sand. The coliform removal in this composition was 98,89%.

Keywords : evaporation, canna, *impatiens balsamina*, removal

1. PENDAHULUAN

Selama ini air limbah domestik, terutama air limbah rumah tangga langsung dibuang ke sungai. Hal ini akan menambah beban pencemaran sungai, karena selain menampung air limbah domestik, sungai juga menerima air limbah non domestik terutama dari industri. Untuk mengurangi beban pencemaran, baik pencemaran yang terjadi disungai maupun yang terjadi selama air limbah tersebut melewati saluran yang menuju ke sungai dan pencemaran air tanah, diharapkan dengan proses evapotranspirasi yang terjadi pada tanah yang ditanami tanaman maka air buangan domestik dan efluen dari tangki septik tersebut dapat dialirkan melalui

media tanah kemudian diuapkan (Tjitrosoepomo, 1993)

Sebagai benda alam, tanah merupakan sistem dispersi tiga fase yang selalu seimbang dengan dinamis. Ketiga fase tersebut adalah fase padat, fase gas, fase cair, merupakan sistem yang selalu berubah namun selalu berada dalam keadaan seimbang. Pada keadaan kering, misalnya rongga yang ditempati oleh udara tanah lebih banyak dibandingkan yang ditempati cairan. Bila tanah tersebut menjadi basah, baik karena pengairan maupun karena hujan, maka rongga yang berisi cairan bertambah banyak, dan rongga yang berisi udara berkurang. Jika tanah digemburkan, misalnya dengan pengolahan

maka bagian relatif yang terisi udara bertambah dan bagian relatif yang berisi padatan berkurang. Sebaiknya bila tanah dipadatkan maka bagian relatif padatan bertambah dan bagian relatif udara berkurang (Islamie, 1995).

Tekstur tanah adalah perbandingan antara partikel-partikel pasir, debu dan liat yang menyusun tanah. Penggolongan tekstur ini didasarkan pada partikel yang berukuran kurang dari 2 mm. Apabila partikel yang berukuran lebih besar dari 2 mm ada dalam jumlah yang cukup banyak maka pemberian nama tekstur itu ditambah dengan berkerikil atau berbatu. Tekstur tanah menunjukkan kasar atau halus suatu tanah. Menurut sistem USDA, pasir merupakan suatu fraksi berukuran suatu fraksi berukuran 2.0-0.05 mm. Debu adalah suatu fraksi berukuran 0.05-0.002 mm. Liat adalah suatu fraksi yang berukuran lebih kecil dari 0.002 mm. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut (Das, 1991).

Kehilangan uap air pada tanah terjadi dengan dua cara yaitu evaporasi air pada permukaan tanah dan transpirasi air pada permukaan daun, dimana air tersebut diadsorpsi tumbuhan dan disalurkan ke daun-daun. Gabungan kedua kehilangan uap air oleh kedua proses tersebut disebut evapotranspirasi. Faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi antara lain sinar energi, tekanan uap atmosfer, suhu, angin (Andani dan Foth, 1988).

Air limbah domestik/rumah tangga adalah air buangan dari pemukiman yang komposisinya terdiri dari buangan tubuh manusia (tinja dan urine) dan buangan dapur dan kamar mandi yang berasal dari air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dimana sebagian besar merupakan bahan-bahan organik.

Tingkat pencemaran air limbah oleh mikroorganisme dapat ditentukan dengan menggunakan mikroorganisme indikator, dimana kehadirannya dapat menjadi petunjuk adanya pencemaran oleh tinja, yang erat kaitannya dengan kemungkinan terdapatnya mikroorganisme patogen (Trihadiningrum,

1995). Dari mikroorganisme patogen ini, yang cocok untuk dipakai sebagai indikator adalah organisme coliform grup karena merupakan penghuni saluran usus dari manusia dan hewan berdarah hangat, dan biasanya terdapat dalam jumlah banyak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar air total pada media *evapotranspiration bed* dan mengetahui besar evapotranspirasi kumulatifnya, mengetahui susunan tekstur tanah yang optimal sebagai media *evapotranspiration bed*, membandingkan dua macam tanaman yang berbeda yang dapat digunakan untuk proses evapotranspirasi yang optimal dan mengetahui kandungan total Coli pada media tanah yang mengalami proses evapotranspirasi.

2. METODOLOGI

Tahapan penelitian yang dilakukan antara lain, *pertama*, analisa konduktifitas hidrolis. Untuk lempung, metode yang digunakan adalah metode *Falling Head Test*. Sedangkan untuk pasir dan tanah taman digunakan metode *Constant Head Test*. Akan diambil nilai yang terbesar untuk menentukan ketinggian alas *Evapotranspiration Bed* sebagai tempat penampungan air limbah sebelum pengaliran. *Kedua*, penentuan media tanah dan tanaman *Evapotranspiration Bed* air limbah domestik. Pada penelitian ini media yang digunakan adalah pasir (0,15 mm – 0,6 mm), tanah lempung (0,075 mm), dan tanah taman. Sedangkan tanaman yang digunakan adalah Kana dan Pacar Air. *Ketiga*, persiapan media evapotranspirasi. Sebelum digunakan, tanah terlebih dahulu dikeringkan dengan dijemur dibawah sinar matahari dan diangin-anginkan. Kemudian pasir diayak dengan menggunakan ayakan mekanis untuk mendapatkan pasir dengan diameter yang berbeda yaitu 0,15 mm, 0,297 mm, 0,425 mm, dan 0,6 mm. Pasir yang sudah dibedakan, ditempatkan pada bed masing-masing sesuai dengan volume yang diperlukan, demikian pula dengan tanah lempung, dan tanah taman. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

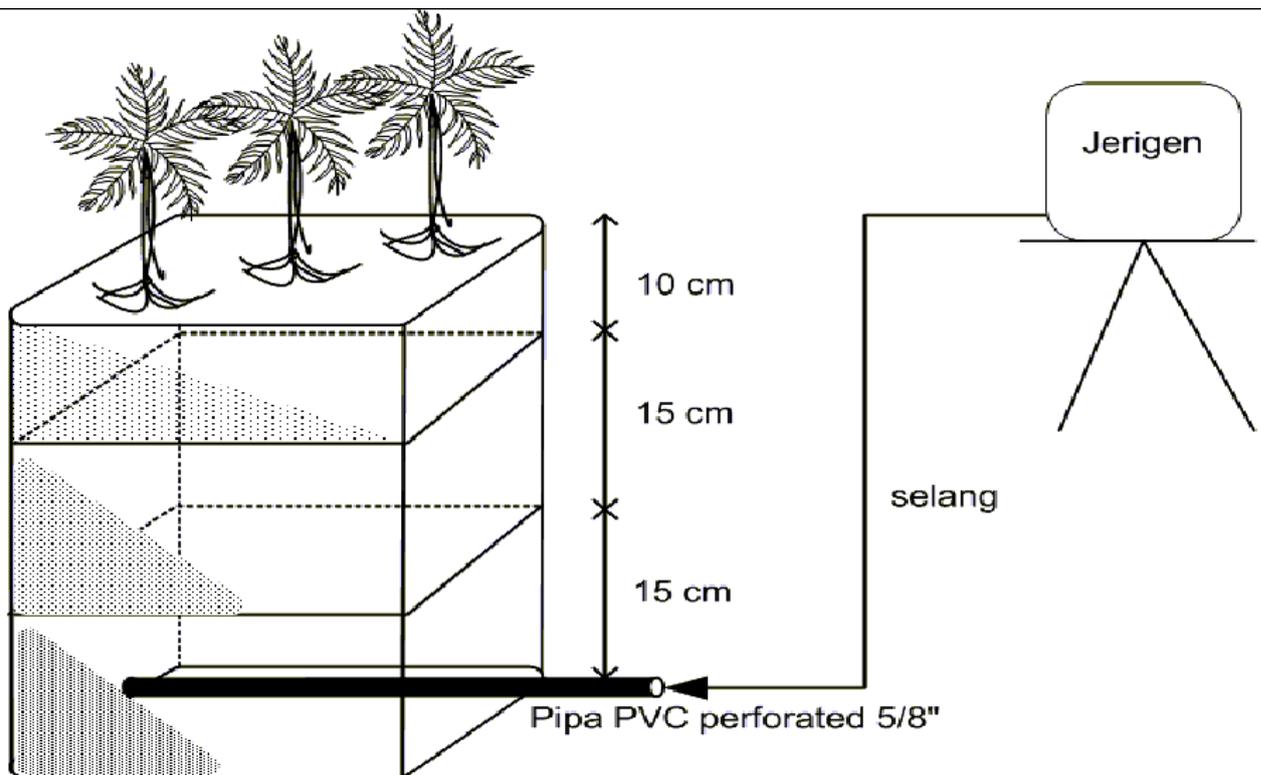
Tabel 1. Variasi Evapotranspirasi Bed

Tebal (cm)	Tanaman Kana				Tanaman Pacar air			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
10	t. taman	t. taman	t. taman	lempung	t. taman	t. taman	t. taman	Lempung
15	pasir 0,15	Pasir 0,425	Pasir cam	Pasir 0,297	Pasir 0,15	Pasir 0,425	Pasir cam	Pasircam
15	Pasir 0,297	Pasir 0,6	Pasir camp	Pasir 0,425	Pasir 0,297	Pasir 0,6	Pasir camp	Pas 0,425

Direncanakan setiap *evapotranspiration bed* terdiri dari tiga lapisan tekstur tanah dengan gradasi butiran semakin keatas semakin kecil. Tanaman Kana diambil yang tingginya sekitar 40 cm, sedangkan Pacar Air digunakan tanaman yang jumlah percabangannya hampir sama. Volume air limbah yang dialirkan sebanyak 6 liter (untuk tanaman Kana dan 7 liter (untuk tanaman Pacar Air). Alat-alat yang digunakan adalah jerigen bekas 25 liter (bagian atas telah dipotong), selang 5/8" untuk mengalirkan limbah ke dalam bed (wadah), jerigen 5 liter sebagai tempat air limbah sebelum masuk ke bed, pipa PVC 5/8" yang telah dilubangi. Analisa

pendahuluan dilakukan untuk perhitungan penurunan kadar air dan total Coli selama proses evapotranspirasi berlangsung dengan metode gravimetri (kadar air) dan MPN (total Coli). Analisa pendahuluan (kadar air dan total Coli) yang dilakukan pada sampel tanah untuk setiap pengamatan.

Sedangkan untuk analisa media transportasi dilakukan pada sampel tanah untuk setiap pengamatan, dimana dilakukan analisa kadar air, total Coli dan dilakukan juga penukuran *suction* tanah. Adapaun susunan reaktor yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Susunan Peralatan Pada *Evapotranspiration Bed*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada analisa ini dilakukan dua metode yaitu metode *Falling Head* untuk tekstur tanah lempung dan metode *Constant Head* untuk tekstur tanah pasir dan tanah taman. Untuk perhitungan metode *Constant Head* digunakan rumus seperti pada Persamaan 1 di bawah ini. :

$$K = \frac{(V/A.t)}{H/L-1} \quad (1)$$

dimana :

- K = konduktifitas hidrolis
- V = Volume air tertampung
- L = Tebal lapisan tanah
- A = Luas penampang tabung plastik
- H = Head hidrolis
- t = Waktu

Sedangkan perhitungan metode *Falling Head*, digunakan rumus seperti pada Persamaan 2 berikut.:

$$K = 2,303 \text{Log} \left[\frac{a.L}{A.t} \right] \text{Log} \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \quad (2)$$

dimana :

- K = Konduktifitas hidrolis tanah
- a = Luas penampang dalam burette
- L = Tebal lapisan tanah
- h = Head hidrolis
- A = Luas penampang tabung plastik
- T = Waktu

Untuk nilai konduktifitas hidrolis pada masing-masing jenis tanah dengan metode *constant head* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Konduktifitas Hidrolis Tanah Metode *Constant Head*

Jenis tanah	Ø (mm)	Ø Tabung (cm)	L (cm)	H (cm)	V (cm)	t (dtk)	K (cm/dt)
Tanah taman	0,075					7,3	
	-	6	6	43	50	6,8	0,043
	2					6,1	
Pasir	0,015	6	6	52	10	59,5	0,0075
						52	
						38,1	
Pasir	0,3	6	6,5	21	50	38,2	0,021
						38,5	
						35,2	
Pasir	0,43	6	6,5	21	50	34,8	0,023
						35	
						18	
Pasir	0,6	6	6	22	50	16,5	0,039
						17	

Sedangkan konduktifitas hidrolis tanah dengan metode *falling head* dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Konduktifitas Hidrolis Tanah Metode *Falling Head*

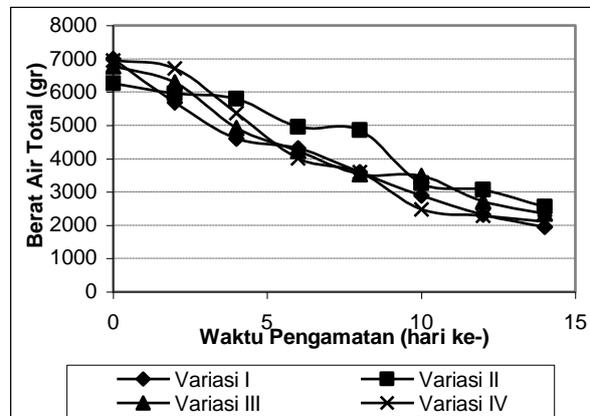
Jenis	L (cm)	T (dt)	V (ml)	H (cm)	K (cm/dt)
Lempung A	5,5		0	90	
		1032	16,3	72,5	$7,203 \cdot 10^{-6}$
		900	17,4	71,5	$5,306 \cdot 10^{-6}$
Lempung B	5,5	1800	18,4	70	$4,05 \cdot 10^{-6}$
			12,8	88	
		7,21	14,2	74	$3,425 \cdot 10^{-6}$
Lempung C	5,5	7320	19,8	68	$3,972 \cdot 10^{-6}$
		7260	24,8	63	$3,617 \cdot 10^{-6}$
			2	76,5	
Lempung C	5,5	2880	4,2	74,3	$3,483 \cdot 10^{-6}$
		3900	6,5	72	$2,772 \cdot 10^{-6}$
		3300	8,3	70,2	$2,634 \cdot 10^{-6}$

Perhitungan konduktifitas tanah pada Tabel 2 dan Tabel 3 di atas selanjutnya dipakai untuk menghitung *head* yang diperlukan bagi pengaliran di *evapotranspiration bed*.

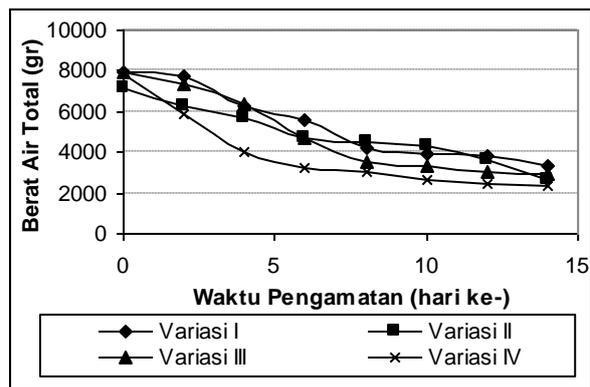
Proses *evapotranspirasi* adalah proses hilangnya air limbah domestik dari permukaan air tanah melalui

penguapan pada *evapotranspiration bed* yang ditanami tanaman ana dan tanaman Pacar Air. Meskipun pada proses ini terjadi proses evaporasi dan transpirasi, karena kedua proses terjadi secara simultan maka kedua proses ini sulit untuk dipisahkan.

Dengan menggunakan perhitungan kadar air dapat diperoleh berat air total yang ada di ketiga lapisan tanah pada *bed* tersebut. Berat air total yang masuk dikurangi berat air total yang ada di ketiga lapisan tanah adalah banyaknya air yang dievapotranspirasikan dan merupakan nilai komulatif sesuai dengan waktu pengamatan seperti terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut ini.



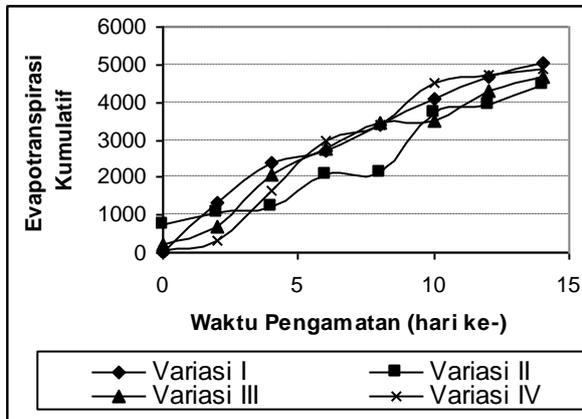
Gambar 2. Grafik Berat Air Total Pada *Bed* Dengan Tanaman Kana



Gambar 3. Grafik Berat Air Total Pada *Bed* Dengan Tanaman Pacar Air

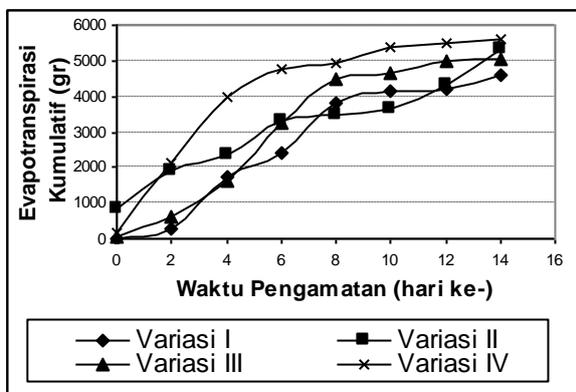
Dari perhitungan berat air total, didapatkan bahwa berat air total pada *bed* semakin lama semakin kecil, ini membuktikan bahwa terjadi pengurangan volume total air yang ada pada media tanah berarti air yang hilang adalah jumlah air yang dievapotranspirasikan.

Dengan berkurangnya berat air total maka besar evapotranspirasi komulatif semakin tinggi. Untuk tanaman Kana, evapotranspirasi komulatif yang terbesar pada Bed variasi I sebesar 5.055,5950 gram seperti terlihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik Evapotranspirasi Komulatif Pada Bed dengan tanaman Kana

Sedangkan untuk tanaman Pacar Air, evapotranspirasi komulatif terbesar terdapat pada bed variasi IV sebesar 5.620,6818 gram seperti terlihat pada Gambar 5.

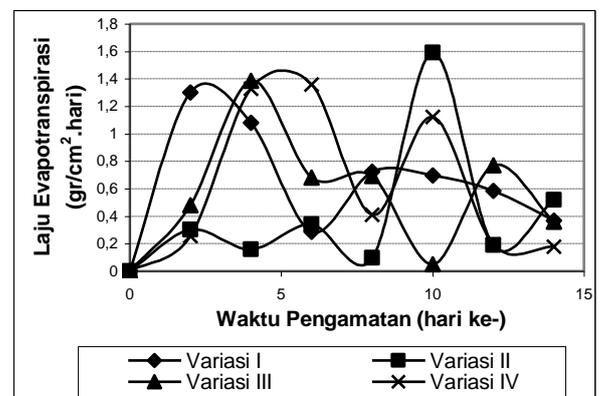


Gambar 5. Grafik Evapotranspirasi Komulatif Pada Bed dengan Tanaman Pacar Air

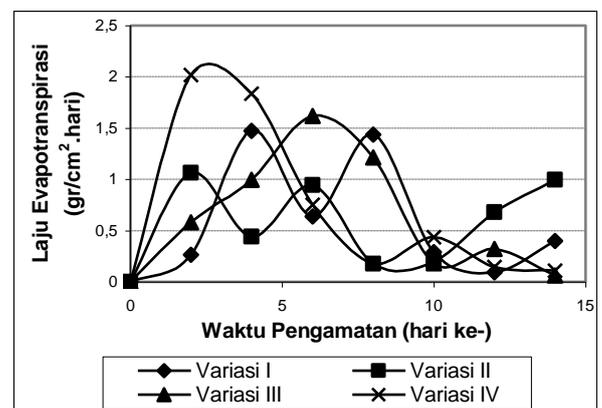
Hal ini menunjukkan untuk tanaman tertentu tidak harus evapotranspirasi yang paling optimal adalah pada variasi media tanah yang sama. Proses evapotranspirasi dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain suhu, kelembababan, sinar matahari dan angin. Penelitian ini bertempat di ruang kaca, dimana dinding dan atapnya menggunakan bahan kaca. Pada siang hari sinar matahari akan langsung menembus ruang kaca. Proses transpirasi pada tanaman berkaitan dengan membukanya stomata atau mulut daun yang mana dipengaruhi oleh sinar matahari, ba-

nyak sinar berarti mempercepat kegiatan transpirasi yaitu dengan membukanya stomata daun (Tjitrsoepomo, 1993).

Penentuan variasi terbaik juga dilihat dari laju evapotranspirasinya yaitu selisih nilai evapotranspirasi komulatif dibagi selisih waktu pengamatan dan luas permukaan (20x25cm²). Dimana satuannya adalah gram/cm².hari. Untuk tanaman Kana pada variasi I sebesar 0,6303 gram/cm².hari, sedangkan untuk tanaman Pacar Air sebesar 0,6848 gram/cm².hari. Hasil perhitungan laju evapotranspirasi dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik Laju Evapotranspirasi Pada Bed Dengan Tanaman Kana

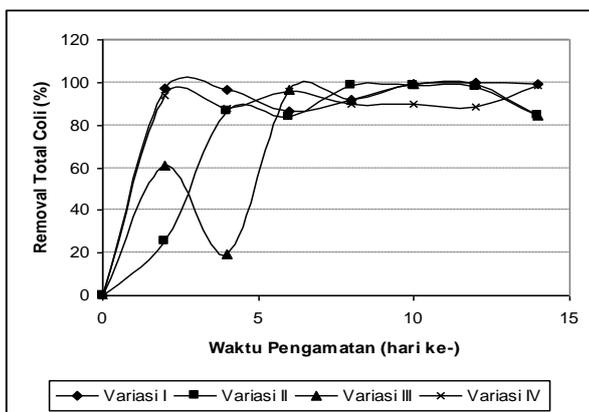


Gambar 7. Laju Evapotranspirasi Pada Bed Dengan Tanaman Pacar Air

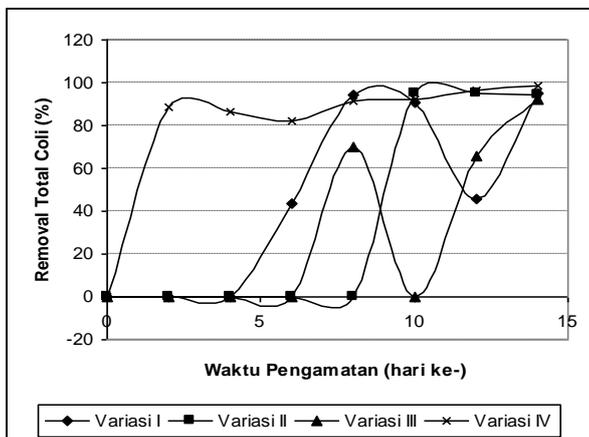
Dari penelitian yang dilakukan, *evapotranspiration bed* kontrol juga perlu diperhatikan. *Bed* kontrol ini tidak diambil sampelnya secara berulang kali, tetapi hanya satu kali saja yaitu pada pengamatan hari terakhir, maka tanah *bed* tidak akan rusak karena berlubang-lubang akibat pengambilan sampel yang akan mengganggu proses evapotranspirasi, sehing-

ga nilai evapotranspirasi pada *bed* ini cukup mawakili.

Pada analisa pendahuluan, untuk tanaman Kana jumlah total Coli sebesar 2.700.000 (MPN/100ml) dan untuk tanaman Pacar Air sebesar 6.440.000 (MPN/100ml). Penyisihan Total Coli didapatkan dengan menghitung selisih antara total coli untuk setiap waktu pengamatan dengan total coli pada saat hari ke-0 dibagi total Coli pada hari pengamatan dan dinyatakan dalam persen (%). Hasil penyisihan Total Coli dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 8. Grafik Removal Total Coli Pada Bed Dengan Tanaman Kana



Gambar 9. Grafik Removal Total Coli Pada Bed Dengan Tanaman Pacar Air

Removal total Coli pada tanaman Kana variasi I yaitu 99,62 %, dan pada tanaman Pacar Air pada variasi IV yaitu 98,89 %. Berarti semakin kecil variasi butiran removal total Coli juga semakin besar. Semakin kecil kadar air limbah yang berada Bed, jumlah total Coli yang didapatkan juga semakin kecil. Nilai penyisihan yang fluktuatif (naik

turun) disebabkan oleh distribusi pengaliran air yang tidak merata sehingga jumlah Total Coli yang berada pada reaktor juga tidak merata.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dengan susunan diameter butiran ke atas semakin kecil maka air limbah domestik dapat bergerak naik ke atas permukaan tanah. Kemudian untuk tanaman Kana, variasi jenis media yang paling optimal dengan besar evapotranspirasi kumulatif 5.055,8 gram adalah variasi I yaitu media tanah taman, pasir diameter 0,15mm dan pasir diameter 0,297 mm, sedangkan untuk tanaman Pacar Air, variasi jenis media yang paling optimal dengan besar evapotranspirasi kumulatif 5620,6816 gram adalah variasi IV yaitu media lempung, pasir diameter 0,297 mm dan pasir diameter 0,425 mm. Penyisihan Total Coli tertinggi untuk tanaman Kana pada Variasi I sebesar 99,62 % dan penyisihan Total Coli tertinggi untuk tanaman Pacar Air pada variasi IV sebesar 98,89 %.

4.2. Saran

Perlunya penelitian lebih lanjut dengan memvariasikan ketebalan tiap-tiap lapisan tanah, sehingga didapatkan proses evapotranspirasi optimal. Dapat pula diteliti penggunaan *Evapotranspiration Bed* ini sebagai *Sludge Drying Bed* dengan catatan kadar air pada sludge tersebut lebih kecil dari lapisan tanah yang paling atas sehingga proses evapotranspirasi dapat terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andani, S. dan Foth, HD. (1988) . **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. John Wiley & Sons . Gajah Mada Univ. Press
- Das, B.M. (1991) . **Mekanika Tanah, Air Dan Tumbuhan** . IKIP Semarang Press.
- Islamie T. (1995). **Hubungan Tanah, Air dan Tumbuhan**. IKIP Semarang Press.
- Tjitrosoepomo, G. (1993). **Taksonomi Tumbuhan**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Trihadiningrum, Y. (1995). **Mikrobiologi Lingkungan**. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Surabaya.