APLIKASI *RAIN GARDEN* UNTUK MEMPERINDAH DAN MENINGKATKAN KUALITAS LINGKUNGAN KOTA

THE APPLICATION OF RAIN GARDEN TO BEAUTIFY AND IMPROVE ENVIRONMENTAL QUALITY OF CITY

Nova Annisa[1], Rony Riduan[2] dan Hafiizh Prasetia [3]

1. *Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km.37, Banjarbaru, Kode Pos 70714, Indonesia*
2. *Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km.37, Banjarbaru, Kode Pos 70714, Indonesia*
3. *Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. MT. Haryono 169, Malang, Kode Pos 65145, Indonesia*

E-mail: aiyuvasha@unlam.ac.id

ABSTRAK

Adanya pembangunan fasilitas umum seperti perumahan, jalan, dan fasilitas lainnya menyebabkan terjadi perubahan bentang alam dari yang alami menjadi serba kaku dan keras. Menyebabkan air hujan yang turun didaerah ini tidak terserap dan menjadi air limpasan yang akan mengganggu lingkungan sekitar. Salah satu cara untuk dapat mengelola air hujan tersebut dengan cara membangun rain garden di lokasi tersebut. Rain garden dibuat dengan cara yang sederhana dan tidak memerlukan adanya persiapan atau perlakukan khusus. Namun, keberadaan rain garden dapat memberikan keuntungan yang besar bagi manusia dan lingkungannya.

Kata kunci: *rain garden*, mengelola air hujan, kualitas lingkungan

ABSTRACT

The construction of public facilities such as housing, roads, and other facilities led to a change of the natural landscape becomes completely stiff and hard. Causing rain water that fell in this area is not absorbed and becomes water runoff that would disturb the neighborhood. One way to manage the rainwater by building a rain garden at the site. Rain garden made in a way that is simple and does not require any preparation or special treatment. However, the existence of a rain garden can provide great benefits for humans and the environment.

Keywords: rain garden, managing rainwater, environmental quality

1. PENDAHULUAN

Adanya pembangunan perumahan menyebabkan terjadi perubahan bentang alam dari yang alami menjadi serba kaku dan keras. Menyebabkan air hujan yang turun didaerah ini tidak terserap dan menjadi air limpasan yang akan mengganggu lingkungan sekitar. Rata-rata hujan yang turun didaerah tropis sangat lebat dan dalam intensitas yang tinggi yaitu lebih dari 2.000 mm tahun^{-1} (Dibyo, 2014). Hujan selama dua jam saja dapat menimbulkan genangan air, bahkan banjir. Hal tersebut terjadi karena masyarakat hanya bisa mengandalkan saluran air sebagai pelimpas air hujan. Masalahnya, kebanyakan saluran air tak berfungsi dengan baik akibat tersumbat oleh sampah atau karena sedimentasinya yang tak pernah dikeruk. Pada akhir-akhir ini, masyarakat diperkenalkan teknik penyerapan air hujan untuk meringankan beban saluran air. Teknik penyerapan tersebut antara lain pembuatan biopori, sumur resapan, *conblock* atau *grass block.* Semua teknik tersebut dapat diterapkan di halaman rumah masing-masing. Tetapi masalahnya, teknik-teknik ini masih memiliki kekurangan. Air hujan kemungkinan membawa polutan atau bahkan zat-zat kimia yang berbahaya bagi manusia seperti tembaga, kadmium, krom, timah, dan seng, yang terlarut dalam air hujan.

Rain garden menjadi sebuah teknologi murah, yang ramah lingkungan untuk keberlanjutan lingkungan. *Rain garden* dapat menjadi salah satu alternatif dan terbukti bisa mengatasi masalah zat-zat berbahaya tersebut di atas (Coffman, 2000; Billow, 2002). Keberadaan *rain garden* dapat mengundang beberapa hewan liar untuk datang, seperti kupu-kupu, burung, dan lebah. Namun dalam *rain garden* kita tidak perlu mengkhawatirkan keberadaan nyamuk. Desain dan kontruksi *rain garden* dirancang untuk dapat menyerap air maksimal selama 3 hari, sedangkan nyamuk memerlukan waktu 5 hari dari telur sampai menjadi dewasa, di dalam air. Secara umum pembangunan *rain garden* agak sedikit berbeda dari pembangunan taman. *Rain garden* harus dibangun mengikuti waktu yang direkomendasikan, rencana desain, letak, maupun kontruksinya agar *rain garden* dapat berfungsi secara maksimal (Bannerman, 2003; Bell, *et al*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013). Berdasarkan latar belakang tersebut maka dirumuskan permasalahan ini meliputi:

1. Bagaimana aplikasi *rain garden* untuk perumahan ?
2. Bagaimana aplikasi *rain garden* untuk peneliti ?

2. RAIN GARDEN

Rain garden adalah sebuah hamparan alami seperti sebuah taman, yang terdiri dari kombinasi tanah, serasah daun, dan tanaman. *Rain garden* disebut juga sebagai daerah bioretensi, dimana di desain untuk menampung sementara air hujan, melakukan penyaringan, dan membantu proses infiltrasi dan evaporasi (Bannerman, 2003; Bell *et al,* 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).*Rain garden* dirancang untuk mengalirkan limpasan cepat dengan melakukan infiltrasi yang dipercepat. *Rain garden* dibuat dalam skala rumah tangga, tidak ada rekayasa alam, dan menggunakan tanah asli (Dietz & Clausen, 2005; Dietz, 2011). Menggunakan tanaman spesies asli daerah setempat yang mengandung unsur estetika, dan membantu proses penyerapan dengan adanya zona perakaran aktif melalui makro pori. *Rain garden* tidak hanya memperindah suatu daerah, tetapi mempunyai manfaat yang besar bagi lingkungan.

Untuk membuat *rain garden* melibatkan beberapa hal, antara lain: siklus hidrologi, tata letak, konservasi sumberdaya, penciptaan habitat buatan, siklus nutrisi, sifat kimia tanah, holtikultura, desain

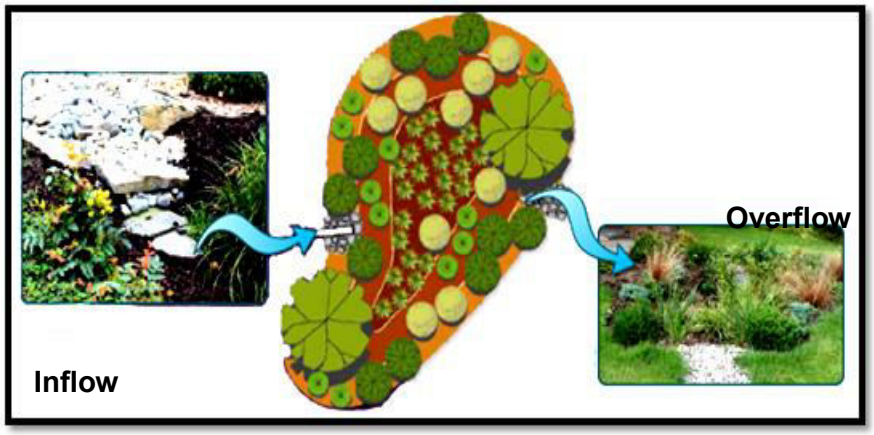
permukaan, dan ekologi (Hinman, 2007; Santisi, 2011; Hinman, 2013). Walaupun terdengar sangat komplek, tetapi *rain garden* sangat mudah dalam aplikasi dan perawatannya. *Rain garden* dapat dibentuk sesuai dengan lingkungan rumah yang dimiliki.

Rain Garden Untuk Perumahan

Adanya pembangunan perumahan menyebabkan terjadi perubahan bentang alam dari yang alami menjadi serba kaku dan keras. Menyebabkan air hujan yang turun didaerah ini tidak terserap dan menjadi air limpasan yang akan mengganggu lingkungan sekitar. Salah satu cara untuk dapat mengelola air hujan tersebut dengan cara membangun *rain garden* di lokasi perumahan tersebut. *Rain garden* dibuat dengan cara yang sederhana dan tidak memerlukan adanya persiapan atau perlakukan khusus. Berikut ini akan dijelaskan beberapa langkah dalam membuat *rain garden* tersebut.

a. Penentuan Lokasi dan Desain Aliran Air Masuk

Rain garden biasanya diletakkan di daerah yang mempunyai cukup ruang dan tidak digunakan untuk tujuan lain dimasa yang akan datang. *Rain garden* diletakan dalam jarak 10 meter dari pondasi rumah. Untuk menghindari air masuk ke dalam ruang bawah tanah dan menyebabkan keretakan pada pondasi rumah. *Rain garden* jangan dibangun dekat dengan tangki septik. Jika lokasi menanjak dari tangki septik, setidaknya menyediakan jarak minimal 50 kaki (15,24 m), dan jika lokasi menurun dari sistem tangki septik memberikan jarak minimal 10 kaki (3,05 m) dari *rain garden.*
Air hujan yang turun dapat mengalir ke *rain garden* melewati daerah hamparan, melalui sengkedan yang terbuka yang dihiasi dengan tanaman dan bebatuan atau melalui pipa. Bagaimanapun teknik yang digunakan, perlu diperhatikan tentang kemiringan lahan dan menjaga *rain garden* dari bahaya erosi. Kemiringan yang disarankan adalah 2% atau kurang dari itu. Dinding Sengkedan atau daerah hamparan *rain garden* dilindungi dengan tanaman atau dengan bebatuan, dan tidak diperlukan desain yang khusus. Jika kemiringan lebih dari 2% dan air secara langsung melalui sebuah sengkedan, perlu diperhatikan pentingnya penambahan batu kecil di saluran setiap 5 sampai 10 kaki untuk membuat aliran menjadi lambat. Jika air masuk ke dalam *rain garden* dari sebuah sengkedan atau pipa, maka sebuah batu dapat ditempatkan di bagian depannya untuk memperlambat aliran air dan mencegah terjadinya erosi (Gambar 1) (Hinman, 2007; Hinman, 2013).



Gambar 1. Desain Aliran Air Pada *Rain Garden* (Hinman, 2013).

b. Pembuatan *Layout Rain Garden*

Langkah pertama adalah melihat kesesuaian layout dengan lokasi, apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan. Perlu di ingat bahwa penentuan lokasi harus didasarkan pada pertimbangan yang telah disebutkan pada bab sebelumnya. Peralatan seperti tali, selang, cat dasar atau kapur adalah cara yang baik untuk menandai batas-batas *rain garden* dengan mudah. Adapun penggunaan dari peralatan tersebut disesuaikan dengan kondisi yang ada. Penggunaan patok kayu dimaksudkan untuk menandai aliran masuk air hujan ke dalam *rain garden* seperti yang telah direncanakan. Sebelum dilakukan penggalian, dipastikan tidak terdapat fasilitas bawah tanah yang berada di lokasi *rain garden* yang akan dibuat.Dalam membuat layout perlu di ingat bahwa lokasi *rain garden* harus diluar kanopi pohon besar atau pun semak besar yang sudah dulu tumbuh di daerah itu. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghindari daerah dangkal karena terhalang oleh akar tanaman tersebut. Gambar 2 menyajikan tentang salah satu contoh layout *rain garden*(Bannerman, 2003; Bell, *et al*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Gambar 2. Layout *Rain Garden*(http://naturalearning.org/sites/default/files/sidebar_imgs/oct%20homecoming%20trike%20path%20006_0.jpg?1357842983).

c. Penggalian Tanah

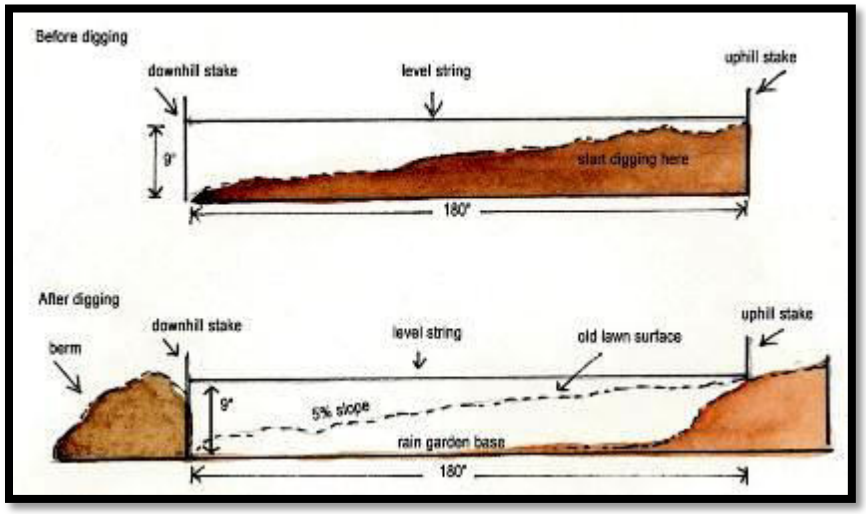
Sebelum menggali, penentuan kedalaman penggalian diperlukan untuk mengakomodasi kedalaman genangan, campuran tanah, dan daerah penahan limpasan. Penggalian dilakukan pada tanah yang cukup datar dengan kemiringan lahan kurang dari 5%. Direkomendasikan kedalaman genangan adalah 6 inci (15,24 cm) atau 12 inci (30,48 cm). Rekomendasi kedalaman penahan limpasan adalah minimum 6 inci (15,24 cm). Rekomendasi kedalaman tanah campuran adalah 12 inci (30,48 cm) sampai 24 inci (60,96 cm).

Selama proses penggalian sebaiknya dihindari pemadatan lahan oleh penggunaan mini excavator atau mesin penggali lainnya. Operasi mesin sebaiknya ditempatkan di luar lokasi *rain garden*. Selain itu, peralatan menggali lainnya diletakan jauh dari lokasi *rain garden* (Bannerman, 2003; Bell, *et al*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

d. Penggalian Pada Tanah Miring

Jika areal *rain garden* memiliki kemiringan lahan lebih dari 5%, maka sebaiknya dipertimbangkan metode berikut:

1. Metode pertama: menggali sisi menurun hingga mencapai kedalaman yang diinginkan dan menciptakan dasar yang datar. Dilakukan penggalian yang lebih dalam sebagai tempat penampung limpasan. Tanah yang tergali dapat digunakan untuk menguatkan sisi lereng lainnya, atau di buang ke lahan lainnya. Metode pertama ini menyebabkan kedua lereng memiliki ketinggian yang berbeda.
2. Metode kedua: Sebuah metode alternatif yaitu dengan menggali tanah pada sisi menurun. Mengatur tanah hasil galian tersebut untuk dibuat tanggul pada sisi yang lainnya. Ketinggian antara tanggul yang satu dengan tanggul yang baru dibuat adalah sama (Gambar 6). Jika metode ini dipilih, maka hal berikut yang sebaiknya dilakukan :
   - Mengatur jarak sekitar 5 kaki (1,52 m), dari sisi lereng dengan tanggul baru yang akan dibuat.
   - Membentangkan tali untuk mengukur ketinggian tanggul dan lereng agar sama. Tali dibentangkan dengan bantuan tongkat kayu. Membuat replikanya sebanyak 5 buah, agar hamparan benar-benar rata tidak ada perbedaan ketinggian.



Gambar 3. Menggali Tanah dengan Menggunakan Metode Kedua (http://www.lagrangeny.org/cac/RG%20diagram.jpg).

e. Menciptakan dasar lantai yang datar

Rain garden memiliki lantai dasar yang datar. Cara mudah untuk menciptakan itu, dapat dengan menyapu tanah dengan papan panjang yang lurus (Gambar 4). Dengan bantuan papan itu, sebaran tanah akan merata tidak meninggalkan bagian yang berlubang pada lantai dasar. Selain itu dapat menggunakan alat laser level.

Gambar 4. Membuat Lantai *Rain Garden* yang Datar (http://i1.ytimg.com/vi/u7fyLEUS9gI/maxresdefault.jpg).

f. Penggunaan Tanah yang Sesuai untuk *Rain Garden*

Ada tiga pilihan untuk menyediakan tanah bagi *rain garden*. Pilihan tersebut yaitu:

1. Pilihan pertama: menggali dan mengganti tanah asli dengan tanah campuran yang baru. Pilihan ini digunakan ketika tanah di lokasi *rain garden* berkualitas buruk. Tanah dengan kandungan liat yang tinggi, mempunyai sifat tidak dapat menyerap air dengan baik, dan tidak bagus untuk pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu tanah dengan kandungan liat yang tinggi harus diganti dengan campuran tanah yang baru, dengan kedalaman yang dianjurkan adalah 24 inci (60,96 cm). Tanah yang baru ini diharapkan mampu mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik.Campuran tanah *rain garden* biasanya mengandung sekitar 60% pasir yang disaring dan 40% kompos. Campuran tanah dengan bioretensi tinggi juga dapat digunakan dalam *rain garden* ini (Gambar 5) (Winogradoff, 2001).

Gambar 5. Menggali dan Mengganti Tanah Asli dengan Tanah Campuran (http://www.wastormwatercenter.org/files/gallery/MvLmViVduzQe5pPM.jpg).

2. Pilihan kedua: menggali dan mengubah komposisi tanah yang ada dengan menambahkan kompos, kemudiam memasukan kembali ke dalam galian *rain garden*. Pilihan kedua ini digunakan apabila kualitas tanah asal sudah cukup baik, tanpa terlalu banyak tanah liat. Pada bagian tanah yang digali, dilonggarkan dengan menggunakan sekop atau garu. Hal ini untuk menghindari pemadatan oleh tanah, meningkatkan drainase dan meningkatkan pertumbuhan akar.
   Untuk mencampurkan tanah, digunakan metode berikut:
   - Jika menggali ke bawah dari permukaan tanah yang datar, biasanya hanya akan menggunakan kembali 2/3 dari tanah yang digali. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan untuk membuat dua buah tumpukan tanah. Tumpukan pertama dengan 2/3 tanah ditempatkan terpisah, tumpukan kedua dengan 1/3 tanah sisa. Ditambahkan 1/3 kompos ke dalam tumpukan pertama. Campuran tersebut kemudian dihomogenkan sebelum tanah campuran itu dimasukan kembali ke dalam tanah.
   - Menggunakan semua tanah gali dan dicampur dengan 1/3 kompos dari total volume tanah. Tanah yang berlebih digunakan untuk menguatkan tanggul *rain garden*. Kegiatan ini mencegah terjadinya efek samping dari pembuangan tanah sisa.
3. Pilihan ketiga adalah mengubah tanah di tempat, yaitu dengan menambahkan kompos yang dimasukan ke dalam tanah dengan kedalaman yang tepat. Pilihan ini digunakan ketika tanah di lokasi rain garden memiliki kualitas yang baik, kandungan liat tanah kecil, dan memiliki tingkat drainase lebih dari 1 inci (2,54 cm) perjam. Menggali dengan kedalaman kolam (6 inci (15,24 cm) atau 12 inci (30,48 cm)) dan penahan limpasan air sedalam 6 inci, dan sekitar 3 inci ke bawah untuk ruang pemberian kompos. Penambahan kompos tersebut akan membantu tanaman di *rain garden* beradaptasi dan berkembang.

g. Penggunaan Tanggul untuk Menahan Air di *Rain Garden*

Sebelum tanah di buat tanggul, maka terlebih dahulu lokasi yang akan dibuat tanggul harus dibersihkan dari tanaman yang masih tumbuh (Gambar 6). Ini bertujuan untuk membuat tanah menjadi kompak

atau padat. Tinggi gundukan minimal 6 inci (15,24 cm) dari atas kolam penampungan. Melindungi gundukan dengan batu batuan, untuk mencegah terjadinya erosi. Untuk membuat tanggul yang baik, sebaiknya dibuat dari tanah yang mengandung banyak liat, jangan dari tanah berpasir yang akan cepat larut bersama hujan besar.

Gambar 6. Membangun Tanggul *Rain Garden* (http://3.bp.blogspot.com/-NcRkDUEYueA/TjLXvRXA-7I/AAAAAAAAAAk/mwln3jK3I9M/s1600/finishing+the+retaining+wall.jpg).

Membangun daerah penahan limpasan air (Gambar 7) dapat mengikuti beberapa pendekatan berikut ini:

- Menciptakan tanggul dengan ketinggian minimal 6 inci (15,24 cm), maksimal dengan perbandingan 2:1 dari lereng.
- Mulai menggali ke bawah dari permukaan atas. Adapun tinggi kedalaman dan daerah penahan limpasan adalah 2:1. Misalnya kedalaman 12 inci (30,48 cm), maka daerah penahan limpasan adalah 6 inci (15,24 cm).
- Menggunakan tanah yang digali untuk mengisi daerah yang memerlukan, terutama pada daerah yang menurun.
- Menciptakan lantai dasar yang datar, dan hindari pemadatan tanah pada bagian ini.
- Tanggul harus padat, dan memiliki ketinggian yang sama di semua sisi. Dengan bantuan tali akan lebih memudahkan pekerjaan ini.
- Penggunaan mulsa atau tanaman cepat tumbuh yang tergolong semak-semak rendah dapat digunakaan sebagai penutup tanah.

Gambar 7. Membangun Daerah Penahan Limpasan Air
(http://www2.ca.uky.edu/gogreen/images/green/boone_berm.JPG).

h. Penyediaan daerah limpasan air

Selama musim hujan menyebabkan tanah menjadi lembab dan memungkinkan untuk meluap. Sehingga desain *rain garden* harus dilengkapi dengan daerah limpasan. Daerah limpasan dilapisi dengan batu untuk melindungi dari erosi. Penyebaran bebatuan sekitar 4 kaki (1,22 m) di batas luar *rain garden* bertujuan untuk memperlambat air saat keluar. Air akan secara langsung dialirkan ke saluran pembuang atau menyebar di lahan terbuka. Jika membangun *rain garden* harus dipastikan air buangan agar tidak mengganggu pemukiman. Sebelum mengubur pipa *inlet*, memeriksa apakah air mengalir dengan lancar menuju *rain garden* dari sumber air, atau dengan kata lain debit air lancar untuk masuk ke dalam *rain garden* (Bannerman, 2003; Bell, *et al*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

i. Contoh desain *rain garden* di permukiman

Berikut ini disajikan contoh desain *rain garden* di suatu permukiman pada daerah Kirkland, USA. Dilihat dari desain, *rain garden* mengakomodir semua air limpasan dari beberapa bangunan yang tertutup beton, aspal, atau atap. *Rain garden* yang di desain tersebut sebagian besar diletakan di bagian depan atau berada pada sisi jalan besar (Gambar 8).

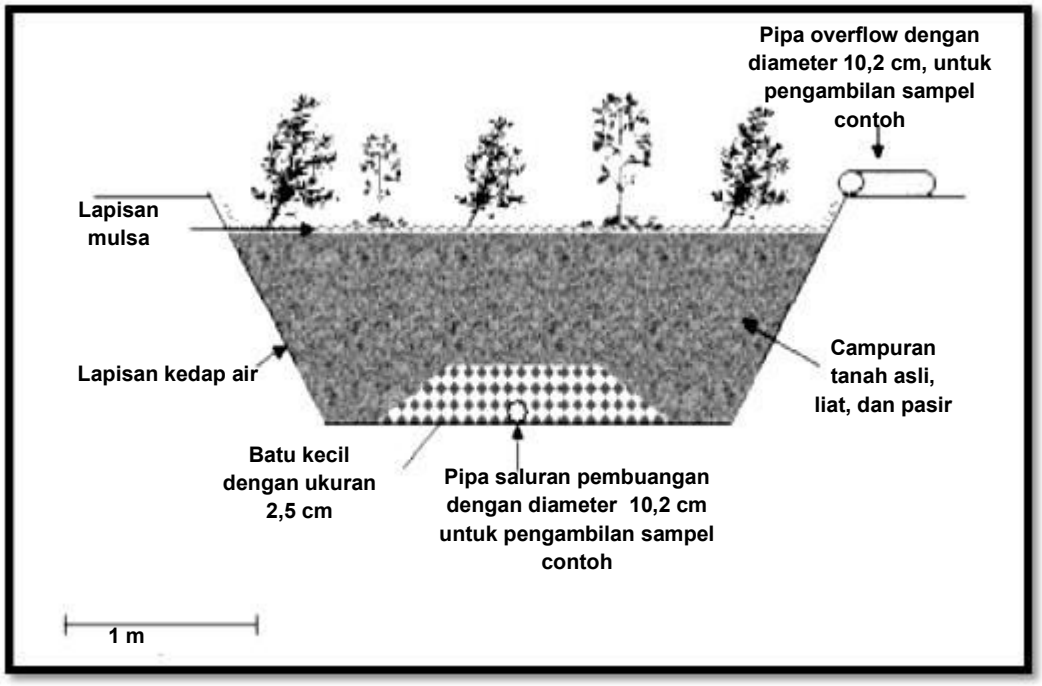
Gambar 8. Sketsa *Rain Garden* di Permukiman Kirkland, USA (http://raindogdesigns.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/12/Kirkland_RG_Map.jpg).

Keterangan:
= *Lokasi Rain Garden*

***Rain Garden* Peneliti**

Rain garden yang ditanam bersama dengan jenis pepohonan atau semak dan ditutup dengan lapisan mulsa dapat menimbulkan dampak positif terhadap lingkungan. Adanya perpaduan ini memungkinkan air untuk masuk ke dalam tanah, mengisi ulang akuifer, dan mengurangi arus puncak. Selain itu, *rain garden* diharapkan dapat menyerap beberapa polutan, yang telah dikaitkan dengan beberapa proses diantaranya adsorpsi, dekomposisi, pertukaran ion, dan volatilisasi.

Davis *et al* (2001) melakukan penelitian skala laboratorium dengan membuat dua buah model rain garden berbentuk kolom. Hasil penelitian mereka menyebutkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi lebih dari 90 % untuk tembaga (Cu), timbal (Pb), dan seng (Zn), 68 % total Kjeldahl - N (TKN), dan 87 % untuk amonia - N (NH_3 - N). Sedangkan untuk parameter nitrit-nitrat - N (NO_3 - N) penurunannya relatif rendah yaitu sebesar 24 %. Kemampuan *rain garden* berdasarkan dari beberapa penelitian, diketahui memiliki kemampuan untuk mengurangi bahan pencemar yang terbawa oleh air hujan. *Rain garden* yang dikembangkan oleh Dietz dan Clausen (2005), berdasarkan spesifikasi yang terdapat pada desain manual terbaru dari Prince George County, MD. Adapun penampang dari model tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Layout *Rain Garden* (Dietz dan Clausen, 2005).

Pada model tersebut, tanah yang ada dalam bak *rain garden* dilapisi dengan mulsa yang berasal dari potongan kayu, setebal 5 cm. Terdapat 2 buah pipa pembuangan, yang berfungsi sebagai tempat pengambilan sampel air. Pipa tersebut diletakan di bagian atas, dan pada bagian dasar bak. Pipa berdiameter 10,2 cm. Pipa pada bagian dasar, dilapisi oleh batuan setinggi 2,5 cm (Gambar 9). Adapun karakteristik dari tanah dan mulsa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah dan Mulsa Pada *Rain Garden*

Karakteristik Tanah	*Rain Garden*		Mulsa
	1	2	
Kepadatan tanah (g/cc)	1,63	1,66	0,2
Bahan organik (% LOI)	1,6	1,9	-
CEC ($cmol_c$/kg)	16,8	22,7	166
pH	6,1	6,3	-
Pasir (%)	84,4	83,6	-
Silika(%)	7,6	10,0	-
Liat (%)	8,0	6,4	-
Kapasitas penyerapan (cm/jam)	12,6	10,3	-

Sumber: Dietz dan Clausen, 2005.

Berdasarkan hasil penelitian Dietz dan Clausen (2005) dengan membuat dua buah *rain garden* sebagai ulangan didapatkan bahwa hanya sekitar 0,8% dari aliran air yang masuk meninggalkan *rain garden* sebagai air limpasan. sebagaian besar 99,2% masuk sebagai aliran bawah permukaan. Berdasarkan hasil penelitian yang sama didapatkan bahwa nilai amonia - N (NH_3 - N) dan N total sangat signifikan

diserap oleh *rain garden*. Dietz dan Clausen (2005) menambahkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi NO_3-N , TKN (*total Kjeldahl-N*) atau pun ON (*organic nitrogen*) yang ditemukan di antara curah hujan, *inlet* atau konsentrasi *underdrain* (Tabel 2). Namun, konsentrasi NH_3–N dari *underdrains* secara signifikan (p = 0,001) lebih rendah dari NH_3 – N konsentrasi dalam curah hujan dan *inlet*. Hal ini berarti konsentrasi NH_3 - N mendekati batas deteksi untuk curah hujan dan *inlet*, dan pada batas deteksi untuk *underdrains* (Tabel 2).

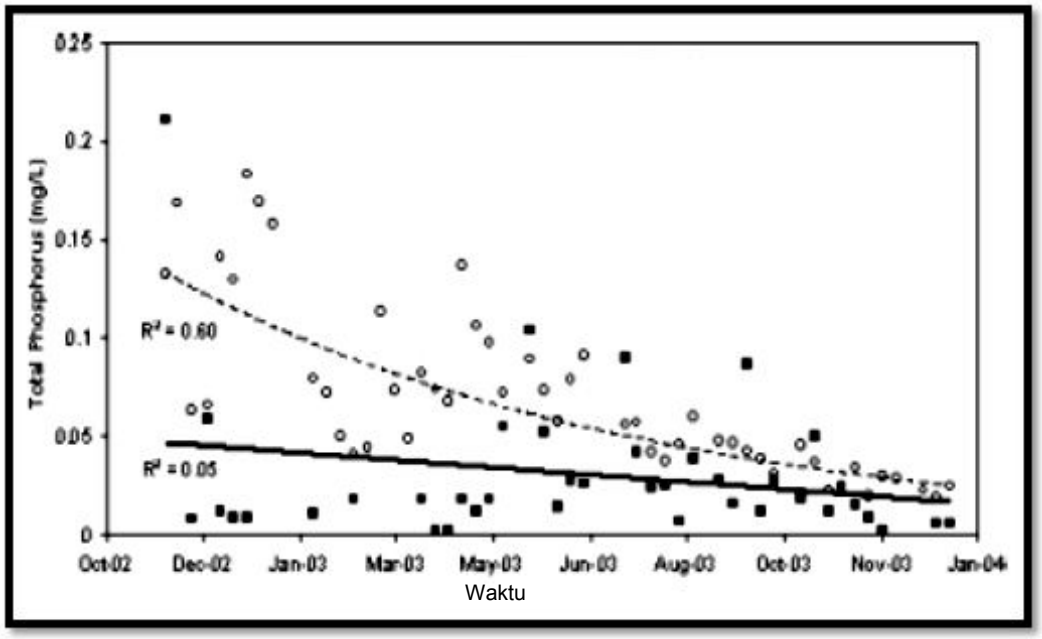
Konsentrasi TN (*total nitrogen*) dari *underdrainrain garden* 1 adalah secara signifikan (p = 0,05) lebih rendah dari curah hujan dan konsentrasi TN *inlet*; TP (*total phosphorus*) konsentrasi di *inlet* secara signifikan (p = 0,001) lebih besar dari curah hujan tersebut. Menariknya, konsentrasi TP dalam limbah dari kedua *underdrains* memiliki nilai signifikan lebih besar daripada kedua curah hujan dan konsentrasi *inlet*. Meskipun konsentrasi TP yang lebih tinggi dari *underdrains* dari *inlet* setelah dianalisis menggunakan ANOVA, tren hubungan antara konsentrasi TP terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 10. Konsentrasi rata-rata geometrik TP di *inlet* (regresi tidak signifikan) adalah 0.019 mgL^{-1}, sedangkan rata-rata dua *underdrains* menunjukkan tren peluruhan eksponensial (R2 = 0,6). Jumlah konsentrasi fosfor pada *inlet* dan *underdrains* menjelang akhir masa studi adalah serupa. Berdasarkan hasil tersebut peneliti menduga bahwa gangguan tanah pada awal masa studi adalah penyebabnya dari peningkatan konsentrasi fosfor di *outlet*.

Tabel 2. Analisis Statistik untuk Kemampuan Penyerapan Nitrogen dan Fosfor oleh *Rain Garden*

Variabel	n	DL	Satuan	*Bulk Deposition*	*Roof Runoff*	*Underdrain*	
						Garden **1**	*Garden* **2**
NO_3-N^{ns}	47	0.2	mg L^{-1}	0.5 a ± 0.5	0.5 a ± 0.6	0.3 a ± 0.4	0.4 a ± 0.5
NH_3-N***	47	0.01	mg L^{-1}	0.03 a ± 0.12	0.04a ± 0.19	0.01b ± 0.01	0.01b ± 0.14
TKN^{ns}	47	0.1	mg L^{-1}	0.5 a ± 0.7	0.7 a ± 0.8	0.4 a ± 0.3	0.6 a ± 0.4
TN	47	0.1	mg L^{-1}	1.2 a ± 0.8	1.2 a ±1.1	0.8 b ± 0.6	1.0ab ± 0.6
ON^{ns}	47	0.1	mg L^{-1}	0.4 a ± 0.6	0.5 a ±0.7	0.4 a ±0.3	0.6 a ± 0.4
TP***	47	0.005	mg L^{-1}	0.012a ± 0.018	0.019± 0.038	0.058c± 0.036	0.060c ± 0.064

Sumber: Dietz dan Clausen, 2005.

Keterangan:
*p = 0,05
***p = 0,001
ns = ANOVA comparison non significant, DL = Detection limit



Gambar 10. Hubungan Antara Konsentrasi Total Fosfor Terhadap Waktu (Dietz dan Clausen, 2005).

Konsentrasi rata-rata geometris NO_3 - N sebesar 0,5 mgL^{-1} untuk kedua sampel pada penelitian Dietz dan Clausen (2005) sedikit lebih rendah 0,7 mgL^{-1} dari konsentrasi NO_3 - N yang dilaporkan oleh NURP(*Nationwide Urban Runoff Program*) untuk limpasan dari daerah perkotaan. NURP juga melaporkan bahwa konsentrasi untuk TKN dan TP masing-masing 1,9 dan 2,4 mgL^{-1}, dimana nilai ini lebih tinggi dari konsentrasi rata-rata yang ditemukan dalam penelitian Dietz dan Clausen (2005) (Tabel 2). Chang dan Crowley (1993) melaporkan konsentrasi NH_4 - N yang berasal dari limpasan di Texas sebesar 0,859 mgL^{-1}, nilai ini menunjukkan tidak berbeda nyata dari NH_4 - N yang diukur dalam curah hujan terbuka yaitu sebesar 0,799 mgL^{-1}. Konsentrasi NH_3 - N di curah hujan dan limpasan dari lokasi penelitian Haddam lebih rendah dibandingkan dengan diukur di Texas (Chang dan Crowley, 1993), dan tidak berbeda nyata dari satu sama lain.

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa massa retensi berkurang untuk parameter NO_3-N, TN, TKN, dan ON. Mason *et al* (1999) melaporkan bahwa NO_3-N tidak baik difiltrasi oleh tanah kerikil. Satu-satunya nutrisi yang difiltrasi dengan baik oleh sistem adalah NH_3-N yaitu sebesar 84,6%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang disajikan oleh Mason *et al* (1999), yang melaporkan bahwa Konsentrasi NH_4-N menurun sebagai fungsi dari infiltrasi melalui tanah kerikil. Mekanisme dalam penurunan kandungan nitrifikasi dalam tanah dan adsorpsi NH_4-N partikel tanah diasumsikan memiliki mekanisme yang sama untuk penurunan konsentrasi NH_3-N. Adanya peristiwa nitrifikasi secara simultan dan denitrifikasi pada sistem *rain garden* bisa juga menyebabkan penurunan konsentrasi NH_3–N tanpa meningkatkan konsentrasi NO_3-N, namun denitrifikasi tidak diukur langsung. Nilai retensi untuk TP adalah -110,6%, menunjukkan bahwa lebih banyak fosfor yang meninggalkan sistem daripada yang masuk dan terserap. Retensi NO_3-N dan NH_3-N sedikit lebih besar daripada yang dilaporkan oleh Davis *et al* (2001), yang melaporkan bahwa penyerapan NO_3-N dan NH_3-N masing-masing sebesar 24 dan 79% dimana penelitan dilakukan dalam skala laboratorium. Namun, retensi TKN dan TP lebih rendah dari yang disajikan oleh Davis *et al* (2001), yaitu berkisar antara 68 dan

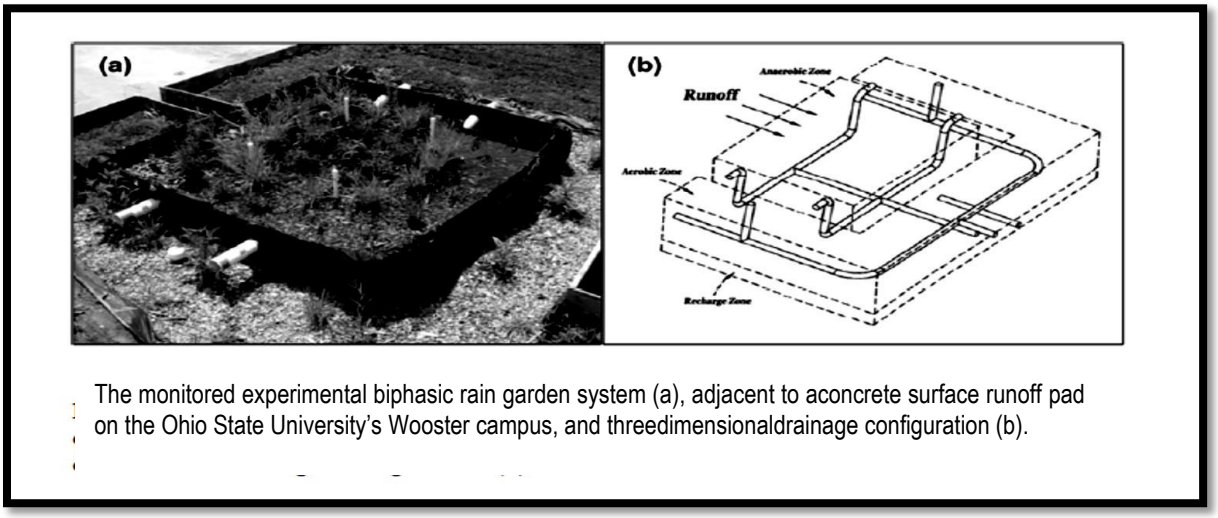
81%, masing-masing untuk TKN dan TP. Ketika sintetik limpasan diaplikasikan pada *rain garden* dalam pengaturan lapangan di Kota Maryland, menunjukkan hasil yang serupa dengan yang disajikan oleh Davis *et al* (2001), kecuali untuk retensi TP sedikit lebih rendah dari 65 %. Namun kelemahan dari penelitian skala lapangan tersebut, masih belum mencerminkan data dari keseluruhan terhadap kinerja *rain garden*, karena dilakukan hanya 6 waktu yang berbeda.

Tabel 3. Ringkasan Persen Retensi *Rain Garden* dalam Menurunkan Polutan

Variabel	NO_3 (g)	NH_3 (g)	TKN (g)	TP (g)	TN (g)	ON (g)
Inlet	108.2	13.01	147.3	6.39	252.5	125.6
Bulk deposition	27.0	3.60	25.1	0.77	52.6	20.8
Masukan (*in total*)	135.2	16.61	172.4	7.16	305.2	146.4
Garden 1 (bawah)	43.6	1.18	56.6	7.78	100.3	55.5
Garden 2 (bawah)	43.2	1.34	61.3	7.29	105.8	59.2
Overflow	0.5	0.04	0.7	0.02	1.3	0.6
Keluaran (*out total*)	87.3	2.55	118.6	15.09	207.4	115.3
% Retensi	35.4	84.6	31.2	−110.6	32.0	21.3

Sumber: Dietz dan Clausen (2005).

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Yang *et al* (2013) dengan melakukan modifikasi terhadap kontruksi *rain garden*, yaitu model *biphasic*. Penggunaan model tersebut didapatkan bahwa *removal* nitrat yang tinggi mencapai 78-91%. Adapun desain yang dibuat dengan melakukan dua langkah yaitu dengan membuat kolam yang jenuh air pada bagian atas, dan tidak jenuh air pada bagian bawahnya. Desain ini dibuat dengan sistem bertingkat (Gambar 11).



Gambar 11. Model *Rain Garden Biphasic* (Yang *et al*, 2013).

Hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa terjadinya penyerapan nitrat terutama pada zona jenuh. Yang *et al* (2013) juga melaporkan penyerapan secara signifikan lebih tinggi untuk nitrat mencapai 63% dengan menggunakan metode *biphasic* dibandingkan dengan metode *rain garden* konvensional (hanya mencapai 39%) . Hal ini juga sesuai dengan temuan dari Kim *et al* (2003), Dietz dan Clausen (2005), dan Zhang *et al* (2011) yang meneliti efek dari adanya kondisi jenuh air pada penghapusan nitrat di *rain garden*. Disimpulkan bahwa kondisi sebagian jenuh di dalam sistem *rain garden* meningkatkan *removal* nitrat melalui denitrifikasi meskipun hanya diuji pada beban yang relatif rendah. *Rain garden* secara *biphasic* dapat secara efektif menyerap nitrat yang sangat tinggi. Prosesnya dengan menahan limpasan di zona jenuh untuk waktu yang lama yang dapat menciptakan kondisi lingkungan yang menguntungkan bagi proses denitrifikasi. Yang *et al* (2013) menambahkan bahwa penyerapan fosfatyang terjadi dapat mencapai 94-99%. Serapan fosfat dengan media tanah di kebun hujan diasumsikan menjadi faktor utama untuk retensi fosfat dalam sistem ini. Meskipun efisiensi penyisihan fosfat adalah konstan selama penelitian, namun retensi dalam *rain garden* harus diselidiki selama periode waktu yang lebih lama untuk memastikan kapasitas untuk akumulasi polutan dalam media tanah.

3. KESIMPULAN

Rain garden dirancang untuk mengalirkan limpasan cepat dengan melakukan infiltrasi yang dipercepat. *Rain garden* dibuat dengan cara yang sederhana dan tidak memerlukan adanya persiapan atau perlakukan khusus, sehingga memudahkan dalam aplikasi teknologi sederhana ini.Penggunaan model yang sederhana juga telah banyak membantu para peneliti di dalam membuktikan keunggulan *rain garden* dalam meningkatkan kualitas lingkungan, khususnya di perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

Bannerman, R. 2003. *Rain Garden. A How to Manual for Homeowners*. County UW-Extension Offices, Cooperative Extension Publications. USA.

Bell, R; D. DiLollo; K. Smarz; M. Ling; C. Ambos; E. Jackson; D. Knezick; R. Pillar, T. McQuade; I. Martin. 2005. *Rain Garden Manual for New Jersey*. The Native Plant Society of New Jersey. USA.

Billow, L. 2002. Right As Rain: Control Water Pollution With Your Own Rain Garden. The Environmental Magazine; May/Apr 2002; 44; *ProQuest Biology Journals*.

Chang, M., and C. M. Crowley. 1993. Preliminary Observations on Water Quality of Storm Runoff from Four Selected Residential Roofs. *Water Resources Bulletin* 29(5), 777–783.

Coffman, L. 2000. *Low-Impact Development Design Strategies, An Integrated Design Approach. EPA 841-B-00-003*. Prince George's County, Maryland. Department of Environmental Resources, Programs and Planning Division.

Davis, A.P; M.Shokouhian; H.Sharma; C. Minami. 2001. Laboratory Study Of Biological Retention For Urban Stormwater Management. *Water Environ. Res. 73,5–14.*

Dibyo, S. 2014. *Persebaran Curah Hujan di Indonesia*. http://ssbelajar.blogspot.com/2013/07/ persebaran-curah-hujan-di-indonesia.html.

Dietz, M.E dan J.C. Clausen. 2005. A Field Evaluation Of Rain Garden Flow And Pollutant Treatment. *Springer. Water, Air, and Soil Pollution (2005) 167: 123-138*.

Dietz, M. 2011. *Rain Garden Overview and Design*. Worcester Youth Center Worcester, MA. University of Connecticut.

Giacalone, K. 2008. *Rain Gardens. A Rain Garden Manual For South Carolina. Green Solutions To Stormwater Pollution*. Clemson Public Service. South Carolina

Hinman, C. 2007. *Rain Garden Handbook for Western Washington Homeowners. Designing Your Landscape to Protect Our Streams, Lake, Bays, and Wetlands*. Washington State University Extension Faculty. Washington.

Hinman, C. 2013. *Rain Garden Handbook for Western Washington*. Washington State University Extension Faculty. Washington.

Kim, H; E.A.Seagren; A.P.Davis. 2003. Engineered Bioretention For Removal Of Nitrate From Stormwater Runoff. *Water Environ. Res*. 75, 355–367.

Mason, Y., A. A. Ammann, A. Ulrich, and L. Sigg. 1999. Behavior of Heavy Metals, Nutrients, and Major Components During Roof Runoff Infiltration. *Environ. Sci. Technol.* 33, 1588–1597.

Santisi, J. 2011. From Rain to Garden. *The Environmental Magazine; May/Jun 2011; 22,3; ProQuest Biology Journals*.

Winogradoff, A. D. 2001. *The Bioretention Manual. Programs and Planning Division Department of Environmental Resources Prince George's County.* Maryland.

Yang, H; W.A. Dick; E.L. McCoy; P. Phelan; P.S. Grewal. 2013. Field evaluation of a new biphasic rain garden for stormwater flow management and pollutant removal. *Ecological Engineering 54 (2013) 22–31*. www.elsevier.com/locate/ecoleng.

Zhang, Z; Z.Rengel; T. Liaghati; T. Antoniette; K. Meney. 2011. Influent Of Plant Species And Submerged Zone With Carbon Addition On Nutrient Removal In Stormwater Biofilter. *Ecol. Eng*. 37, 1833–1841.