

Rain Garden

by Nova Annisa

Submission date: 25-Apr-2023 04:27AM (UTC-0400)

Submission ID: 2074934370

File name: BUKU_RAIN_GARDEN_PDF_Revisi.pdf (5.84M)

Word count: 23174

Character count: 134111

RAIN GARDEN

**HAFIIZH PRASETIA
NOVA ANNISA
NUNUNG HARIJATI**

CV IRDH

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat. Buku ini dimaksudkan untuk memberikan pengantar sebagai pengenalan terhadap *rain garden*. Buku ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang ingin mengembangkan *rain garden* sebagai upaya untuk mengurangi air larian (*run off water*) dari air hujan ringan maupun deras. Buku ini bukan buku teknis bagaimana membuat *rain garden*. Akan tetapi buku yang memuat pengenalan, pengertian, manfaat, dan aplikasi *rain garden*.

Buku ini terselesaikan penulisannya dengan dukungan banyak pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu. Secara khusus ingin disampaikan ucapan terimakasih sedalam-dalam kepada Kedua Orang Tua, Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS, dan Dr. Drs. Krisdianto, M.Sc. atas dukungan, fasilitas dan doa sehingga penulisan buku *rain garden* tidak banyak menemui hambatan. Ucapan terimakasih juga diucapkan untuk rekan-rekan ilmuwan dan cendekiawan yang telah berkenan membaca naskah ketika sedang dipersiapkan, baik sebagian maupun keseluruhan, dan pemberian saran-saran yang berharga demi penyempurnaan penulisan buku ini.

Penulis menyadari bahwa tiada gading yang tak retak, demikian juga penulisan buku ini. Buku yang disusun ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan meskipun penulis telah berbuat semaksimal mungkin, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Harapan penulis, semoga buku ini bermanfaat dan memberikan kontribusi untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Oktober 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Pengertian <i>Rain Garden</i>	3
1.2. Manfaat <i>Rain Garden</i>	5
1.2.1. Memperbaiki kualitas air, dan pengelolaan lingkungan	6
1.2.2. Manfaat lain rain garden bagi lingkungan	10
1.2.3. Manfaat untuk pendidikan	11
1.2.4. Manfaat keindahan dan rekreasi	11
1.2.5. Manfaat di bidang ekonomi	13
BAB II.....	14
PERENCANAAN PEMBUATAN <i>RAIN GARDEN</i>	14
2.1. Pemilihan Waktu yang Tepat.....	14
2.2. Rencana Desain	16
2.2.1. Merencanakan kebutuhan lokal dan persyaratan yang berlaku	16
2.2.2. Merencanakan lokasi pembuangan air	16
2.2.3. Merencanakan lokasi rain garden	17
2.2.4. Panduan penempatan rain garden	18
2.2.4.1. Menghitung kelerengan	18
2.2.4.2. Lokasi yang dilarang untuk dibangun sebuah rain garden.....	19
2.2.5. Menguji kualitas tanah pada lokasi rain garden	21
2.2.6. Mengukur tingkat drainase tanah	24
2.2.6.1. Cara menghitung tingkat drainase tanah	24
2.2.6.2. Pengujian drainase tanah	25

2.2.6.3.	Menentukan ukuran rain garden	26
2.2.6.4.	Rekomendasi ukuran faktor	31
2.2.7.	Persyaratan rain garden.....	33
2.2.7.1.	Menentukan area permukaan atas	33
2.2.7.2.	Membuat sketsa rain garden	34
2.2.7.3.	Merencanakan pembuatan tanggul.....	35
2.2.7.4.	Menentukan bentuk rain garden.....	36
BAB III		38
APLIKASI PENGGUNAAN <i>RAIN GARDEN</i>		38
3.1.	<i>Rain Garden</i> untuk Perumahan	38
3.1.1.	Penentuan lokasi dan desain aliran air masuk	38
3.1.2.	Pembuatan layout rain garden.....	40
3.1.3.	Pembangunan rain garden.....	41
3.1.3.1.	Penggalian tanah	41
3.1.3.2.	Penggalian pada tanah miring	43
3.1.3.3.	Menciptakan dasar lantai yang datar	45
3.1.3.4.	Penggunaan tanah yang sesuai untuk rain garden	46
3.1.3.5.	Penggunaan tanggul untuk menahan air di rain garden.....	49
3.1.4.	Penyediaan daerah limpasan air	51
3.1.5.	Contoh desain rain garden di permukiman	52
3.2.	<i>Rain Garden</i> Pada Fasilitas Publik	53
3.2.1.	Rain garden pada sisi jalan	53
3.2.2.	Rain garden pada perkotaan	56
3.3.	<i>Rain Garden</i> Peneliti	57
3.3.1.	Kemampuan rain garden dalam menurunkan kandungan nitrogen dan fosfor	58
3.3.2.	Kemampuan rain garden dalam menurunkan kandungan logam.....	66
3.3.3.	Kemampuan rain garden dalam menurunkan populasi bakteri.....	66

3.3.4. Kemampuan rain garden dalam menurunkan kandungan herbisida	67
BAB IV	69
SELEKSI TANAMAN UNTUK <i>RAIN GARDEN</i>	69
4.1. Seleksi Tanaman, Tata Letak dan Jarak Tanamnya	70
4.2. Seleksi Berdasarkan Unsur Keindahan	72
4.3. Seleksi Berdasarkan Unsur Lingkungan	75
4.4. Contoh Penanaman <i>Rain Garden</i> dibawah Teduhan	76
4.5. Contoh Penanaman <i>Rain Garden</i> dibawah Sinar Matahari	79
4.6. Pertimbangan Khusus dalam Seleksi Tanaman	82
BAB V	127
PERAWATAN <i>RAIN GARDEN</i>	127
5.1. Menjaga Air yang Mengalir	127
5.2. Meminimalkan Tanah yang Terkena Erosi	128
5.3. Pemeliharaan Rutin	129
5.3.1. Mengisi mulsa	130
5.3.2. Penyiraman	130
5.3.3. Frekuensi penyiraman (selama musim kemarau)	131
5.3.4. Teknik penyiraman	131
5.3.5. Merawat tanaman	133
5.3.6. Pemangkasan	134
5.3.7. Penyiangan	135
5.3.8. Petunjuk dalam memilih kompos.....	135
5.3.9. Hal lain yang perlu diperhatikan	136
DAFTAR PUSTAKA	141
GLOSARIUM	145
INDEKS	149
TENTANG PENULIS	151

BAB I

PENDAHULUAN

Kegiatan masyarakat perkotaan mempunyai kecenderungan menurunkan kualitas lingkungan hidup, yang pada akhirnya dapat menurunkan kesejahteraan mereka. Telah terlihat adanya kecenderungan kegiatan masyarakat meminimalkan ruang terbuka hijau serta menghilangkan wajah alami perkotaan yang digantikan dengan lingkungan buatan. Ruang terbuka hijau (RTH) diperkotaan berperan penting dalam menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan (Ardiansyah, 2014) karena membuat lingkungan menjadi sejuk dan segar. Namun pada tahun-tahun belakangan ini RTH banyak digantikan oleh bangunan beton. Kenyataan tersebut mengubah suasana lingkungan alami yang sehat menjadi lingkungan yang formal, kaku dan serba keras.

Berkurangnya RTH diperkotaan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan yang ditandai dengan meningkatnya suhu udara, penurunan air tanah, banjir atau penggenangan, penurunan permukaan tanah, intrusi air laut, abrasi pantai dan sebagainya (Sukawi, 2008; Soemarno, 2010). Suasana kota yang tidak menyenangkan tersebut membuat masyarakat perkotaan menjadi tidak nyaman tinggal di dalam kota sehingga dapat menurunkan produktivitas masyarakat.

Kondisi dilingkungan perkotaan menjadi semakin parah ketika hujan turun. Rata-rata hujan yang turun didaerah tropis sangat lebat dan dalam intensitas yang tinggi yaitu lebih dari 2.000 mm/tahun (Diby, 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. Biopori, sumur resapan, *conblock* dan *grassblock* hanya bisa membantu menyerap air hujan, tetapi tidak untuk zat-zat berbahaya yang dibawa oleh air hujan. Zat-zat berbahaya seperti ini, jika terserap ke dalam tanah bisa mengganggu kesuburan tanah. Jika terbawa oleh saluran air menuju ke kanal, sungai lalu laut, juga bisa membahayakan ekosistem.

Rain garden dapat menjadi salah satu alternatif dan terbukti bisa mengatasi masalah zat-zat berbahaya tersebut di atas (Coffman, 2000; Billow, 2002). *Rain garden* tidak saja menyerap air, tetapi juga memurnikannya. Kualitas air dalam tanah pun akan meningkat, yang pada akhirnya akan memperbaiki kesuburan tanah tersebut. Bahkan dalam beberapa penelitian, keberadaan *rain garden* bisa menekan pencemaran di sungai hingga 30 persen. Selain meningkatkan kualitas air di dalam tanah dan mengontrol banjir lokal, *rain garden* jelas akan menambah suasana asri pada lingkungannya. Bahkan jika didesain dengan baik, *rain garden* akan terlihat lebih indah.

1.1. Pengertian *Rain Garden*

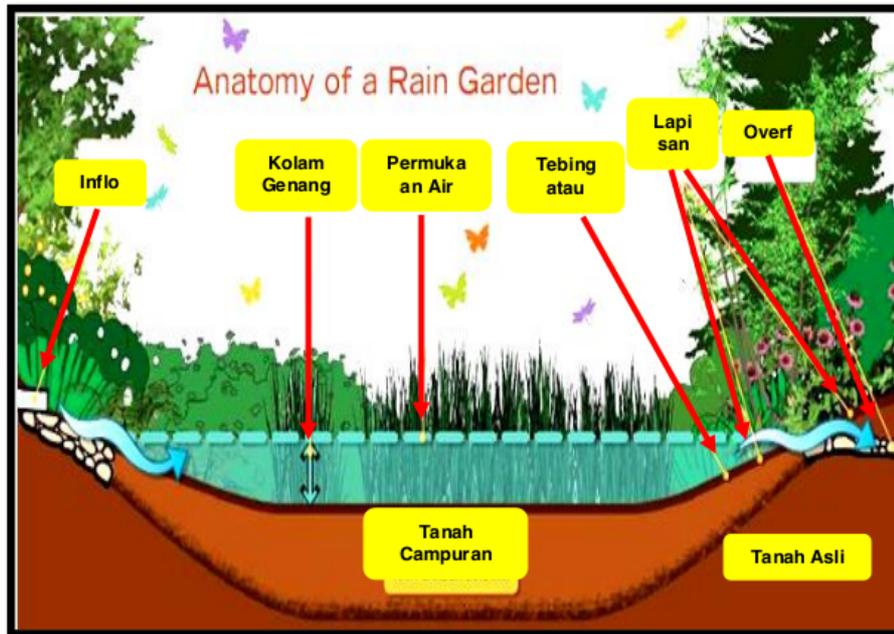
Rain garden adalah sebuah hamparan alami seperti sebuah *garden*, yang terdiri dari kombinasi tanah, serasah daun, dan tanaman. *Rain garden* disebut juga sebagai daerah bioretensi, dimana di desain untuk menampung sementara air hujan, melakukan penyaringan, dan membantu proses infiltrasi dan evaporasi (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Rain garden dirancang untuk mengalirkan limpasan air hujan dengan melakukan penyerapan dalam waktu singkat. *Rain garden* dapat 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.

Selain dapat berfungsi sebagai drainase, *rain garden* ini juga dapat menyaring polutan logam berat, seperti tembaga, kadmium, krom, timah, dan seng, yang terlarut dalam air hujan (Dietz & Clausen, 2005; Chisholm, 2008; Dietz, 2011). Penyaringan polutan dilakukan oleh lapisan mulsa serbuk gergaji dan serpihan kayu. *Rain garden* dapat diletakkan pada sisi lahan yang keras, seperti *carport*, *driveway*, dan *pool deck*, sehingga *run off* (aliran air) dapat langsung diserap. Talang dari atap dapat disalurkan melalui pipa atau selokan alami yang tertutup rumput ke *rain garden* ini. Kehadiran *rain garden* pada lingkungan akan mengabsorpsi lebih banyak air dibandingkan dengan rumput biasa.

Rain garden memiliki bentuk yang unik, menyediakan hamparan yang indah sekaligus menciptakan suasana asri di sekitar lingkungannya. Dan yang lebih menarik lagi, keberadaan *rain garden* telah mengundang burung, kupu-kupu, dan aneka satwa lainnya (Billow, 2002; Hinman, 2007; Hinman, 2013). Selain itu, dengan penggunaan tanaman spesies asli dalam *rain garden* adalah sebuah cara yang sangat baik untuk menjaga populasi tanaman di wilayah tersebut (Rzepka, *et al.*, 2006; Hausken, *et al.*, 2013).

Untuk membuat *rain garden* beberapa hal dilibatkan, 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 kompleks, tetapi *rain garden* sangat mudah dalam aplikasi dan perawatannya. *Rain garden* dapat dibentuk sesuai dengan lingkungan rumah yang dimiliki. Desain *rain garden* dalam sebuah ekosistem kecil dapat dilihat dari Gambar anatomi *rain garden* berikut ini.



Gambar 1.1. Anatomi *Rain Garden*

Sumber: <http://daily.sightline.org/files/2013/07/anatomy-of-a-rain-garden.jpg>

1.2. Manfaat *Rain Garden*

Penggunaan *rain garden* memiliki beberapa manfaat, baik yang tampak ataupun tidak tampak, yaitu sebagai berikut:

- a. Keuntungan bagi lingkungan
 - Memperbaiki kualitas air dan lingkungan perairan di bagian hilir, dengan melakukan proses penyaringan terhadap polutan.
 - Mengurangi volume air larian, erosi pada bagian hilir, sedimentasi, dan banjir.
 - Meningkatkan keanekaragaman.
 - Memperbaiki kualitas udara dan mengurangi efek dari *urban heat island*.

- b. Keuntungan sosial
 - Sebagai sarana pendidikan.
 - Sarana keindahan.
 - Sarana rekreasi.
- c. Keuntungan ekonomi
 - Mengurangi biaya pengolahan air, dan kerugian dari akibat banjir.
 - Mengurangi biaya infrastruktur dan pembangunan.
 - Meningkatkan nilai suatu bangunan.

(Dietz & Clausen, 2005; Hinman, 2007; Chisholm, 2008; Dietz, 2011; Hinman, 2013).

1.2.1. *Memperbaiki kualitas air, dan pengelolaan lingkungan*

Rain garden yang dikembangkan oleh *Prince George's Country, Maryland Department of Environmental Resources*, berhasil menjaga kesetimbangan siklus air di lingkungan. Keseimbangan air terjadi diantara proses infiltrasi, air larian permukaan, proses evapotranspirasi, penyimpanan, pengisian air bawah tanah, dan fungsi hidrologi. Pada lingkungan perkotaan dengan mengkombinasikan sistem sanitasi dan pembuangan air hujan, kehadiran *rain garden* mampu mengurangi volume air larian yang masuk kedalam saluran pembuangan, mengurangi kecepatan aliran air hujan yang turun ke permukaan tanah, mengurangi penurunan kualitas air di daerah hilir (Chisholm, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Pada tahap aliran puncak atau banjir, air hujan yang turun sangat lebat, *rain garden* juga mampu menahan laju aliran permukaan tersebut. Karena *rain garden* mempunyai kemampuan dalam proses infiltrasi. Kemampuan yang dimiliki oleh *rain garden* ini juga menimbulkan efek positif terhadap pengisian air tanah. Selain itu, keberadaan *rain garden* juga dapat menurunkan kandungan bahan organik, sedimen, dan residu polutan yang larut bersama dengan air hujan. *Rain garden* tidak saja berfungsi sebagai penyerap air, tetapi juga dapat memurnikannya. Bahkan dalam beberapa penelitian, keberadaan *rain garden* bisa menekan pencemaran di sungai hingga 30 persen (Chisholm, 2008). Berikut ini disajikan beberapa fakta, kelebihan dari penggunaan *rain garden*.

Tabel 1. 1. Rangkuman Efektifitas *Rain Garden* dalam Menurunkan Volume Air Larian

Lokasi Geografi	Type Penggunaan	Volume Reduksi	Sumber
Maple Ridge, BC	<i>Rain garden</i>	– Volume reduksi: 80-88%	Kipkie & Johnston (n.d)
Seattle, WA (SEA Street)	<ul style="list-style-type: none"> – Fasilitas bioretensi – Rumput yang ditanam pada daerah cekungan – Pepohonan yang berada di pinggir jalan 	– Volume reduksi: 98%	Foss (2005)
Burnsville, MN	<i>Rain gardens</i>	– Volume reduksi: 93%	Barr Engineering Company (2006)

Lokasi Geografi	Type Penggunaan	Volume Reduksi	Sumber
Portland, OP (Glance School)	<i>Rain garden</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Volume reduksi: 81% (simulasi selama 25 tahun) - Pengurangan aliran puncak: 79% (simulasi selama 25 tahun) 	City of Portland BES (2008)
Portland, OP (Siskiyou St)	Fasilitas bioretensi yang berada di trotoar	<ul style="list-style-type: none"> - Volume reduksi: 84% (simulasi selama 25 tahun) - Pengurangan aliran puncak: 88% (simulasi selama 25 tahun) 	City of Portland BES (2008)

Sumber: Chisholm, 2008

Tabel 1. 2. Rangkuman Efektifitas *Rain Garden* dalam Menurunkan Polutan

Lokasi Geografi	Type Penggunaan	Rata-rata Penyisihan	Sumber
Lokasi tidak diketahui	Fasilitas bioretensi	<ul style="list-style-type: none"> - Total fosfor: 81% - Total nitrogen: 43% - Timbal : 99% - Seng: 99% 	PGCDER (1999a)
Largo, MD	Fasilitas bioretensi	<ul style="list-style-type: none"> - Tembaga ($\mu\text{g/L}$): $43\% \pm 11$ - Timbal($\mu\text{g/L}$): $70\% \pm 23$ - Seng (mg/L): $64\% \pm 42$ - Kalsium (mg/L): $27\% \pm 14$ 	U.S. EPA (2000)

Lokasi Geografi	Type Penggunaan	Rata-rata Penyisihan	Sumber
		<ul style="list-style-type: none"> - Fosfor (mg/L): 87% ± 2 - Nitrat (sebagai N) (mg/L): 15% ± 12 - TKN (sebagai N) (mg/L): 67% ± 9 	
Lokasi tidak diketahui	Bioretensi permanen untuk menampung air	<ul style="list-style-type: none"> - TSS: 90% - Total fosfor: 60% - Nitrat nitrogen: data tidak ada 	NJDEP (2004)
	Bioretensi dengan cekungan yang ditumbuhi dengan rumput	<ul style="list-style-type: none"> - TSS: 90% - Total fosfor: 30% - Nitrat nitrogen: 50% 	
Somerset, MD	Kombinasi rain garden dan cekungan yang ditumbuhi dengan rumput	<ul style="list-style-type: none"> - Tembaga: 36% - Timbal: 21% - Seng: 37% - Nitrogen: tidak ada perubahan 	U.S. EPA (2005)
Lokasi tidak diketahui	Fasilitas bioretensi	<ul style="list-style-type: none"> - TSS: 90% - Tembaga: >95% - Timbal: >95% - Seng: >95% - Total fosfor: 80% - TKN: 65-75% - Ammonium: 60-80% - Organik: 90% - Bakteri: 90% 	Atchison <i>et al</i> (2006)
College park, MD (Kampus Universitas Maryland)	<i>Rain gardens</i> (rata-rata dari banyak studi)	<ul style="list-style-type: none"> - TSS: 23% - Total fosfor: 72% - Nitrat nitrogen: 80% - Timbal: 91% - Seng: 64% - Tembaga: 56% 	Davis <i>et al</i> (n.d)
Jalur hijau, MD (Studi Lapangan)	Fasilitas bioretensi	<ul style="list-style-type: none"> - Tembaga ($\mu\text{g/L}$): 97% ± 2 	Davis <i>et al</i> (2003)

Lokasi Geografi	Type Penggunaan	Rata-rata Penyisihan	Sumber
		<ul style="list-style-type: none"> - Timbal ($\mu\text{g/L}$): >95% - Seng ($\mu\text{g/L}$): >95% 	
Studi dalam kotak dilaboratorium selama 6 jam, rata-rata aliran dan waktu sebesar 4,1 cm/jam	Kotak besar (bioretensi)	<ul style="list-style-type: none"> - Fosfor (mg/L): 99 ± 0 - Nitrat nitrogen (mg/L): 97 ± 3 - TKN (mg/L): 97 ± 2 	Davis <i>et al</i> (2006)
Studi dalam kotak dilaboratorium: aliran ganda dengan kecepatan 8,1 cm/jam	Kotak besar (bioretensi)	<ul style="list-style-type: none"> - Fosfor (mg/L): 73 ± 13 - Nitrat nitrogen (mg/L): 70 ± 14 - TKN (mg/L): 73 ± 14 	Davis <i>et al</i> (2006)

Sumber: Chisholm, 2008

1.2.2. Manfaat lain rain garden bagi lingkungan

Rain garden meningkatkan jumlah komunitas tanaman penutup, dengan demikian dapat meningkatkan jumlah organisme kecil lainnya. Pada penelitian yang dilakukan di lingkungan pemukiman, *rain garden* juga berfungsi sebagai pemberi teduhan, sehingga mengurangi efek panas pada wilayah tersebut. Penelitian lainnya dengan menggabungkan antara jenis pohon dan semak, diyakini mampu memperbaiki kualitas udara di lingkungan tersebut (Chisholm, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Sistem perakaran tanaman dan serasah yang berubah menjadi humus akan memperbesar jumlah pori tanah. Karena humus bersifat

higroskopis dengan kemampuan menyerap air yang besar. Maka kadar air tanah akan meningkat. Disamping itu sistem perakaran dan serasahnya dapat memperbesar porositas tanah, sehingga air hujan banyak yang masuk kedalam tanah sebagai air infiltrasi dan hanya sedikit yang menjadi air limpasan. Jika hujan lebat terjadi, maka air hujan akan turun masuk terserap ke lapisan tanah yang lebih dalam menjadi air infiltrasi dan air tanah. Dengan demikian *rain garden* yang dibangun pada daerah resapan air dari kota yang bersangkutan akan dapat membantu mengatasi masalah air dengan kualitas yang baik.

1.2.3. Manfaat untuk pendidikan

Salah satu tujuan dalam pembuatan desain dan penggunaan *rain garden* pada lingkungan perumahan adalah untuk meningkatkan keterlibatan pemilik rumah dalam pengelolaan banjir (Chisholm, 2008). Idenya adalah pembangunan *rain garden* bisa menyediakan alat atau model untuk mendidik pemilik rumah tentang penanganan banjir, dan cara mengelolanya, selain itu juga akan meningkatkan peran aktif pemilik rumah untuk meningkatkan kualitas lingkungannya.

1.2.4. Manfaat keindahan dan rekreasi

Selain meningkatkan kualitas air di dalam tanah dan mengontrol banjir lokal, *rain garden* jelas akan menambah suasana asri pada lingkungannya (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013). Bahkan jika didesain dengan baik, *rain garden* akan terlihat lebih indah. Di negara-negara maju, kesadaran akan manfaat *rain garden* ini dibuktikan oleh warganya dengan membuat *rain*

garden di halaman rumah mereka. Selain itu, *rain garden* juga dibangun di pinggir badan jalan dan koridor jalan. Dan yang lebih menarik lagi, keberadaan *rain garden* telah mengundang burung dan aneka satwa lainnya.

Keberadaan *rain garden* dapat meningkatkan nilai keindahan. Manusia dalam hidupnya tidak saja membutuhkan tersedianya makanan, minuman, namun juga membutuhkan keindahan. Keindahan merupakan pelengkap kebutuhan rohani. Benda-benda disekeliling manusia dapat ditata dengan indah menurut garis, bentuk, warna, ukuran dan teksturnya, sehingga dapat diperoleh suatu bentuk komposisi yang menarik. Benda-benda buatan manusia, walaupun mempunyai bentuk, warna dan tekstur yang sudah dirancang sedemikian rupa tetap masih mempunyai kekurangan yaitu tidak alami, sehingga boleh jadi tidak segar tampaknya didepan mata. Akan tetapi dengan menghadirkan pohon ke dalam sistem tersebut, maka keindahan yang telah ada akan lebih sempurna, karena lebih bersifat alami yang sangat disukai oleh setiap manusia. Tanaman dalam bentuk, warna dan tekstur tertentu dapat dipadu dengan benda-benda buatan seperti gedung, jalan, dan sebagainya untuk mendapatkan komposisi yang baik. Peletakan dan pemilihan jenis tanaman harus dipilih sedemikian rupa, sehingga pada saat pohon tersebut telah dewasa akan sesuai dengan kondisi yang ada. Warna daun, bunga dan buah dapat dipilih sebagai komponen yang kontras atau untuk memenuhi rancangan yang bernuansa gradasi lembut (Soemarno, 2010).

Rain garden selain meningkatkan keindahan juga berfungsi untuk mengurangi stress bagi penggunanya. Kehidupan masyarakat kota besar menuntut aktivitas, mobilitas, dan persaingan yang tinggi. Namun dilain

pihak lingkungan hidup kota mempunyai kemungkinan yang sangat tinggi untuk tercemar. Kesejukan dan kesegaran yang diberikan oleh *rain garden* akan menghilangkan kejenuhan dan kepenatan. Monotonitas, rutinitas dan kejenuhan kehidupan di kota besar perlu diimbangi oleh kegiatan lain yang bersifat rekreatif, akan dapat menghilangkan monotonitas, rutinitas dan kejenuhan kerja.

1.2.5. Manfaat di bidang ekonomi

Rain garden memberikan solusi atau sangat potensial dalam pembangunan pengembangan perumahan dengan ukuran yang relatif kecil dalam pengelolaan banjir. *Rain garden* dapat ditempatkan bersama jalan atau di pusat lingkaran lalu lintas, mengurangi jumlah ruang yang diperuntukan untuk pengelolaan air hujan. Selain itu, pembangunan *rain garden* dapat menghemat biaya pembangunan sekitar 25%, karena tidak memerlukan pembangunan trotoar, dan memungkinkan pengurangan ukuran pipa drainase (Chisholm, 2008).

BAB II

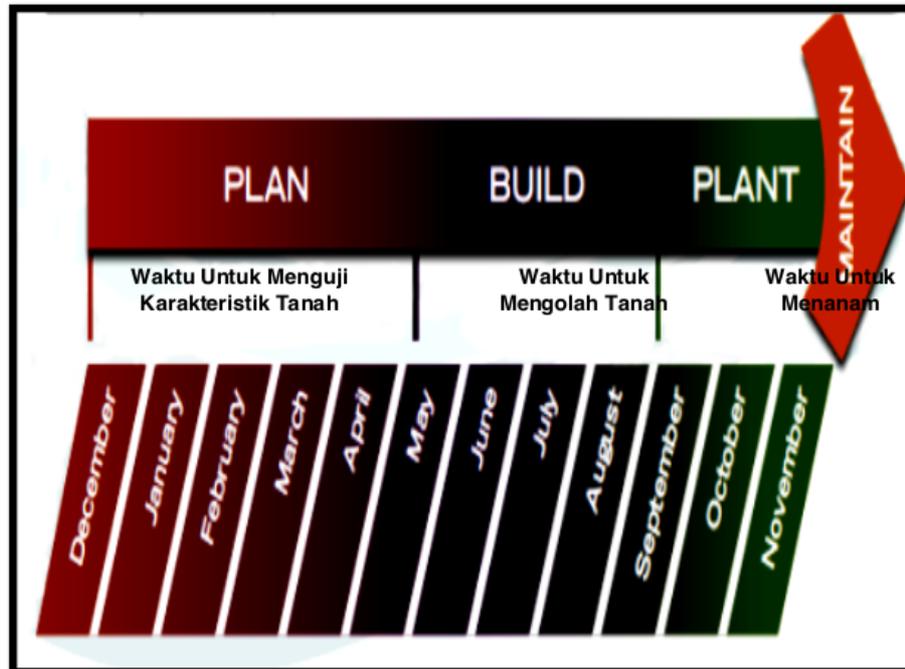
PERENCANAAN PEMBUATAN *RAIN GARDEN*

Rain garden menjadi sebuah teknologi murah, yang ramah lingkungan untuk keberlanjutan lingkungan. 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 konstruksi *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 konstruksinya agar *rain garden* dapat berfungsi secara maksimal (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

2.1. Pemilihan Waktu yang Tepat

Umumnya waktu yang baik untuk membangun sebuah *rain garden* adalah di akhir musim panas atau musim kemarau. Sedangkan waktu terbaik untuk menanam adalah pada awal musim hujan. Selama musim hujan diharapkan tanaman akan cepat tumbuh dan cepat beradaptasi. Gambar 2.1 menunjukkan rencana pembuatan *rain garden*. Rencana yang disajikan ini hanya sebuah gambaran, dan dapat dimodifikasi sesuai dengan keadaan di daerah tersebut.



Gambar 2. 1. Waktu Pembangunan *Rain Garden* yang Direkomendasikan
Sumber: Hinman, 2013

Keterangan:

Bulan Mei – Juni Musim Kemarau

Pengujian terhadap daya serap tanah dan air tanah harus dilakukan, selama bulan Desember hingga April atau idealnya di bulan Maret. Namun penggalian yang besar dalam melakukan pengujian terhadap daya serap tanah dan air tanah di bulan tersebut harus dihindarkan. Hal itu akan menyebabkan erosi selama hujan lebat. Selain itu, penggalian akan menyebabkan tanah menjadi padat dan mengurangi kemampuannya dalam menyerap air (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

2.2. Rencana Desain

Ukuran *rain garden* disesuaikan dengan berbagai luasan lahan dan lokasi yang diinginkan. Selain itu langkah awal dalam mempersiapkan pembangunan *rain garden* adalah mengumpulkan peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam desain tersebut. Adapun beberapa pertimbangan penting akan dibahas dalam bab ini.

2.2.1. Merencanakan kebutuhan lokal dan persyaratan yang berlaku

Pembangunan *rain garden* pada suatu lokasi mungkin akan ditemukan permasalahan terhadap lokasi penempatannya. Namun yang perlu diingat adalah pembangunan *rain garden* akan menggantikan bangunan beton atau permukaan keras antara 2.000 kaki persegi (185,8 m²) hingga 5.000 kaki persegi (464,5 m²), atau jika mengganggu lahan antara 7.000 kaki persegi (650,3 m²) sampai 33.000 kaki persegi (3.065,8 m²), mungkin akan memerlukan perizinan dari pemerintah setempat. Hal ini berkaitan dengan tata ruang yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Selain itu, luasan *rain garden* juga harus disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan di tempat tersebut. Untuk membangun *rain garden* skala perumahan, tidak memerlukan syarat yang seperti ini. *Rain garden* dibangun dengan mudah, murah, dan ramah lingkungan.

2.2.2. Merencanakan lokasi pembuangan air

Untuk menentukan lokasi pembuangan air, maka harus diperiksa kondisi lingkungan terbaru saat ini. Pertama, harus bisa memanfaatkan

peralatan yang dimiliki dan menentukan lokasi untuk mengalirkan air ke dalam *rain garden*. Atap, jalan masuk, teras, dan area taman yang dikeraskan menghasilkan limpasan yang akan ditangkap oleh satu atau lebih *rain garden*. Mempertimbangkan hal ini ketika menentukan daerah pembuangan *rain garden*:

- Air dapat dikirim ke *rain garden* melalui sengkedan terbuka, yang sejajar dengan taman dan dihiasi dengan bebatuan atau melalui pipa bawah tanah seperti pipa pembuangan air dari atap.
- *Rain garden* dapat ditempatkan lebih dari satu lokasi. Misalnya untuk menampung air hujan dari atap bagian depan, dibuat *rain garden* pada halaman depan, sedangkan limpasan dari atap bagian belakang dibuat *rain garden* yang lainnya.
- Memeriksa daerah rembesan dan sumber air di musim hujan. Mengamati wilayah yang akan menjadi daerah pembuangan *rain garden* dengan memperhitungkan semua masukan air yang akan diterima. Memperkirakan sumber air yang akan masuk ke dalam *rain garden* berasal dari mana saja, dan harus diperhitungkan berapa kapasitas penyerapan dari *rain garden* yang akan dibuat (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

2.2.3. Merencanakan lokasi *rain garden*

Penentuan lokasi *rain garden* yang tepat harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- *Rain garden* dapat meningkatkan penampilan rumah dan memberikan penyangga visual yang menarik dari jalan ataupun rumah tetangga.

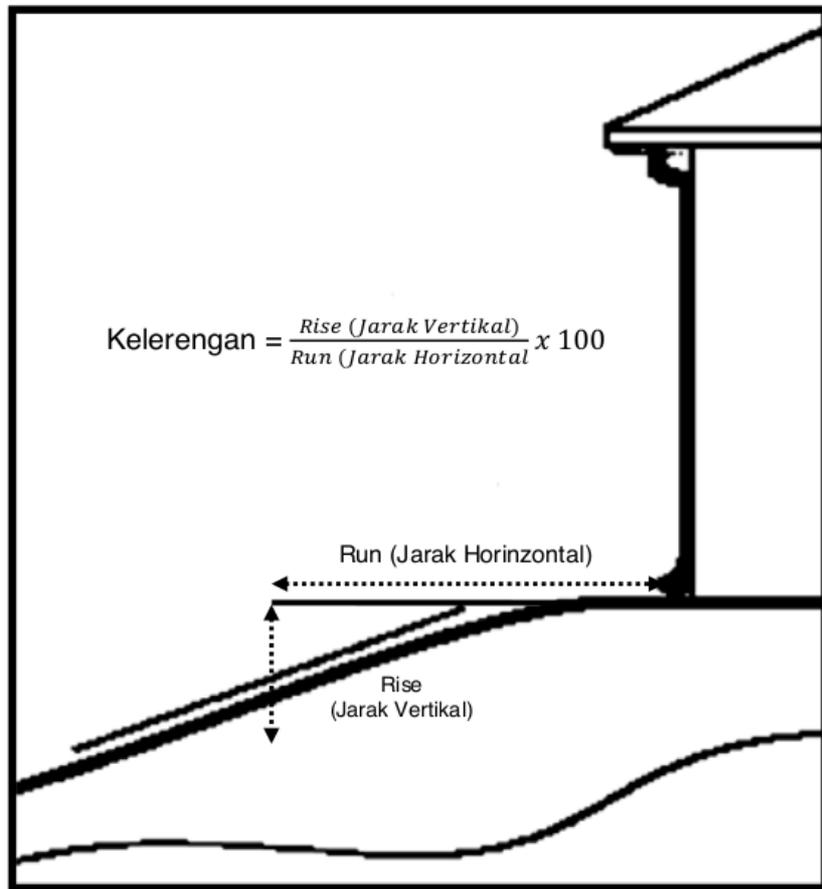
- Mempunyai cukup ruang dan tidak digunakan untuk tujuan lain dimasa yang akan datang.
- Limpasan dapat diarahkan jauh dari lingkungan rumah sendiri dan rumah tetangga.
- Air mengalir dengan cara gravitasi, dari tempat yang tinggi menuju ketempat yang rendah.
- Dipastikan untuk mendapatkan ijin atau persetujuan dari pemerintah kota atau kabupaten terhadap pembangunan proyek *rain garden* dalam skala besar (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

2.2.4. Panduan penempatan *rain garden*

Jika ingin menempatkan *rain garden* di dekat atau pada kemiringan lahan lebih besar dari 10% harus melakukan konsultasi dengan ahli geoteknik, dan mengevaluasi masalah yang akan dihadapi. Membangun *rain garden* pada daerah curam dapat menyebabkan tanah menjadi tidak stabil dan longsor (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

2.2.4.1. Menghitung kelerengan

Kelerengan lahan biasanya dijelaskan dalam derajat atau persen. Bila menggunakan persen, menghitung *rise* (jarak vertical) dibagi *run* (jarak horizontal) dan dikalikan dengan 100. Untuk menghitung kelerengan dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



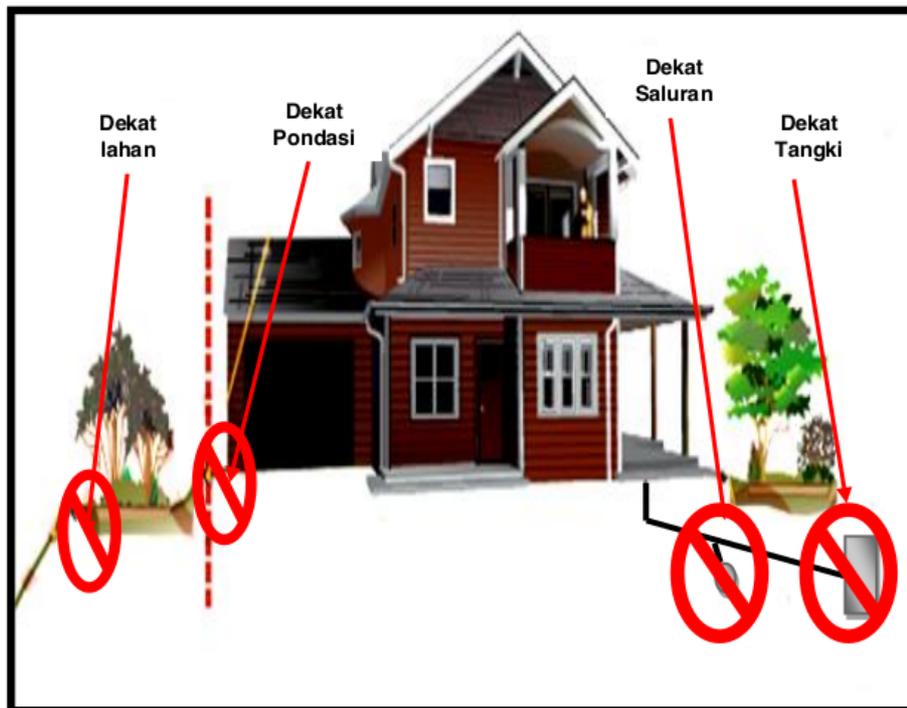
Gambar 2.2. Perhitungan Kelerengan Lahan
Sumber: Hinman, 2013

2.2.4.2. Lokasi yang dilarang untuk dibangun sebuah *rain garden*

Penempatan *rain garden* sangat penting untuk keberhasilan proyek yang dibuat. Gambar 2.3 adalah beberapa lokasi yang dilarang untuk dibangun *rain garden*. Beberapa lokasi yang dilarang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Dalam jarak 10 meter dari pondasi rumah. Untuk menghindari air masuk ke dalam ruang bawah tanah dan menyebabkan keretakan pada pondasi rumah.
2. Dekat dengan fasilitas bawah tanah. Untuk mencegah biaya tambahan dan kondisi berbahaya, maka informasi tentang letak kabel listrik, telepon, pipa air, dan jalur lainnya yang berada di dalam tanah harus diketahui. Memberi tanda pada bagian tersebut, dan segera menghubungi layanan umum.
3. Dekat lereng curam atau tebing. Peresapan air tambahan ke tanah di lereng yang curam dapat menyebabkan tanah longsor dan hal-hal yang tidak diinginkan lainnya. Kemiringan lahan harus kurang dari 10%. Jika ingin membangun *rain garden* dengan jarak 50 kaki (15,24 m) dari lereng dengan kemiringan lebih dari 10% harus melakukan kajian lanjutan dan berkonsultasi dengan insiyur geoteknik.
4. Dekat tangki septik, tangki pembuangan, dan area cadangan pembuangan. Jika lokasi menanjak dari tangki septik, setidaknya menyediakan jarak minimal 50 kaki (15,24 m), dan jika lokasi menurun dari sistem pembuangan memberikan jarak minimal 10 kaki (3,05 m) antara *rain garden* dan tangki septik tersebut. Mengkonsultasikan dengan dinas kesehatan setempat untuk perubahan rencana tangki septik.
5. Ditempat yang rendah dan sistem drainase yang buruk. Daerah tersebut secara alami sangat lambat untuk menyerap air limpasan, dan tidak mendukung kemampuan tanaman dalam *rain garden*.

6. Daerah yang sudah terdapat pepohonan ataupun tanaman yang secara alami sudah dapat melakukan penyerapan terhadap air dan melakukan penyaringan.
7. Dekat dengan sumber mata air bawah tanah.
8. Dekat sumur. *Rain garden* sebaiknya berjarak minimal 10 kaki (3,05 m) dari sumur air minum.



Gambar 2. 3. Lokasi yang Dilarang untuk Dibangun *Rain Garden*
Sumber: Hinman, 2013

2.2.5. Menguji kualitas tanah pada lokasi rain garden

Setelah menemukan lokasi untuk *rain garden*, langkah berikutnya adalah menguji kualitas tanah yang ada di daerah tersebut. Pengujian tersebut meliputi kegiatan mengevaluasi tekstur (ukuran partikel tanah)

dan tingkat drainase tanah (jumlah waktu yang diperlukan air untuk meresap kedalam tanah). Dengan memahami karakteristik ini akan membantu untuk menentukan ukuran *rain garden* yang akan dibuat.

Pembuatan *rain garden* sebaiknya perlu menghindari daerah yang dekat dengan air tanah. Untuk menguji keberadaan air tanah tersebut, dapat dilakukan tes sederhana dengan membuat lubang sedalam 36 inci (91,44 cm), mengamati apakah ada air yang merembes masuk dari bawah atau dari sisi-sisinya. Apabila hal tersebut terjadi, maka cari daerah lain untuk dijadikan *rain garden* (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Ada empat langkah untuk melakukan uji drainase, yaitu:

1. Menggali lubang pada tanah yang akan diuji.

Menggali sebuah lubang kecil dengan kedalaman sekitar 2 kaki (0,6 m), dan diameter 1-2 kaki (0,3-0,6 m). Menggali lubang yang lebih besar jika mempunyai *mini excavator* atau alat penggali tanah lainnya.

2. Mengevaluasi tekstur tanah.

Sebelum menambahkan air pada lubang untuk menguji drainase, maka diwajibkan terlebih dahulu mengevaluasi tekstur tanah. Jika tanah lembab, maka pengujian dapat langsung dilakukan dengan menekan tanah menjadi potongan bola kecil. Apabila mudah hancur, dan dirasakan agar kasar dan berpasir, maka daerah itu sangat bagus untuk drainase. Begitu pula sebaliknya, apabila bola kecil tadi berbentuk liat, maka menandakan daerah tersebut memiliki drainase yang buruk. Jika tanah halus, tetapi tidak lengket, maka diperlukan pengujian drainase terlebih dahulu, dengan membagi total ketinggian dengan total jam. Tanah jenis ini biasanya termasuk ke

dalam tanah berlumpur, dimana sangat lambat untuk proses drainasenya.

Jika tanah kering, menambahkan beberapa tetes air pada suatu waktu, menekan menjadi potongan bola kecil, dan kemudian melakukan uji tekstur tanah. Mencatat hasil pengujian ini, dan akan berguna dalam menentukan *rain garden* yang dibuat.

3. Menentukan kedalaman kolam yang diinginkan.

Selanjutnya menentukan kedalaman maksimum kolam di *rain garden* yang akan anda buat (disarankan 6-12 inci (15,24 cm- 30,48 cm)). Biasanya *rain garden* dirancang dengan kedalaman genangan setinggi 12 inci (30,48 cm), bertujuan untuk dapat menyimpan lebih banyak air, terutama pada tanah dengan drainase yang buruk.

4. Mengisi lubang dengan air dan mengamati tingkat drainase.

Akhirnya, mengisi lubang dengan air sedalam 6 inci (15,24 cm) atau 12 inci (30,48 cm) tergantung pada kedalaman maksimum kolam yang dibuat, yang diputuskan pada langkah ketiga. Meletakkan alat pengukur atau tongkat kedalam lubang tersebut untuk menghitung tingkat drainase. Bisa juga menggunakan sebuah papan bertanda dengan tanda-tanda setiap setengah inci dari bawah. Mengamati berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk air masuk kedalam tanah sepenuhnya. Mungkin ini memakan waktu, jadi mulailah dari pagi hari. Jika masih ada genangan di dalam lubang setelah satu hari, maka catat berapa banyak inci yang turun sejak pengujian dimulai. Bagi nilai total inci dengan jumlah jam untuk menghitung tingkat drainase tanah (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

2.2.6. Mengukur tingkat drainase tanah

2.2.6.1. Cara menghitung tingkat drainase tanah

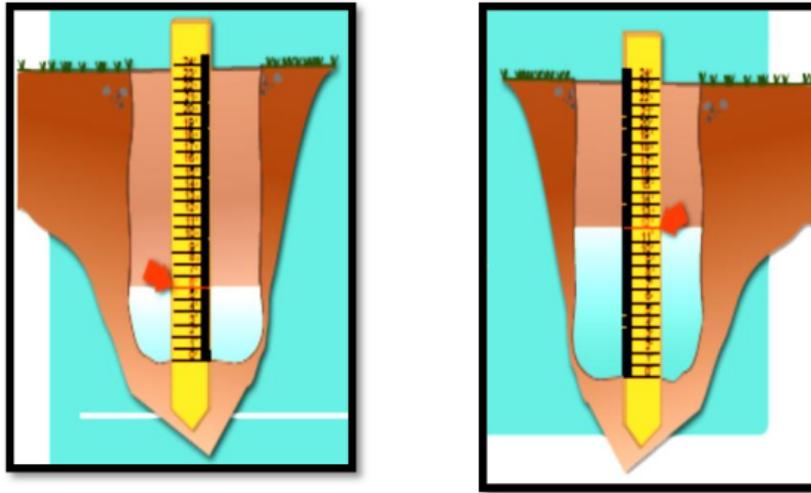
Menghitung tingkat drainase tanah dengan memperhatikan berapa lama air menjadi kering di dalam lubang yang telah dibuat. Kemudian membagi total inci air yang terserap dengan total waktu yang diperlukan (jam) oleh tanah untuk dapat menyerap air dengan baik (kondisi tanah kering) (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Contoh 1:

Mengisi lubang dengan 6 inci (15,24 cm) air. Jika air mengalir dari lubang dalam 12 jam, drainase atau laju infiltrasinya adalah 6 inci (15,24 cm) dibagi 12 jam = 0,5 inci (1,27 cm) perjam. Mencatat tingkat drainase untuk perbandingan dengan data yang lainnya. Gambar 2.4.a menyajikan ilustrasi perhitungan pada contoh 1.

Contoh 2:

Mengisi lubang dengan 12 inci (30,48 cm) air. Jika air mengalir dari lubang dalam 40 jam, maka drainase atau laku infiltrasinya adalah 12 inci (30,48 cm) dibagi 40 jam = 0,3 inci (0,76 cm) perjam. Mencatat tingkat drainase untuk perbandingan dengan data yang lainnya. Gambar 2.4.b menyajikan ilustrasi perhitungan pada contoh 2.



a. Ilustrasi Perhitungan Pada Contoh 1

b. Ilustrasi Perhitungan Pada Contoh 2

c.

Gambar 2. 4. Ilustrasi Perhitungan Tingkat Drainase Tanah
Sumber: Hinman, 2013

2.2.6.2. Pengujian drainase tanah

Jika pengujian dilakukan di musim hujan pada bulan Desember hingga April, maka tes drainase hanya dilakukan sekali saja. Jika anda menguji selama musim kemarau, melakukan tes dengan tiga kali ulangan (dengan melakukan masing-masing tes segera setelah tes pertama selesai). Menggunakan tes ketiga sebagai tingkat drainase (diukur dalam inci perjam). Pengujian tiga kali selama musim kemarau memberikan perkiraan yang lebih baik. Sebaiknya pengujian dimusim kemarau dihindari, tetapi kadang-kadang mungkin tidak dapat dihindari.

Uji drainase tanah penting untuk menentukan ukuran rain garden, dan juga membantu membuat keputusan penting berikutnya. Jika tingkat drainase adalah kurang dari 0,25 inci (0,64 cm) perjam, tetapi lebih dari

0,1 inci (0,25 cm) perjam, lokasi baik untuk dijadikan rain garden. Namun perlu diingat bahwa genangan air mungkin hadir untuk waktu yang lebih lama selama bulan-bulan basah (Desember sampai April). Jika tingkat drainase kurang dari 0,1 inci (0,25 cm) perjam, pertimbangkan lokasi lain untuk dijadikan rain garden. Gambar 2.5 menyajikan tentang ilustrasi pengujian drainase tanah.



Gambar 2. 5. Ilustrasi Pengujian Drainase Tanah
Sumber: Hinman, 2013

2.2.6.3. Menentukan ukuran *rain garden*

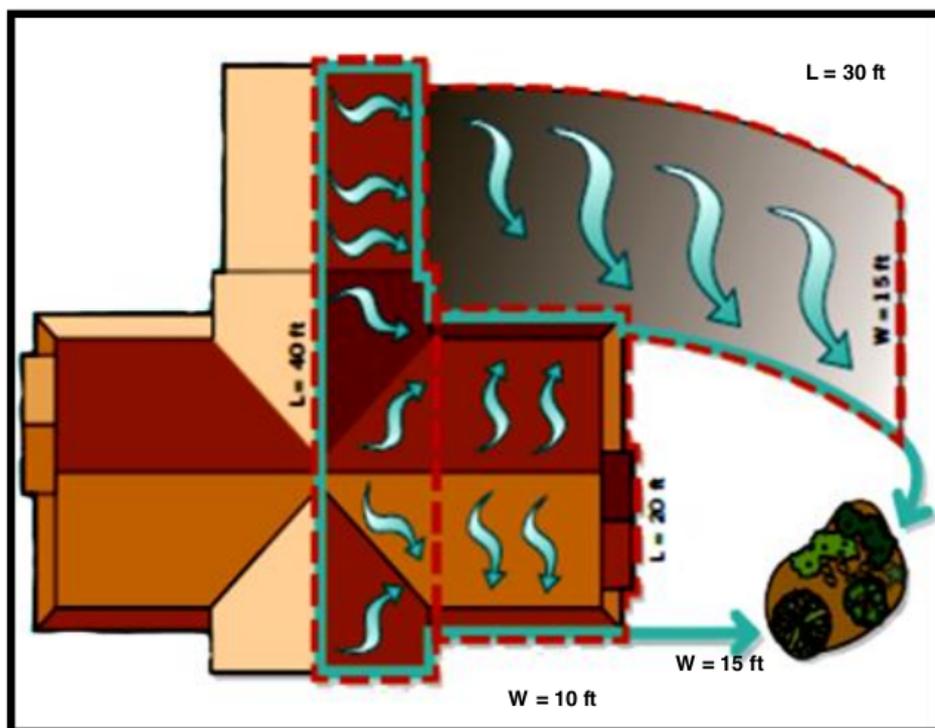
Setelah menguji tingkat drainase tanah, maka siap untuk menentukan ukuran *rain garden*. Ada lima pertanyaan penting:

1. Bagaimana tingkat drainase dari tanah?

Pada bagian akhir dalam pengujian tanah, didapatkan suatu gambaran tentang tingkat drainase. Angka ini akan menjadi rujukan untuk menentukan ukuran *rain garden* yang akan dibuat.

2. Berapa banyak daerah yang akan mengalir ke *rain garden*?

Untuk menentukan daerah drainase, maka terlebih dahulu mengukur luasan jalan, atap, area hamparan, dan hamparan permukaan lainnya yang akan mengalir ke *rain garden*, dan perhatikan daerah di kaki persegi. Untuk menentukan daerah atap, mengukur panjang dan lebar bangunan, termasuk daerah *overhang* atap (Gambar 2.6). Tidak perlu khawatir tentang kemiringan atap karena tidak mempengaruhi daerah drainase.



Gambar 2. 6. Ilustrasi Untuk Menentukan Daerah Drainase
Sumber: Hinman, 2013

3. Berapa banyak curah hujan yang diterima pada lokasi anda?
Untuk mengetahui banyaknya curah hujan dan sebarannya maka dapat menggunakan peta sebaran curah hujan dari Badan

Meteorologi dan Geofisika. Mencocokkan lokasi *rain garden* yang akan dibangun dengan peta sebaran curah hujan, maka akan didapatkan prakiraan curah hujan yang akan diterima oleh *rain garden* di lokasi tersebut. Hal ini penting untuk menentukan berapa luasan *rain garden* yang akan dibangun.

4. Berapa banyak air yang akan ditahan dalam *rain garden*?

Rain garden dianjurkan memiliki kedalaman genangan antar 6-12 inci (15,24 cm- 30,48 cm). Anda mungkin ingin memiliki daerah genangan dangkal atau lebih dalam berdasarkan estetika. Perlu diingat bahwa area genangan yang lebih dalam umumnya akan memakan waktu lebih lama untuk pengeringan dan akan membutuhkan lebih banyak tanaman yang toleran (kecuali tanah pasir yang sangat baik untuk pengeringan). Kedalaman juga dapat mempengaruhi seberapa besar permukaan genangan anda. Setelah anda memutuskan pada 6 inci (15,24 cm) atau 12 inci (30,48 cm) dalam genangan, saatnya menentukan ukuran permukaan atas area genangan *rain garden*. Berdasarkan tingkat kinerja terbaik, kedalaman 12 inci (30,48 cm) akan memerlukan lebih sedikit ruang dari pada kedalaman genangan 6 inci (15,24 cm).

Penentuan luas permukaan ini, dianjurkan untuk mengikuti langkah berikut:

- i. Memilih tingkat kinerja yang ingin dicapai apakah baik, lebih baik atau terbaik.
 - Kinerja yang baik akan menangkap sekitar 80% air limpasan dari daerah yang memberikan kontribusi mengalirkan ke dalam *rain garden*.

- Kinerja yang lebih baik akan menangkap sekitar 95% air dari daerah yang memberikan kontribusinya.
 - Kinerja terbaik akan menangkap hampir semua air dari daerah kontribusi.
- ii. Mengidentifikasi letak *rain garden* yang akan dibangun dengan curah hujan di wilayah tersebut.
 - iii. Dengan mengacu pada Tabel kinerja, menentukan tingkat kedalaman *rain garden* yang akan dibangun, baik 6 inci (15,24 cm) atau 12 inci (30,48 cm).
 - iv. Mengacu pada tingkat drainase, curah hujan wilayah, dan kinerja tingkat serta persentase ukuran faktor, maka akan didapatkan ukuran permukaan daerah genangan dari *rain garden*. Ukuran faktor ditampilkan sebagai persentase dari jumlah total daerah yang berkontribusi. Mengalikan total kontribusi dengan faktor ukuran untuk mendapatkan luas permukaan area genangan.

Rumusnya sebagai berikut:

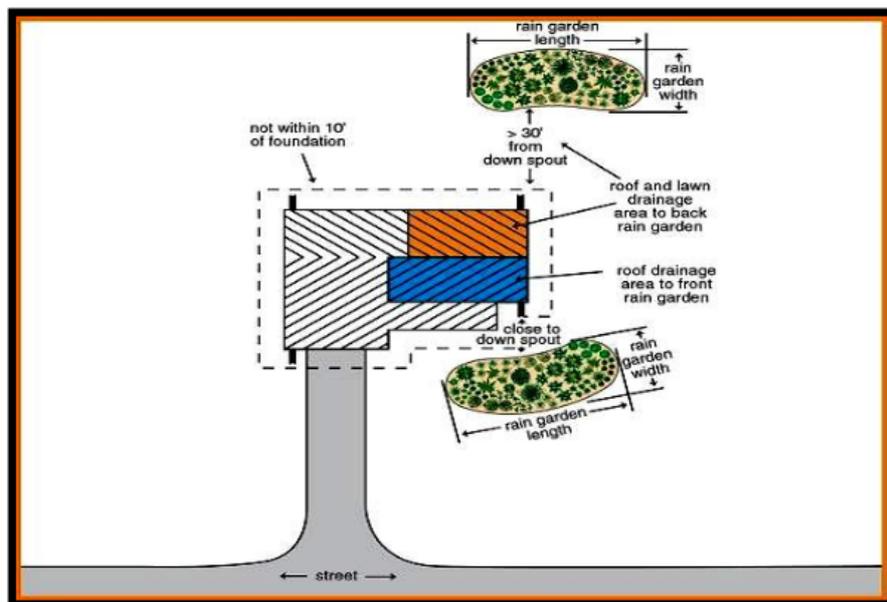
$$\text{Luas Kontribusi} \times \text{Persentasi Ukuran Faktor} = \text{Area Permukaan Genangan}$$

5. Berapa banyak ruang yang dimiliki untuk *rain garden*?

Mengukur seberapa banyak ruang yang tersedia untuk dibuat *rain garden*. Jika lokasi tidak memungkinkan maka perlu dipertimbangkan hal berikut:

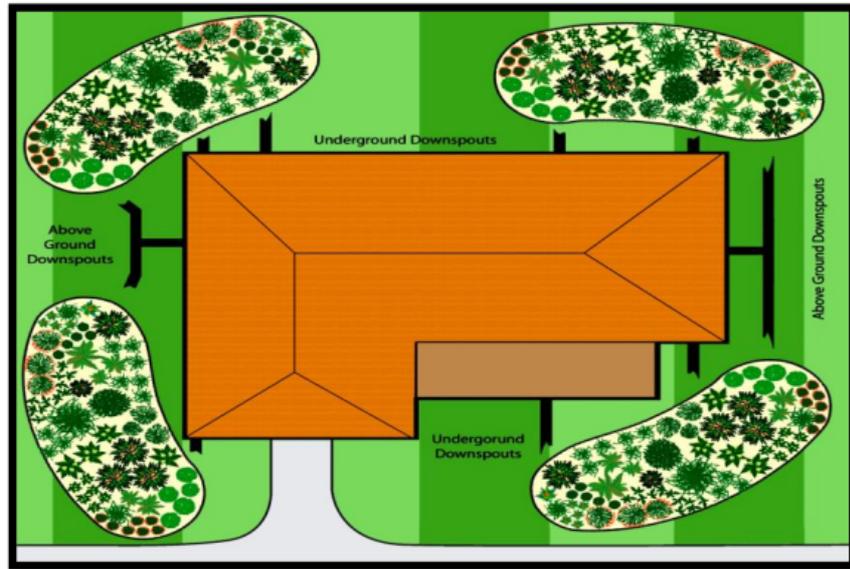
- Mengurangi ukuran *rain garden* dengan mengurangi ukuran area kontribusi.

- Mengurangi tingkat kinerja *rain garden* (dari yang terbaik menjadi lebih baik, dari yang lebih baik menjadi baik).
- Mempertimbangkan bentuk yang berbeda, yang cocok dilahan yang sempit.
- Membagi *rain garden* menjadi lebih dari satu lokasi dengan daerah drainase yang terpisah (Gambar 2.7 dan 2.8).
- Mencari lokasi lain.



Gambar 2.7. Lokasi Pembuangan Air dengan Dua Buah *Rain Garden*

Sumber: <http://www.endlessmountainsrcd.org/files/images/raingardenlocationdiagram.jpg>



Gambar 2.8. Lokasi Pembuangan Air dengan Empat Buah *Rain Garden*

Sumber: <http://www.teamleaf.org/aqua/images/demoraingarden.jpg>

2.2.6.4. Rekomendasi ukuran faktor

Untuk menentukan ukuran permukaan area genangan untuk *rain garden* dengan mengalikan luas lahan yang terlibat dengan persentasi di bawah ini (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Rekomendasi Ukuran Faktor

Kriteria	Curah Hujan (Inci)	Kedalaman Kolum	Rata-rata Drainase tanah				
			0,10 - 0,24*	0,25 - 0,49	0,50 - 0,99	1,00 - 2,49	2,50 +
			Inci/Jam	Inci/Jam	Inci/Jam	Inci/Jam	Inci/Jam
Baik	<30	6' - 12'	8%	7%	7%	6%	6%
	30-40	6' - 12'	14%	10%	8%	6%	6%
	40-50	6' - 12'	16%	11%	8%	7%	6%
	50-70	6' - 12'	19%	12%	10%	7%	6%
	70-90	6' - 12'	23%	15%	11%	9%	6%
	>90	6' - 12'	28%	18%	13%	10%	7%
Lebih Baik	<30	6' - 12'	9%	9%	8%	8%	7%
	30-40	6' - 12'	20%	14%	11%	9%	7%
	40-50	6' - 12'	22%	15%	12%	10%	7%
	50-70	6' - 12'	29%	18%	14%	11%	8%
	70-90	6' - 12'	34%	22%	16%	13%	9%
	>90	6' - 12'	42%	27%	19%	15%	10%
Terbaik	<30	6'	13%	10%	9%	9%	8%
		12'	N/A*	10%	9%	8%	8%
	30-40	6'	39%	32%	26%	21%	15%
		12'	N/A*	27%	23%	20%	15%
	40-50	6'	45%	36%	30%	25%	17%
		12'	N/A*	31%	26%	22%	17%
	50-70	6'	54%	43%	34%	27%	18%
		12'	N/A*	36%	31%	25%	17%
	70-90	6'	75%	47%	35%	26%	17%
		12'	N/A*	45%	31%	25%	17%
	>90	6'	72%	56%	42%	30%	19%
		12'	N/A*	48%	39%	29%	19%

Ukuran Faktor

Sumber: Hinman, 2013

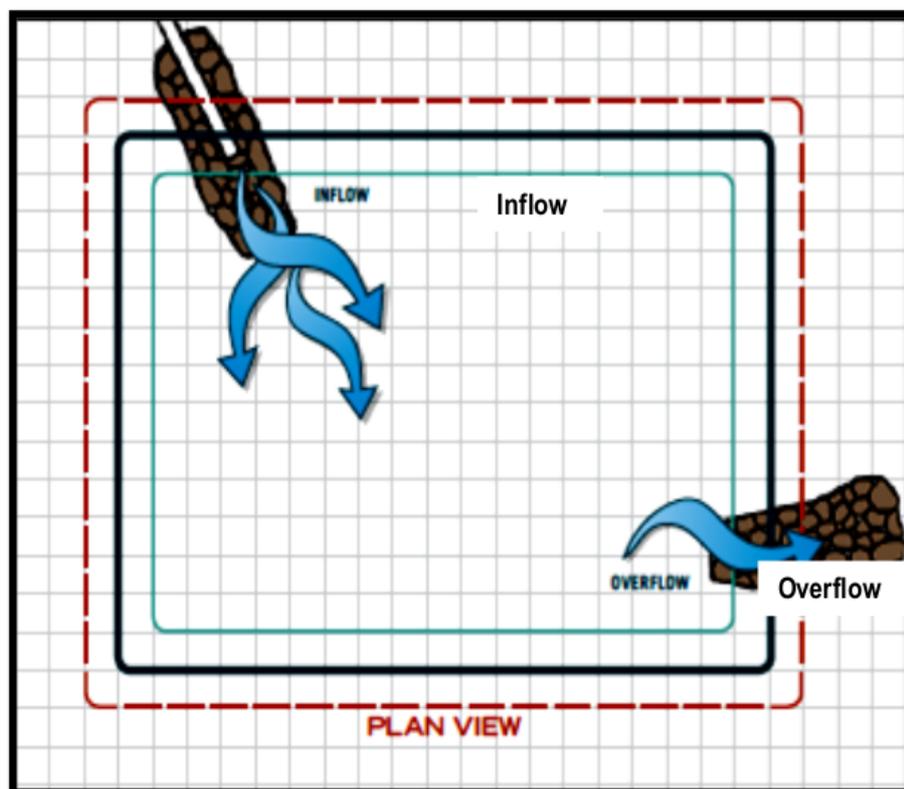
*) Pada tingkat ini drainase rendah, kolum 12 inci (30,48 cm) tidak dapat turun dalam waktu 3 hari. Gunakan kedalaman genangan 6 inci (15,24 cm).

Rain garden yang dibangun mungkin akan menemukan beberapa kendala seperti: drainase berjalan lebih lambat, terjadi penggenangan dalam waktu yang cukup lama, dan dapat meluap terutama setelah hujan deras. Kondisi ini mungkin akan lebih sering jika anda memilih kinerja baik bukan lebih baik atau terbaik. Pastikan dalam situasi ini untuk memilih tanaman yang dapat mentolerir waktu yang lebih lama terhadap air khususnya tanaman *rain garden* paling bawah. Perlu diingat juga bahwa pola curah hujan dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi limpasan air hujan sangat kompleks dan bervariasi di setiap daerah.

2.2.7. Persyaratan rain garden

2.2.7.1. Menentukan area permukaan atas

Pada Gambar 2.9 terlihat tahapan tingkatan air. Air yang masuk *rain garden* dan berlebih akan naik, sebelum akhirnya meluap. Untuk menghitung luas area permukaan adalah dengan mengalikan ukuran faktor dari *rain garden* dengan daerah yang berkontribusi.



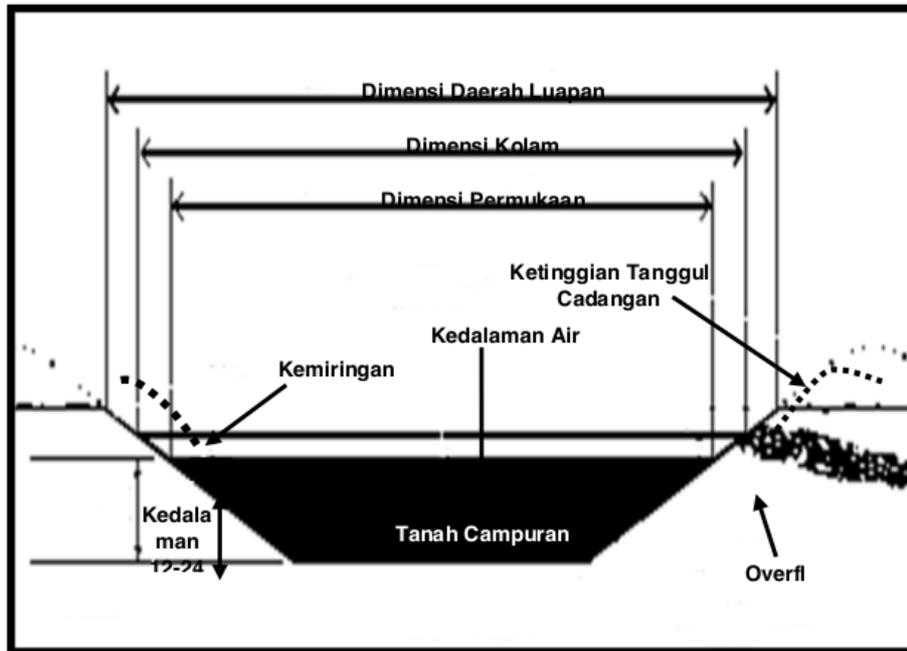
Gambar 2.9. Tahapan Tingkatan Air
Sumber: Hinman, 2013

2.2.7.2. Membuat sketsa *rain garden*

Setelah ditentukan akan membangun *rain garden* dengan kolam pengendapan apakah sedalam 6 inci (15,24 cm) atau 12 inci (30,48 cm), maka langkah selanjutnya adalah membuat sketsa potongan melintang dari *rain garden* yang akan dibuat. Pembuatan sketsa ini juga memperhatikan banyaknya curah hujan yang diterima oleh *rain garden* tersebut.

Kadang-kadang setelah hujan besar terjadi, air dapat naik diatas tingkat kolam dan mulai mencurahkan luapannya. Memberikan tepi atas dengan ketinggian ekstra disekeliling area genangan dirancang untuk memblokir luapan yang terjadi. Ketinggian ekstra ini minimal 6 inci (15,24 cm) dari daerah genangan. Batuan pada daerah pinggir atau penahan luapan akan terkikis oleh air yang datang begitu besar. Air akan meluap pada daerah yang relatif lebih rendah, dan melewati kolam.

Lereng sisi *rain garden* yang akan dibuat disarankan adalah dengan perbandingan 2:1 (2 kaki horizontal dan 1 kaki vertical), mulai menggali 12 inci (30,48 cm) jarak horizontal dan menyediakan 6 inci (15,24 cm) kedalaman vertical untuk penahan limpasan. Jika lereng sisi dibuat lebih bertahap, seperti perbandingan 3:1 atau 4:1, berarti akan mulai menggali 18 inci (45,72 cm) atau 24 inci (60,96 cm) daerah atas permukaan dan membangun kedalaman penahan sedalam 6 inci (15,24 cm). *Rain garden* juga dapat dilengkapi tanggul penahan disepanjang sisinya. Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10. Penampang *Rain Garden*
 Sumber: Hinman, 2013

2.2.7.3. Merencanakan pembuatan tanggul

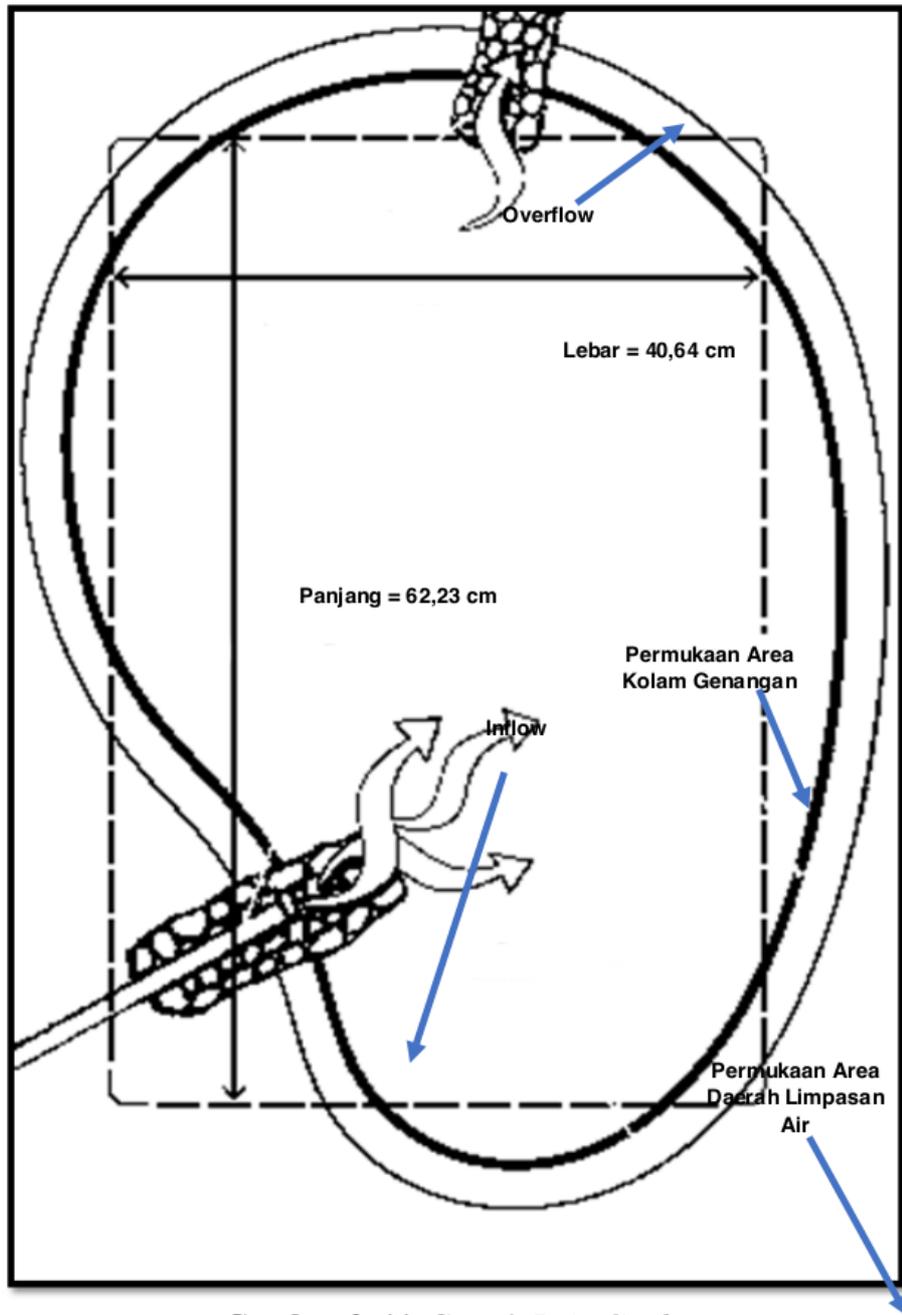
Kasus meluapnya air dalam *rain garden* biasanya hanya terjadi pada saat hujan besar. Untuk menghindari terjadinya luapan air tersebut dengan cara menyediakan menambah kedalaman kolam atau membuat tanggul penahan air genangan. Hal ini akan membantu terutama disaat periode hujan lebat ketika lebih banyak air mengalir ke *rain garden*. Penahan limpasan harus minimal 6 inci (15,24 cm) lebih tinggi dari permukaan atas area genangan.

Jika tanggul yang dibangun tidak cukup menahan air limpasan, maka air limpasan harus diarahkan ke lokasi aman (misalnya ruang terbuka hijau, sengkedan pinggir jalan, atau drainase kota). Jangan

langsung mengarahkan ke struktur bangunan atau fasilitas bawah tanah lainnya.

2.2.7.4. Menentukan bentuk *rain garden*

Menentukan bentuk *rain garden* seringkali ditentukan oleh fitur seperti menghindari struktur bangunan, pohon ataupun fasilitas lainnya. *Rain garden* yang dibuat dapat disesuaikan dengan ruang yang tersedia. Sebagai contoh, pembangunan *rain garden* dapat disesuaikan dengan kontur lereng dengan menciptakan sistem terasering. Hal ini mengurangi jumlah penggalian yang diperlukan. Jangan lupa untuk memberikan ruang tambahan untuk daerah limpasan penahan dan penanaman disekitar daerah genangan. Gambar 2.11 menyajikan tentang salah satu bentuk *rain garden*.



Gambar 2. 11. Contoh *Rain Garden*
 Sumber: Hinman, 2013

BAB III

APLIKASI PENGGUNAAN *RAIN GARDEN*

3.1. *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 perlakuan khusus. Berikut ini akan dijelaskan beberapa langkah dalam membuat *rain garden* tersebut.

3.1.1. *Penentuan lokasi dan desain aliran air masuk*

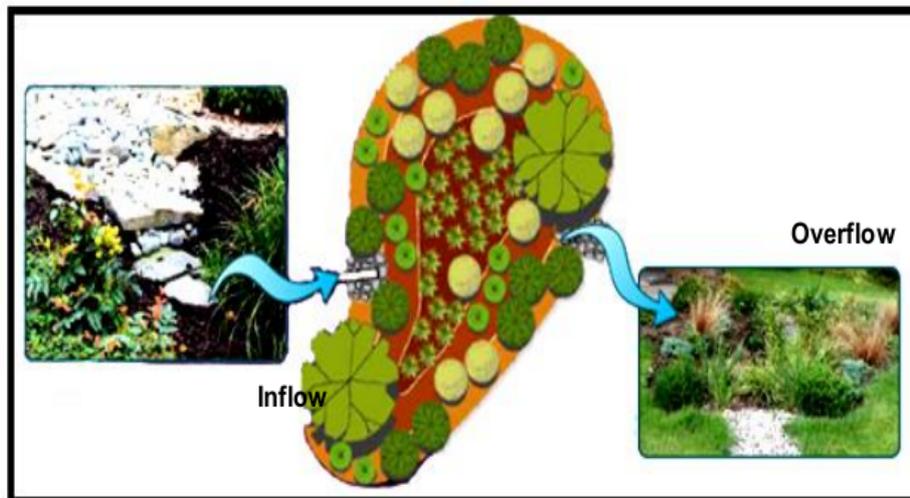
Rain garden biasanya diletakkan di daerah yang mempunyai cukup ruang dan tidak digunakan untuk tujuan lain dimasa yang akan datang. *Rain garden* diletakan dalam jarak 10 meter dari pondasi rumah. Untuk menghindari air masuk ke dalam ruang bawah tanah dan menyebabkan keretakan pada pondasi rumah.

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 (Gambar 3.1) (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

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 3. 1. Desain Aliran Air Pada *Rain Garden*
Sumber: Hinman, 2013

3.1.2. *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 (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

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 3.2 menyajikan tentang salah satu contoh layout *rain garden*.



Gambar 3. 2. Membuat Layout *Rain Garden*

Sumber:

http://naturalearning.org/sites/default/files/sidebar_imgs/oct%20homecoming%20trike%20path%200006_0.jpg?13578429

83

3.1.3. *Pembangunan rain garden*

Proses perencanaan yang dikembangkan dalam bab terdahulu sudah selesai dan sudah waktunya untuk memulai membangun *rain garden*. Proses pembangunan tersebut meliputi kegiatan penggalian tanah, menciptakan dasar lantai yang datar, penggunaan tanah yang sesuai, dan pembangunan tanggul.

3.1.3.1. 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).

Jika menggali tanah pada sebuah *rain garden* kecil yang tidak terlalu dalam, maka akan sangat menyenangkan jika dilakukan bersama teman-teman (Gambar 3.3). Namun untuk membuat *rain garden* dengan ukuran besar, tanah sering kali didapati lebih padat dan sangat sulit untuk digali, maka penggalian perlu mempertimbangkan dengan menyewa *mini-excavator* (Gambar 3.4).

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).



Gambar 3. 3. Kegiatan Menggali Bersama Teman
Sumber: <http://blogs.walkerart.org/ecp/files/2013/06/diggingin2.jpg>

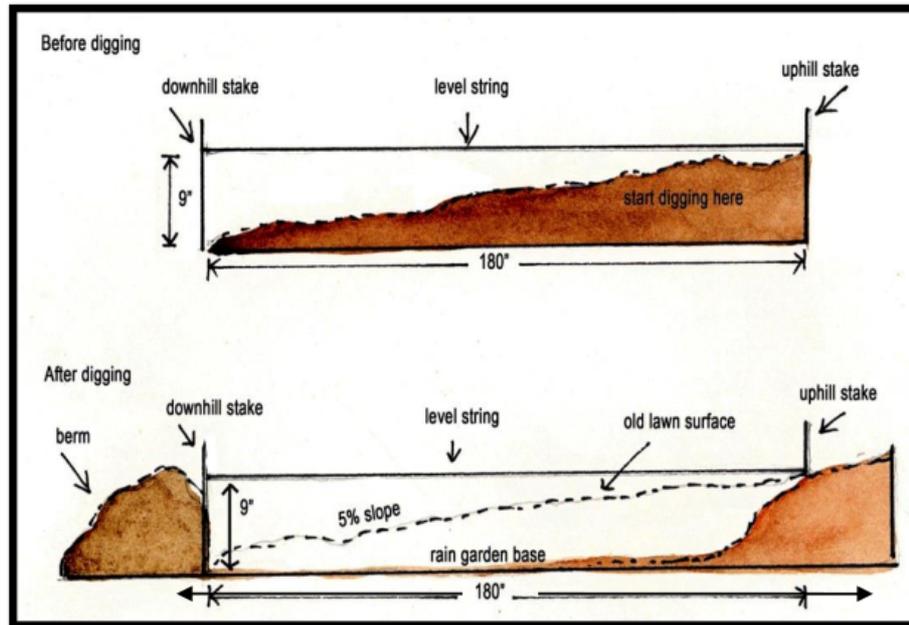


Gambar 3. 4. Kegiatan Menggali dengan *Mini Excavator*
Sumber: http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/mini-crawler-excavators-31379-2360295.jpg

3.1.3.2. 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 3.5). 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 3.5. Menggali Tanah dengan Menggunakan Metode Kedua
 Sumber: <http://www.lagrangeny.org/cac/rg%20diagram.jpg>

3.1.3.3. 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 3.6). Dengan bantuan papan itu, sebaran tanah akan merata tidak meninggalkan bagian yang berlubang pada lantai dasar. Selain itu dapat menggunakan alat laser level.



Gambar 3. 6. Membuat Lantai *Rain Garden* yang Datar
Sumber: <http://i1.ytimg.com/vi/u7fyleus9gi/maxresdefault.jpg>

3.1.3.4. 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 (Gambar 3.7). 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 (Winogradoff, 2001).



Gambar 3. 7. Menggali dan Mengganti Tanah Asli dengan Tanah Campuran

Sumber:

<http://www.wastormwatercenter.org/files/gallery/mvlmvi vduzqe5ppm.jpg>

2. Pilihan kedua: menggali dan mengubah komposisi tanah yang ada dengan menambahkan kompos, kemudian 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 $\frac{2}{3}$ dari tanah yang digali. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan untuk membuat dua buah tumpukan tanah. Tumpukan pertama dengan $\frac{2}{3}$ tanah ditempatkan terpisah, tumpukan kedua dengan $\frac{1}{3}$ tanah sisa. Ditambahkan $\frac{1}{3}$ kompos ke dalam tumpukan pertama. Campuran tersebut kemudian dihomogenkan sebelum tanah campuran itu dimasukkan kembali ke dalam tanah.
 - Menggunakan semua tanah gali dan dicampur dengan $\frac{1}{3}$ 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 dimasukkan 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.

3.1.3.5. 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 3.8). 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 3. 8. Membangun Tanggul *Rain Garden*

Sumber: <http://3.bp.blogspot.com/-ncrkdueyuea/tjlxvrx-7i/aaaaaaaaak/mwln3jk3i9m/s1600/finishing+the+retaining+wall.jpg>

Membangun daerah penahan limpasan air (Gambar 3.9) 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 digunakan sebagai penutup tanah.



Gambar 3.9. Membangun Daerah Penahan Limpasan Air
Sumber:

http://www2.ca.uky.edu/gogreen/images/green/boone_berm.jpg

3.1.4. 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).

3.1.5. 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 3.10).



Gambar 3. 10. *Rain Garden* di Permukiman Kirkland, USA

Sumber: http://raindogdesigns.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/12/kirkland_rg_map.jpg

Keterangan:

 = *Lokasi Rain Garden*

3.2. Rain Garden Pada Fasilitas Publik

3.2.1. Rain garden pada sisi jalan

Pembuatan *rain garden* pada sisi jalan memiliki prinsip yang sama dengan pembangunan *rain garden* di perumahan. Berikut ini disajikan contoh pembuatan *rain garden* di Jalan Seattle SEA dan Jalan Minneapolis, Paul Metropolitan.

Pada awalnya jalan Seattle SEA dibuat lurus dengan lebar sebesar 25 kaki (7,62 m) diganti dengan jalan lengkung dengan lebar 14 kaki (4,27 m) dengan sengkedan tumbuhan disepanjang kedua sisi badan jalan (Gambar 3.11). Desain ini dikombinasikan dengan infrastruktur lainnya seperti gorong-gorong, cekungan genangan, bak kontrol dan pipa berlubang untuk membantu dalam mengatur pembuangan air hujan. Selain itu, dilokasi juga ditanam lebih dari 100 pohon cemara dan 1.100 semak yang ditanam disepanjang jalan dalam kombinasi dengan sengkedan. Keberadaan tanaman sangat membantu untuk menciptakan suasana yang asri di sepanjang jalan tersebut (Chisholm, 2008).



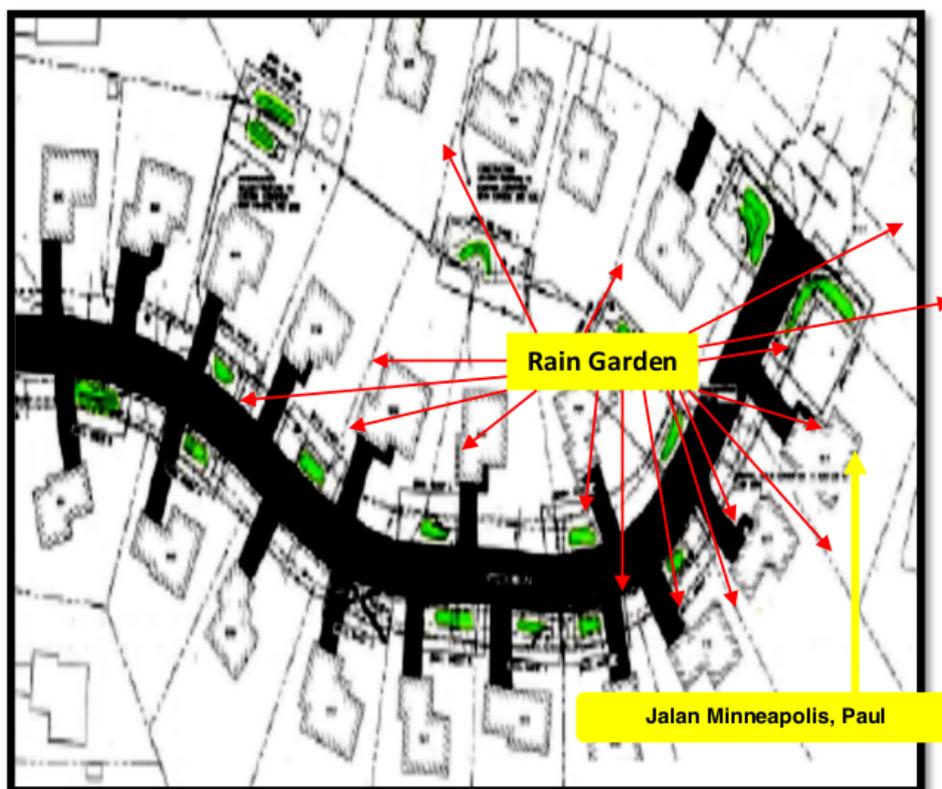
Gambar 3. 11. *Rain Garden* Pada Sisi Jalan

Sumber: <http://eastmetrowater.areavoices.com/files/2011/06/St.-Paul-Park-street-raingarden.jpg>

Pada jalan Seattle SEA, biasanya pada pinggir jalan dimanfaatkan sebagai lahan parkir. Dengan adanya penambahan ruang untuk *rain garden*, keberadaan parkir tersebut ternyata tidak terganggu. Lahan parkir dibuat miring dan disesuaikan dengan luasan kendaraan (Chisholm, 2008).

Pada daerah Minneapolis-St, Paul Metropolitan, pembangunan *rain garden* juga sudah dikembangkan. Mereka sedang mengembangkan lingkungan jalan yang berkelanjutan dengan membuat *rain garden* di

sepanjang jalan. Mereka menggunakan sengkedan bervegetasi, kolam retensi, penahan air limpasan, dan pengurangan lebar jalan. Fasilitas di daerah tersebut juga dilengkapi dengan sistem gorong-gorong. Trotoar dibangun dengan menggantikan beton menjadi batu granit, yang memungkinkan air bisa menyerap masuk ke dalam tanah. Selain itu jalan parkir paralel ditanami rumput selebar 0,6 meter pada kedua sisi jalan tersebut (Chisholm, 2008). Model *rain garden* dapat dilihat pada Gambar 3.12 dan 3.13.



Gambar 3.12. Layout *Rain Garden* di Jalan Minneapolis, Paul Metropolitan
Sumber: Chisholm, 2008



Gambar 3. 13. *Rain Garden* yang dibangun di Sisi Jalan

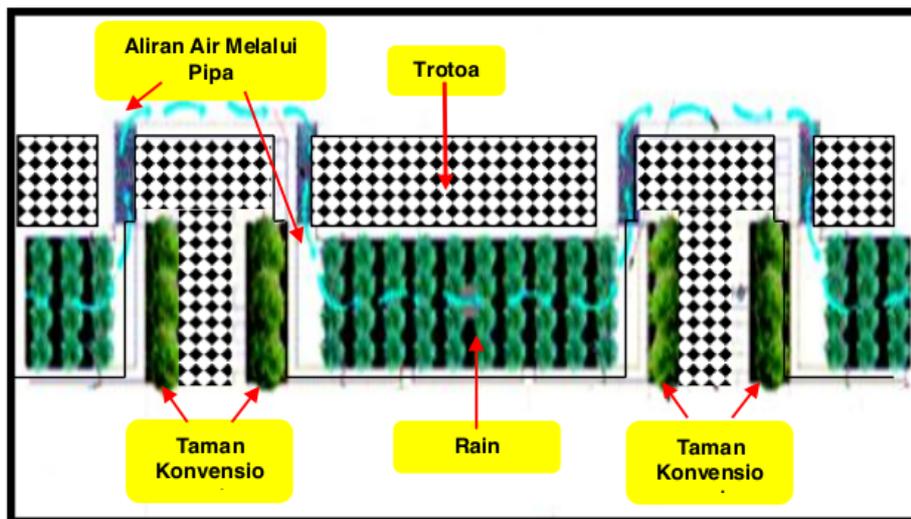
Sumber:

http://www.landandwater.com/features/vol48no5/vol48no5_2a.jpg

3.2.2. *Rain garden pada perkotaan*

Pada wilayah perkotaan sering kali menggunakan model jalur hijau untuk mengendalikan hujan lebat. Pada bagian dasar jalur hijau dipasang gorong-gorong atau pipa besar untuk pembuangan air. Pipa tersebut dipadukan dengan fasilitas lainnya. Pemanfaatan trotoar dengan melakukan penanaman pohon keras yang memiliki estetika tinggi, dan memiliki fungsi ekologis. Sebaiknya dihindarkan penggunaan jenis tanaman rumput pada lokasi ini.

Pada Kota Portland contohnya, pada daerah pinggir perkotaan dibuat *rain garden* dengan ukuran 8 kaki (2,44 m) x 16 kaki (4,87 m) atau 10 kaki (3,05 m) x 20 kaki (6,09 m). Model *rain garden* yang satu dan yang lainnya dihubungkan dengan pipa atau gorong-gorong (Chisholm, 2008). Model *rain garden* yang dikembangkan secara jelas dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14. Layout *Rain Garden* di Kota Portland
Sumber: Chisholm, 2008

3.3. *Rain Garden* Peneliti

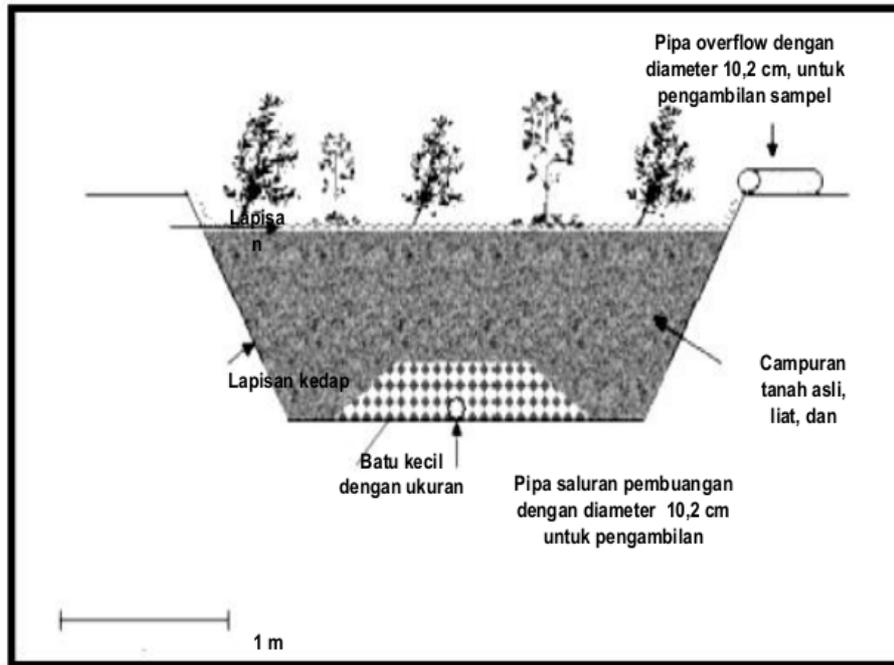
Rain garden yang ditanam bersama dengan jenis pepohonan atau semak dan ditutup dengan lapisan mulsa dapat menimbulkan dampak positif terhadap lingkungan. Adanya perpaduan ini memungkinkan air untuk masuk ke dalam tanah, mengisi ulang akuifer, dan mengurangi arus puncak. Selain itu, *rain garden* diharapkan 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 (NH₃ - N). Sedangkan untuk parameter nitrit-nitrat - N (NO₃ - 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. Berikut ini akan dijabarkan tentang beberapa fakta tersebut:

3.3.1. Kemampuan *rain garden* dalam menurunkan kandungan nitrogen dan fosfor

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 3.15.



Gambar 3.15. Layout *Rain Garden* yang dikembangkan oleh Dietz dan Clausen
 Sumber: 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 3.15). Adapun karakteristik dari tanah dan mulsa dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Karakteristik Tanah dan Mulsa Pada *Rain Garden*

Karakteristik Tanah	<i>Rain Garden</i>		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. sebagian besar 99,2% masuk sebagai aliran bawah permukaan. Berdasarkan hasil penelitian yang sama didapatkan bahwa nilai amonia - N (NH₃ - N) dan N total sangat signifikan diserap oleh *rain garden*. Dietz dan Clausen (2005) menambahkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi NO₃ - N , TKN (*total Kjeldahl-N*) atau pun ON (*organic nitrogen*) yang ditemukan di antara curah hujan, *inlet* atau konsentrasi *underdrain* (Tabel 3.2). Namun, konsentrasi NH₃ - N dari *underdrains* secara signifikan (p = 0,001) lebih rendah dari NH₃ - N konsentrasi dalam curah hujan dan *inlet*. Hal ini berarti konsentrasi NH₃ - N mendekati batas deteksi untuk curah hujan dan *inlet*, dan pada batas deteksi untuk *underdrains* (Tabel 3.2).

Konsentrasi TN (*total nitrogen*) dari *underdrain rain 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 3.16. Konsentrasi rata-rata geometrik TP di *inlet* (regresi tidak signifikan) adalah 0.019 mgL^{-1} , sedangkan rata-rata dua *underdrains* menunjukkan tren peluruhan eksponensial ($R^2 = 0,6$). 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 3. 2. Analisis Statistik untuk Kemampuan Penyerapan Nitrogen dan Fosfor oleh *Rain Garden*

Variabel	n	DL	Unit	Bulk Deposition	Roof Runoff	Underdrain	
						Garden 1	Garden 2
NO ₃ ⁻	4	0.2	mg	0.5 a ± 0.5	0.5 a ±	0.3 a ±	0.4 a ±
N ^{ns}	7		L ⁻¹		0.6	0.4	0.5
NH ₃ ⁻	4	0.01	mg	0.03 a ±	0.04a ±	0.01b ±	0.01b ±
N ^{***}	7		L ⁻¹	0.12	0.19	0.01	0.14
TKN ^{ns}	4	0.1	mg	0.5 a ± 0.7	0.7 a ±	0.4 a ±	0.6 a ±
	7		L ⁻¹		0.8	0.3	0.4
TN	4	0.1	mg	1.2 a ± 0.8	1.2 a	0.8 b ±	1.0ab ±
	7		L ⁻¹		±1.1	0.6	0.6
ON ^{ns}	4	0.1	mg	0.4 a ± 0.6	0.5 a	0.4 a	0.6 a ±
	7		L ⁻¹		±0.7	±0.3	0.4
TP ^{***}	4	0.00	mg	0.012a ±	0.019±	0.058c±	0.060c ±
	7	5	L ⁻¹	0.018	0.038	0.036	0.064

Sumber: Dietz dan Clausen, 2005.

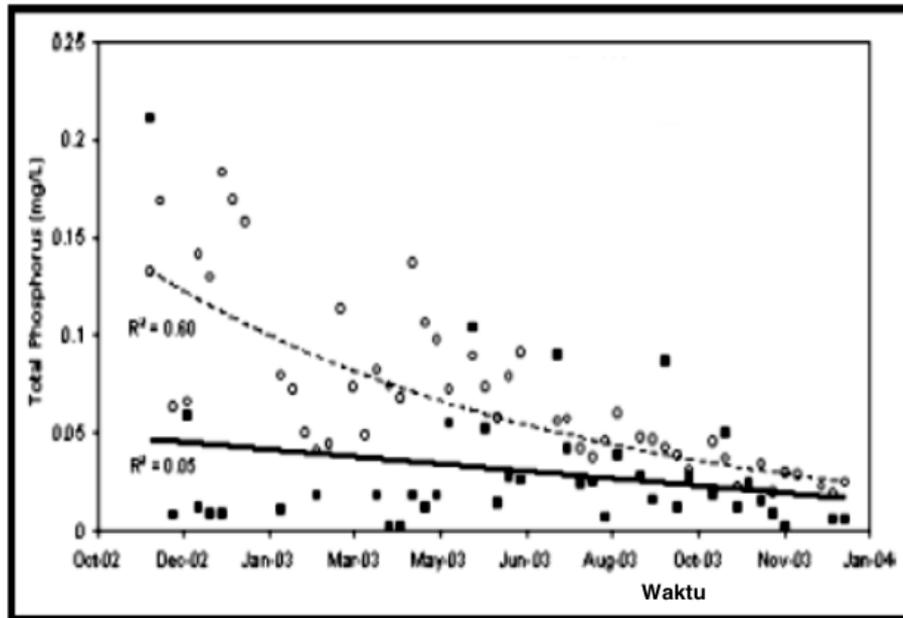
Keterangan:

*p = 0,05

***p = 0,001

ns = ANOVA comparison non significant

DL = Detection limit



Gambar 3.16. Tren Hubungan Antara Konsentrasi Total Fosfor Terhadap Waktu
Sumber: Dietz dan Clausen, 2005

Konsentrasi rata-rata geometris $\text{NO}_3 - \text{N}$ sebesar $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ untuk kedua sampel pada penelitian Dietz dan Clausen (2005) (Tabel 3.2) sedikit lebih rendah $0,7 \text{ mgL}^{-1}$ dari konsentrasi $\text{NO}_3 - \text{N}$ 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 $2,4 \text{ mgL}^{-1}$, dimana nilai ini lebih tinggi dari konsentrasi rata-rata yang ditemukan dalam penelitian Dietz dan Clausen (2005) (Tabel 3.2). Chang dan Crowley (1993) melaporkan konsentrasi $\text{NH}_4 - \text{N}$ yang berasal dari limpasan di Texas sebesar $0,859 \text{ mgL}^{-1}$, nilai ini menunjukkan tidak berbeda nyata dari $\text{NH}_4 - \text{N}$ yang diukur dalam curah hujan terbuka yaitu sebesar $0,799 \text{ mgL}^{-1}$. Konsentrasi $\text{NH}_3 - \text{N}$ 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 3.3 menunjukkan bahwa massa retensi berkurang untuk parameter $\text{NO}_3\text{-N}$, TN, TKN, dan ON. Mason *et al* (1999) melaporkan bahwa $\text{NO}_3\text{-N}$ tidak baik difiltrasi oleh tanah kerikil. Satu-satunya nutrisi yang difiltrasi dengan baik oleh sistem adalah $\text{NH}_3\text{-N}$ yaitu sebesar 84,6%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang disajikan oleh Mason *et al* (1999), yang melaporkan bahwa Konsentrasi $\text{NH}_4\text{-N}$ menurun sebagai fungsi dari infiltrasi melalui tanah kerikil. Mekanisme dalam penurunan kandungan nitrifikasi dalam tanah dan adsorpsi $\text{NH}_4\text{-N}$ partikel tanah diasumsikan memiliki mekanisme yang sama untuk penurunan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$. Adanya peristiwa nitrifikasi secara simultan dan denitrifikasi pada sistem *rain garden* bisa juga menyebabkan penurunan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ tanpa meningkatkan konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$, namun denitrifikasi tidak diukur langsung.

Berdasarkan Tabel 3.3, retensi untuk TP adalah -110,6%, menunjukkan bahwa lebih banyak fosfor yang meninggalkan sistem daripada yang masuk dan terserap. Retensi $\text{NO}_3\text{-N}$ dan $\text{NH}_3\text{-N}$ sedikit lebih besar daripada yang dilaporkan oleh Davis *et al* (2001), yang melaporkan bahwa penyerapan $\text{NO}_3\text{-N}$ dan $\text{NH}_3\text{-N}$ masing-masing sebesar 24 dan 79% dimana penelitian 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

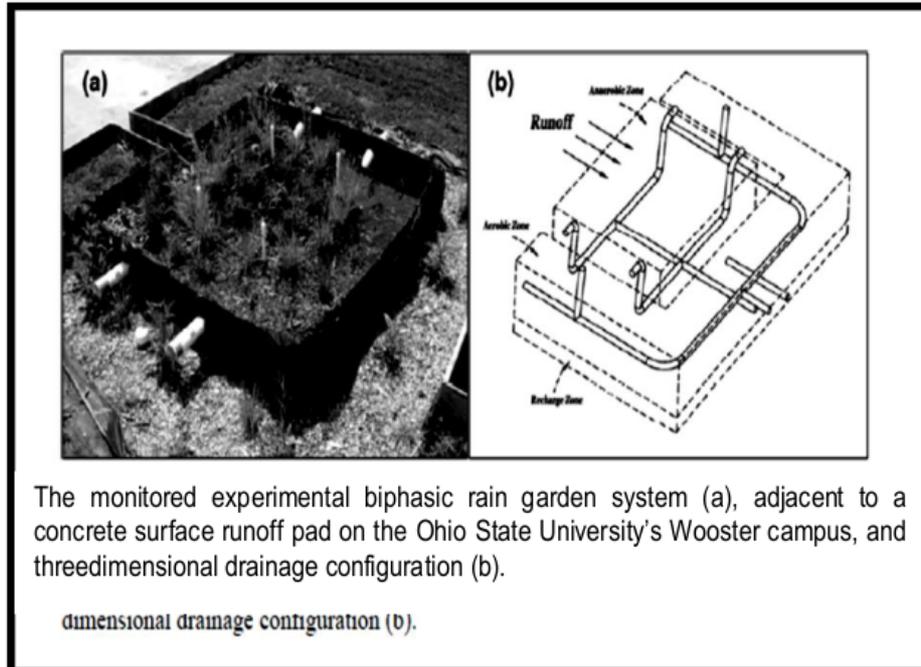
sedikit lebih rendah dari 65 %. Namun kelemahan dari penelitian skala lapangan tersebut, masih belum mencerminkan data dari keseluruhan terhadap kinerja *rain garden*, karena dilakukan hanya 6 waktu yang berbeda.

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

	NO ₃ (g)	NH ₃ (g)	TKN (g)	TP (g)	TN (g)	ON (g)
<i>Inlet</i>	108.2	13.01	147.3	6.39	252.5	125.6
<i>Bulk deposition</i>	27.0	3.60	25.1	0.77	52.6	20.8
Masukan (<i>in total</i>)	135.2	16.61	172.4	7.16	305.2	146.4
<i>Garden 1</i> (bawah)	43.6	1.18	56.6	7.78	100.3	55.5
<i>Garden 2</i> (bawah)	43.2	1.34	61.3	7.29	105.8	59.2
<i>Overflow</i>	0.5	0.04	0.7	0.02	1.3	0.6
Keluaran (<i>out total</i>)	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 3.17).



Gambar 3. 17. Model *Rain Garden Biphasic*
 Sumber: 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.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *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.

Berdasarkan hasil penelitian Yang *et al* (2013) juga didapatkan bahwa penyerapan fosfat 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.

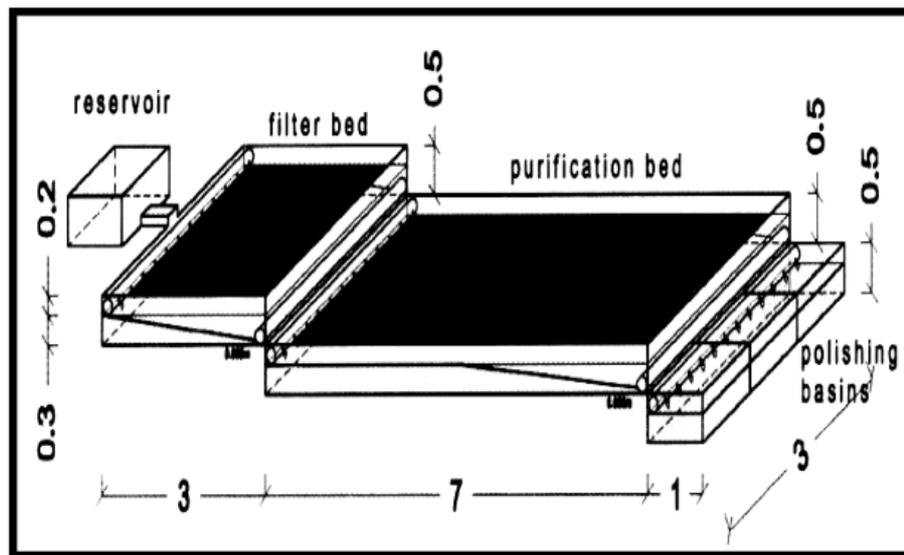
3.3.2. Kemampuan *rain garden* dalam menurunkan kandungan logam

Dietz dan Clausen (2005) melaporkan bahwa model *rain garden* seperti pada Gambar 3.15, dapat menyerap logam berat sebesar 64% untuk masing-masing Cu, Pb, dan Zn. Li *et al* (2013) melaporkan bahwa semua perlakuan dalam kotak-kotak penelitian sangat efektif untuk menyerap logam Zn dan Pb yang dibuat secara sintetik. Rata-rata penyerapan berkisar antara 61,6% sampai 79,4%.

3.3.3. Kemampuan *rain garden* dalam menurunkan populasi bakteri

Rain garden juga memiliki kemampuan dalam menurunkan konsentrasi *E.coli*. Dengan aliran lambat 1-2 L/min, bakteri *E.coli* dapat direduksi dengan baik. Pada aliran tersebut, bakteri dapat direduksi dari

460-500 bakteri/ 100 mL, menjadi sebesar 47-160 bakteri/ 100 mL, bahkan ada beberapa seri percobaan yang dapat menurunkan bakteri *E.coli* mencapai 0 bakteri/ 100 mL. Prinsip kerja *rain garden* ini diasumsikan hampir mirip dengan teknologi lahan basah buatan seperti yang dilaporkan oleh Istenic *et al* (2009). Model yang dikembangkan dengan sistem bertingkat (Gambar 3.18).



Gambar 3. 18. Model *Rain Garden* Bertingkat
Sumber: Istenic, *et al.*, 2009

3.3.4. *Kemampuan rain garden dalam menurunkan kandungan herbisida*

Konsentrasi herbisida juga berkurang secara signifikan dalam limbah dengan menggunakan *rain garden* sistem *biphasic* (Gambar 3.17). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Yang *et al* (2013) tingkat penyerapan mencapai 99% untuk glifosat dan penyerapan dikamba serta 2,4-D masing-masing mencapai antara 81 dan 92 %. Karena glifosat

memiliki afinitas tinggi untuk mengikat tanah dibandingkan dengan dua herbisida lain (Nowack, 2003), hal ini sangat mungkin bahwa adsorpsi adalah proses utama untuk menghilangkan glifosat dalam jangka pendek. Beberapa studi menunjukkan bahwa dalam periode yang lebih lama, glifosat dapat terdegradasi oleh mikroorganisme tanah. Mikroba-mikroba tersebut menggunakan glifosat sebagai sumber C, N, serta P sehingga termineralisasi lengkap (Dick dan Quinn , 1995; Krzysko - Lupicka dan Orlik, 1997; Haney *et al.*, 2000; Ermakova *et al* , 2010). Meskipun dikamba dan 2,4-D sangat larut dalam air dan memiliki potensi untuk menjadi sangat *mobile* (Grover, 1977; Tu *et al* , 2001), efisiensi *removal* cukup efektif dan konstan yang diamati di *rain garden biphasic*. Ini terutama disebabkan bahwa *rain garden biphasic* dibuat secara bertingkat, dan memungkinkan lebih banyak waktu untuk proses degradasi kimia dan biologi untuk proses penyerapan herbisida (Stearman *et al.*, 2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *rain garden biphasic* memiliki potensi untuk menghapus tiga jenis herbisida yaitu dikamba, glifosat, dan 2,4-D.

BAB IV

SELEKSI TANAMAN UNTUK *RAIN GARDEN*

Kegiatan memilih tanaman untuk *rain garden* dapat menjadi sesuatu yang sangat menyenangkan untuk dilakukan. Dalam bahasan ini akan diberikan ringkasan dan pertimbangan penting berkaitan dengan pemilihan tanaman yang akan ditanam pada *rain garden* yang akan dibangun. Tanaman untuk *rain garden* dapat diperoleh dari pembibitan ataupun sumber lainnya. Jenis tanaman yang dipilih adalah jenis tanaman yang dapat hidup sepanjang tahun atau berumur panjang, dan juga memperhatikan keberadaan bunga dan buah. Tanaman yang menghasilkan bunga dan buah harus memiliki warna, dan bentuk yang indah. Selain itu, tanaman yang dipilih juga harus mempunyai tajuk dan bentuk percabangan yang indah.

Pada *rain garden*, tanaman dan tanah tidak dapat dipisahkan, dan memberikan banyak manfaat bagi lingkungan. Adanya akar tanaman dan organisme tanah akan membangun struktur tanah, membuat lubang-lubang dan pori-pori untuk menyerap dan menyaring air, meningkatkan ketersediaan nutrisi dan oksigen untuk mendukung kelimpahan organisme dalam tanah. Tanaman juga dapat membantu *rain garden* dalam penyerapan air hujan, dan menciptakan suatu hamparan yang menarik bagi halaman rumah dan juga lingkungan sekitarnya.

Sebelum melakukan penanaman di lahan *rain garden*, maka perlu dipertimbangkan terlebih dahulu letak atau hamparan *rain garden* yang akan dibuat. Membersihkan semua jenis tanaman yang ada di lokasi *rain garden* sampai ke akarnya. Karena keberadaan akar sangat mengganggu model *rain garden* yang akan dibuat. Selain itu, sebaiknya tata letak

tanaman dilakukan dengan arahan seorang arsitek, desainer taman, ataupun tenaga ahli lainnya.

Secara umum, *rain garden* memiliki tiga zona tanam, yaitu:

- a. Zona 1: zona paling rendah dan sebagai daerah genangan air, baik secara berkala ataupun terus menerus. Tanaman di zona 1 harus bisa bertahan terhadap kelebihan air.
- b. Zona 2: zona ini meliputi daerah lereng, dan secara berkala basah atau jenuh air selama hujan besar. Pada zona ini diperlukan tanaman yang mampu menstabilkan lereng dan mencegah terjadinya erosi.
- c. Zona 3: zona ini mencakup daerah disekeliling *rain garden*. Pada daerah ini ditandai dengan tanah kering, dan tidak terpengaruh oleh terjadinya genangan. Tanaman di zona ini dipilih tanaman yang tahan terhadap kekeringan (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Pembagian zona penanaman tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.

4.1. Seleksi Tanaman, Tata Letak dan Jarak Tanamnya

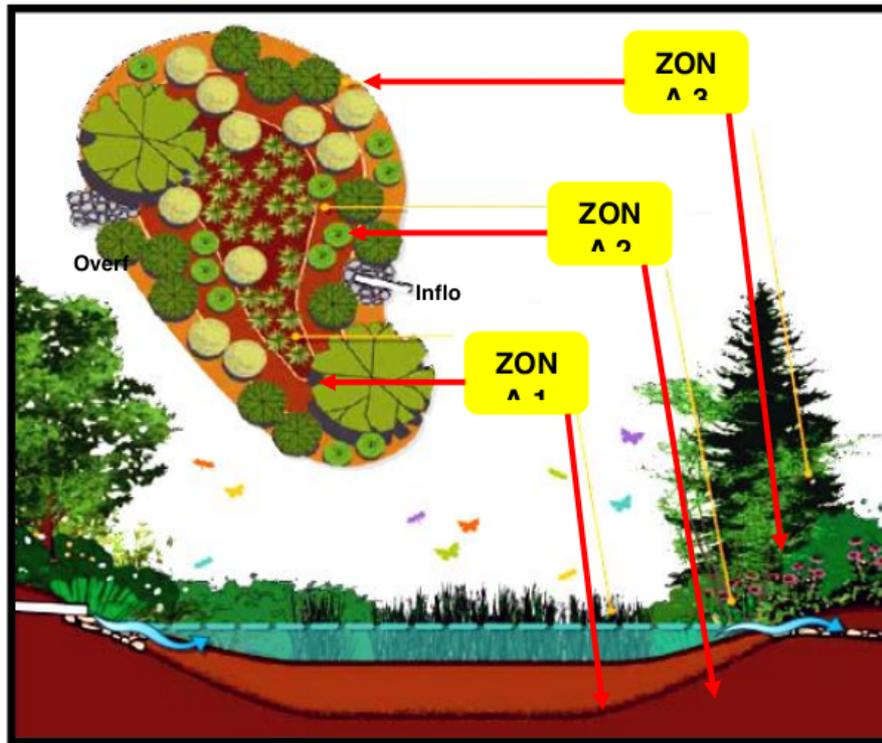
Pemilihan tanaman *rain garden* perlu mempertimbangkan apakah tanaman tersebut berganti daun setiap musim, ataupun yang tetap hijau sepanjang tahun. Hal ini sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dari *rain garden* yang akan dibuat. Dalam memilih tanaman juga perlu memperhatikan ukuran tanaman ketika dewasa. Perpaduan tanah dalam *rain garden* dapat dipakai sebagai media pertumbuhan, sehingga tanaman akan berkembang sangat pesat dalam waktu yang singkat. Tanaman dengan ukuran yang besar, diperlukan perawatan atau pemeliharaan intensif, seperti pemangkasan batang ataupun cabangnya

(Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Tanaman *rain garden* juga dipilih berdasarkan fungsinya sebagai tanaman penutup yang mampu mengikat tanah dengan baik dan mencegah terjadinya erosi. Tanaman-tanaman tersebut merupakan perpaduan antara jenis rumput, semak, perdu, dan pohon.

Apabila *rain garden* ditempatkan dekat dengan jalan raya, persimpangan, ataupun jalan lurus, maka ukuran tanaman jangan sampai mengganggu pandangan dari pengguna jalan. Apabila tanaman berupa pohon, perlu diperhatikan agar tidak mengganggu instalasi listrik dan telepon. Akar tanaman juga perlu dipertimbangkan agar tidak menghancurkan instalasi rumah ataupun sistem perpipaan, instalasi telepon dan listrik.

Jarak pohon, semak, dan tanaman lainnya diatur sedemikian rupa, agar tidak saling mengganggu. Ruang kosong didalam zona penanaman berfungsi memberikan ruang bagi sistem perakaran agar dapat tumbuh dengan baik (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).



Gambar 4. 1. Zona Tanam *Rain Garden*
 Sumber: Hinman, 2013

4.2. Seleksi Berdasarkan Unsur Keindahan

Rain garden yang ditata apik sedemikian rupa tentunya akan menciptakan suasana yang indah. Orang akan merasa sejuk dalam memandang dan menikmatinya. Tanaman *rain garden* dalam bentuk, warna dan tekstur tertentu dapat dipadukan dengan menggabungkan beberapa jenis tanaman, seperti pohon kecil, semak, herba, rumput yang berkanopi, dan rumput yang menghasilkan warna berbeda pada setiap musimnya.

Peletakan dan pemilihan jenis tanaman harus dipilih sedemikian rupa, sehingga pada saat dewasa tanaman tersebut akan sesuai dengan

kondisi yang ada. Dengan kata lain, penanaman dalam lahan *rain garden* harus mempertimbangkan karakteristik tanamannya. Untuk itu dipilih tanaman yang dapat melengkapi karakteristik hamparan *rain garden* yang akan dibangun. Tanaman asli/lokal menjadi poin penting yang tidak bisa ditinggalkan. Karena keberadaanya dapat menambah keanekaragaman di daerah asal.

Untuk jenis tanaman juga perlu diperhatikan apakah akan ditanam pada kawasan yang formal ataupun tidak formal. Apabila direncanakan dikawasan formal, maka dapat dipilih tanaman yang menghasilkan bunga yang cerah dan lebih padu. Perpadauan tanaman hias dan tanaman asli dapat menambah keindahan terhadap *rain garden*. Untuk daerah pemukiman yang dekat dengan jalan, sebaiknya dipilih tanaman yang mampu menjadi “*visual buffer*” bagi perumahan (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013). Gambar 4.2 menyajikan model *rain garden* yang berada pada lingkungan pemukiman.



Gambar 4. 2. *Rain Garden* pada Lingkungan Pemukiman

Sumber:

http://www.hearthmakers.org/sites/hearthmakers.org/files/rain%20garden%202_0.jpg

Tanaman yang ada di *rain garden* perlu dipadukan antara warna bunga, daun, buah dan latar dari *rain garden* tersebut. Pemilihan berdasarkan perpaduan warna dengan kontras, sehingga menimbulkan efek visual yang indah. Dibawah ini (Tabel 4.1) ada beberapa tanaman yang indah berdasarkan perubahan warna pada setiap musimnya.

Tabel 4. 1. Jenis Tanaman yang Menghasilkan Perubahan Warna Pada Setiap Musimnya

No	Nama Umum	Nama Latin
1	Strawberry Tree	<i>Arbutus unedo</i> 'Compacta'
2	Himalayan Birch	<i>Betula utilis</i> 'Jacquemontii'
3	Orange New Zealand Sedge	<i>Carex testacea</i>
4	Cornelian Cherry	<i>Cornus mas</i>
5	Red-Twig Dogwood D	<i>Cornus sericea</i> ,

No	Nama Umum	Nama Latin
		<i>Cornus sericea</i> 'Midwinter Fire', <i>Cornus sericea</i> 'Kelseyi'
6	Blue Oat Grass	<i>Helictotrichon sempervirens</i>
7	Oregon Grape	<i>Mahonia</i> sp
8	Pacific Ninebark	<i>Physocarpus opulifolius</i> 'Diablo'
9	Western Sword Fern	<i>Polystichum munitum</i>
10	Snowberry	<i>Symphoricarpos albus</i>
11	Evergreen Huckleberry	<i>Vaccinium ovatum</i>

Sumber: Hinman, 2013

4.3. Seleksi Berdasarkan Unsur Lingkungan

Pengembangan *rain garden* di lingkungan perkotaan tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan ekologisnya. Oleh karena itu, dalam *rain garden* juga dipilih tanaman yang mampu menarik bagi satwa liar lainnya seperti burung kecil, kupu-kupu atau pun lebah. Keberadaan satwa tersebut diyakini mampu menambah keasrian *rain garden* (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013). Dibawah ini ada beberapa jenis tanaman yang dapat mengundang burung kecil, kupu-kupu, lebah, serangga, dan jenis burung lainnya ke dalam lahan *rain garden*.

Tabel 4.2. Tanaman yang Mengundang Satwa Liar

No	Nama Umum	Nama Latin
1	Western Serviceberry	<i>Amelanchier alnifolia</i>
2	Red-Twig Dogwood	<i>Cornus sericea</i>
3	Purple Coneflower	<i>Echinacea</i> sp
4	Lavender	<i>Lavendula</i> sp
5	Oregon Grape	<i>Mahonia</i> sp
6	Mock Orange	<i>Philadelphus lewisii</i>

No	Nama Umum	Nama Latin
7	Pacific Ninebark	<i>Physocarpus capitatus</i>
8	Cascara	<i>Frangula purshiana</i>
9	Red-Flowering Currant	<i>Ribes sanguineum</i>
10	Salmonberry	<i>Rubus spectabilis</i>
11	Black-Eyed Susan	<i>Rudbeckia</i> sp
12	Snowberry	<i>Symphoricarpos albus</i>

Sumber: Hinman, 2013

4.4. Contoh Penanaman *Rain Garden* dibawah Teduhan

Sampel ini merupakan salah satu dari banyak pendekatan untuk membangun *rain garden*. Kemungkinan banyak ide-ide kreatif lainnya yang dapat dimodifikasi sesuai dengan kondisi alam masing-masing. Daerah berikut ini ditampilkan gambaran penanaman berdasarkan zona untuk tanaman dibawah teduhan (Gambar 4.3).

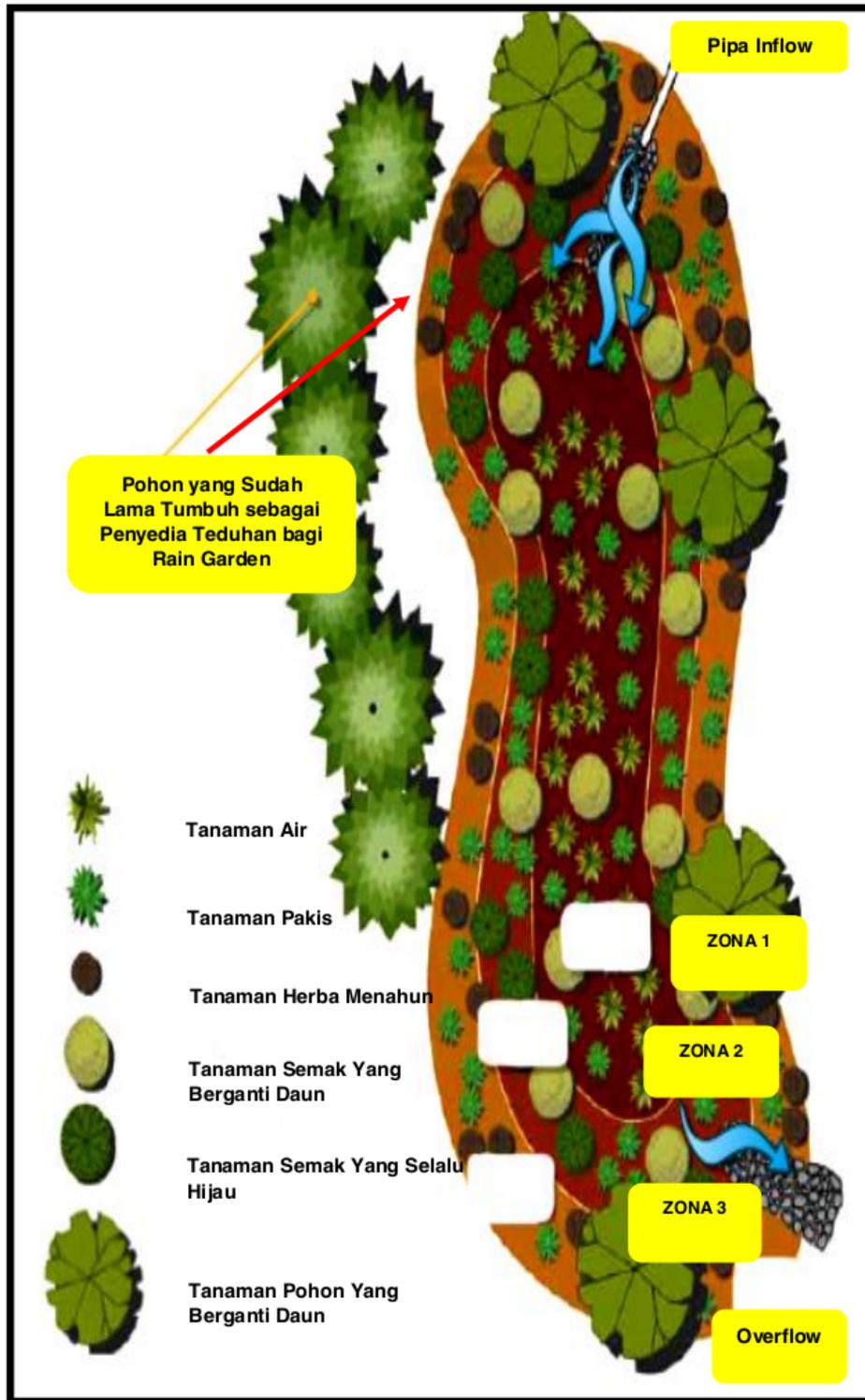
Berdasarkan Gambar 4.3, maka ada beberapa jenis tanaman yang dibagi berdasarkan zona tanam tersebut. Secara rinci jenis tanaman itu dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3. Jenis Tanaman Berdasarkan Zona Tanam di Bawah Teduhan

Zona	Golongan	Tanaman Yang Direkomendasikan
I	Tanaman air	– Slough sedge (<i>Carex obnupta</i>) – Smallfruited bulrush (<i>Scirpus microcarpus</i>)
	Tanaman pakis	– Lady fern (<i>Athyrium filix-femina</i>) – Deer fern (<i>Blechnum spicant</i>)
	Tanaman semak yang berganti daun setiap tahun	– Dwarf red-twig dogwood (<i>Cornus sericea</i> ‘Kelseyi’) – Twinberry (<i>Lonicera involucrata</i>)
II	Tanaman pakis	– Sword fern (<i>Polystichum munitum</i>) – Lady fern (<i>Athyrium filix-femina</i>)
	Tanaman semak yang berganti daun setiap tahun	– Snowberry (<i>Symphoricarpos albus</i>)

Zona	Golongan	Tanaman Yang Direkomendasikan
	Tanaman semak yang selalu hijau	<ul style="list-style-type: none"> - Salal (<i>Gaultheria shallon</i>) - Boxwood honeysuckle (<i>Lonicera pileata</i>)
III	Tanaman herba menahun	<ul style="list-style-type: none"> - Wild ginger (<i>Asarum caudatum</i>) - Insideout flower (<i>Vancouveria hexandra</i>) - Western bleeding heart (<i>Dicentra formosa</i>)
	Tanaman pakis	<ul style="list-style-type: none"> - Sword fern (<i>Polystichum munitum</i>)
	Tanaman semak yang selalu hijau	<ul style="list-style-type: none"> - Evergreen huckleberry (<i>Vaccinium ovatum</i>) - Low oregon grape (<i>Mahonia nervosa</i>)
	Tanaman pohon yang berganti daun setiap tahun dan golongan semak besar	<ul style="list-style-type: none"> - Vine maple (<i>Acer circinatum</i>) - Cascara (<i>Frangula purshiana</i>) - Indian plum (<i>Oemleria cerasiformis</i>)

Sumber: Hinman, 2013



Gambar 4. 3. Model *Rain Garden* dibawah Teduhan
Sumber: Hinman, 2013

4.5. Contoh Penanaman *Rain Garden* dibawah Sinar Matahari

Sampel ini merupakan salah satu dari banyak pendekatan untuk membangun *rain garden* dibawah sinar matahari. Daerah berikut ini ditampilkan gambaran penanaman berdasarkan zona untuk tanaman dibawah sinar matahari (Gambar 4.4).

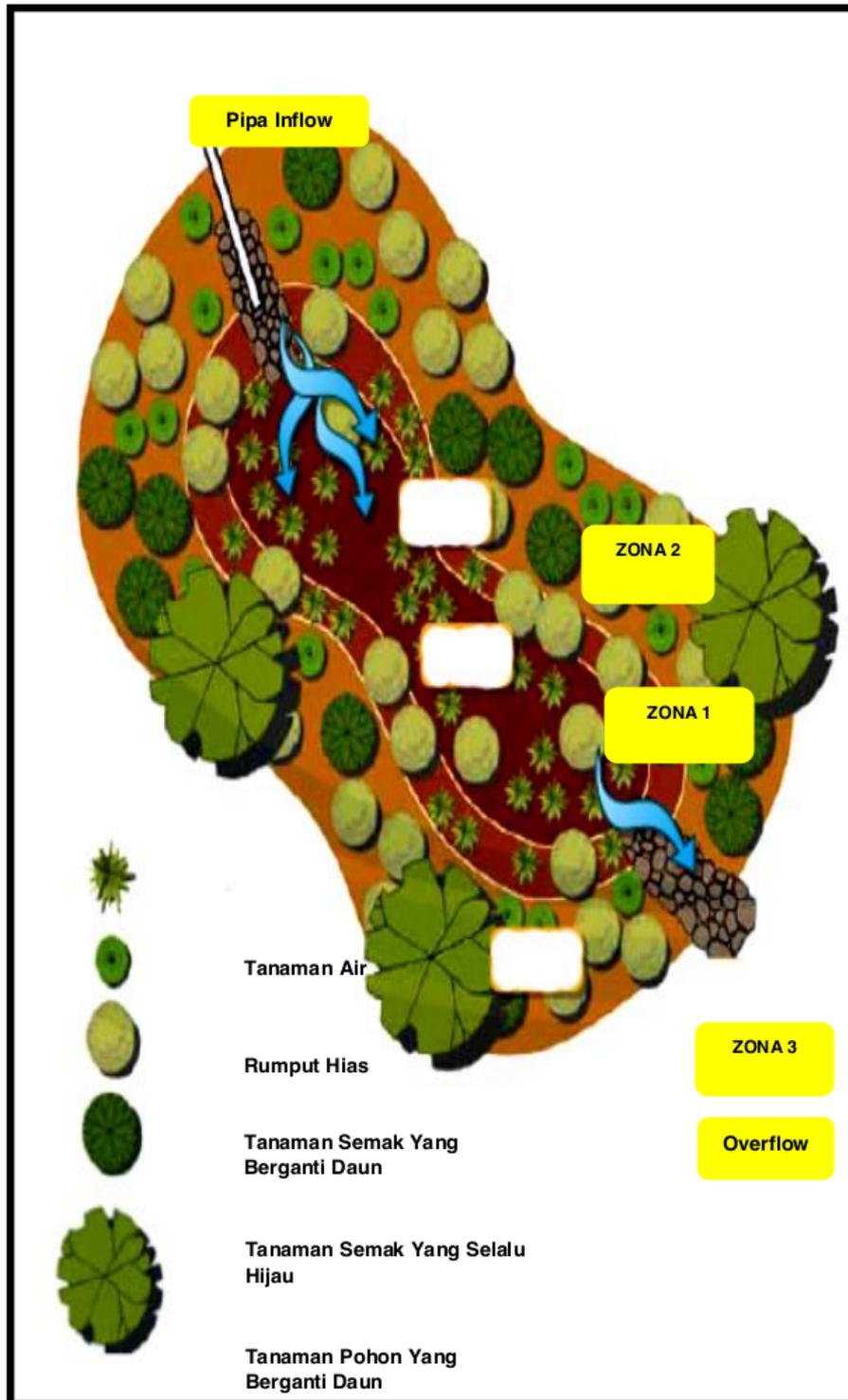
Berdasarkan Gambar 4.4, maka ada beberapa jenis tanaman yang dibagi berdasarkan zona tanam tersebut. Secara rinci jenis tanaman itu dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4. Jenis Tanaman Berdasarkan Zona Tanam di Bawah Sinar Matahari

Zona	Golongan	Tanaman Yang Direkomendasikan
I	Tanaman air	– Dagger-leaf rush (<i>Juncus ensifolius</i>) – Taper-tipped rush (<i>Juncus acuminatus</i>)
	Tanaman herba menahun	– Henderson’s checker-mallow (<i>Sidalcea hendersonii</i>)
	Tanaman semak berganti daun setiap tahun	– Dwarf red-twig dogwood (<i>Cornus sericea</i> ‘Kelseyi’) – Pacific ninebark (<i>Physocarpus capitatus</i>) – Bloodtwig dogwood (<i>Cornus sanguinea</i> ‘Midwinter Fire’)
II	Tanaman herba menahun	– Daylily (<i>Hemerocallis</i> spp.) – Giant camas (<i>Camassia leichtlinii</i>)
	Tanaman semak berganti daun setiap tahun	– Dwarf red-twig dogwood (<i>Cornus sericea</i> ‘Kelseyi’) – Snowberry (<i>Symphoricarpos albus</i>) – Hancock coralberry (<i>Symphoricarpos x chenaultii</i> ‘Hancock’)
	Tanaman semak selalu hijau	– Boxwood honeysuckle (<i>Lonicera pileata</i>) – Dwarf tall oregon grape (<i>Mahonia aquifolium</i> ‘Compacta’)
III	Rumput	– <i>Miscanthus sinensis</i> ‘Morning Light’ – Switch grasses (<i>Panicum virgatum</i> ‘Heavy Metal,’ and ‘Shenandoah’)
	Tanaman semak berganti daun setiap tahun	– Oceanspray (<i>Holodiscus discolor</i>) – Red-flowering currant (<i>Ribes sanguineum</i>)

		– Snowberry (<i>Symphoricarposalbus</i>)
	Tanaman semak selalu hijau	– Tall Oregon grape (<i>Mahonia aquifolium</i>)
	Pohon berganti daun setiap tahun, dan selalu hijau dan golongan semak besar	– Western serviceberry (<i>Amelanchier alnifolia</i>), – Oceanspray (<i>Holodiscus discolor</i>) – Dwarf strawberry tree (<i>Arbutus unedo</i> ‘Compacta’)

Sumber: Hinman, 2013



Gambar 4. 4. Model *Rain Garden* dibawah Sinar Matahari
Sumber: Hinman, 2013

4.6. Pertimbangan Khusus dalam Seleksi Tanaman

Pemilihan tanaman yang tepat diharapkan mampu meningkatkan efektifitas dari *rain garden*. Pemilihan tanaman tersebut didasarkan kepada kondisi tanah, paparan cahaya matahari, dan kondisi lainnya yang ada disekitar *rain garden*. Dalam daftar tanaman (Tabel 4.4), beberapa tanaman dapat tumbuh dengan baik dengan adanya cahaya matahari penuh, pencahayaan matahari sebagian, ataupun hanya bisa hidup ditempat teduh. Selain itu, juga perlu dipertimbangkan kemampuan tanaman dalam mentoleransi kekeringan. Tanaman yang dipilih sebaiknya dapat bertahan dalam keadaan kering, atau musim kemarau. Pada musim tersebut, tanaman ini perlu penyiraman untuk bisa hidup.

Jarak tanam dan ukuran tanaman. Perlu dipertimbangkan tinggi tanaman, sebaran, dan sistem perakarannya. Tata letak tanaman jangan sampai mengganggu fasilitas lain, seperti pipa yang terkubur, kabel, ataupun tangki pembuangan. Jika ditempatkan dekat dengan jalan atau parkir mobil, pertimbangkan masalah perakaran, jangan sampai menyebabkan masalah akibat akar yang muncul kepermukaan. Dan bisa merusak jalan ataupun tempat parkir (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Tanaman-tanaman yang disajikan pada Tabel 4.4 ini, dapat dijadikan sebagai panduan umum dalam menentukan jenis tanaman yang cocok untuk *rain garden*. Tanaman tersebut sudah diketahui memiliki

kemampuan yang tinggi sebagai komponen *rain garden*. Untuk zona tiga, tanaman dapat dipilih sesuai dengan wilayah tempat *rain garden*.

Tabel 4. 5. Ringkasan Tentang Jenis Tanaman yang dapat Dijadikan Komponen *Rain Garden*

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/ Pencahayaan			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
KANOPI BESAR (DAUN, RUMPUT, DAN RUMPUT GAJAH)												
	<i>Carex comans</i> 'Frosted Curly' New Zealand Hair Sedge	1	2	3	E	√	√	-	12' - 18'	Melebar sampai 18'	-	Bertekstur halus, berumbai seperti rambut, keperakan, daun hampir silinder, berkilau warna wami ketika ditiup angin
	<i>Carex obnupta</i> Slough sedge	1	2	-	E	√	√	-	12' - 36'	Melebar sampai 48'	April- Mei	Dedaunan mengkilap, pengikat tanah yang sangat baik, dapat menyebar dengan cepat
	<i>Carex oshimensis</i> 'Evergold' Variegated Japanese sedge	-	2	3	E	√	√	√	12' - 24'	24' - 36'	Akhir musim semi atau awal	Memiliki warna yang beranek ragam, mulai dari hijau tua, putih, dan dapat berubah menjadi

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Carex testacea</i> Orange New Zealand sedge	1	2	3	E	√	√	√	12' - 15'	Melebar sampai 15'	Awal musim panas	Memiliki warna oranye, dan kecoklatan, di musim semi dan musim panas, dan pada musim dingin warnanya menjadi oranye
	<i>Juncus acuminatus</i> Taper-tipped rush	1	-	-	E	√	√	-	6' - 18'	Melebar antara 12' - 24'	Musim semi atau musim panas	Batang halus, berwarna ungu kemerahan, berbunga coklat yang bebetuk seperti kumpulan anak panah

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Juncus ensifolius</i> Dagger-leaf rush	1	-	-	E	√	-	-	6' - 15'	Melebar antara 6' - 9'	Musim panas	Batang pipih seperti iris, bunga kecil berwarna coklat gelap "rounded like pom-poms"
	<i>Juncus patens</i> 'Elk Blue' Spreading rush	1	2	-	E	-	√	-	12' - 24'	Melebar antara 18' - 24'	Mei - Agustus	Rumput runcing berwarna biru-hijau seperti daun
	<i>Juncus tenuis</i> Slender rush	1	2	-	E	√	-	-	6' - 20'	6' - 30'	Mei - September	Dedaunan hijau yang lembut, cerah dan bunga-bunga lembut
	<i>Scirpus microcarpus</i> Small-fruited bulrush	1	-	-	E	-	√	√	24' - 36'	Melebar antara 24' - 36'	Juni - Agustus	Besar, bunga berbentuk bulat clusterbertahan sampai musim dingin, pengikat tanah yang baik, menyebar secara cepat

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
TANAMAN PENUTUP, RUMPUT HIAS, TANAMAN HERBA MENAHUN DAN PAKIS												
	<i>Achillea</i> sp Yarrow	-	-	3	D	√	√	√	24' - 36'	24' - 36'	Musim panas - musim gugur	Menarik serangga dan kupu-kupu, "aromatic leaves", tangkai bunga atas tetap hijau walaupun musim dingin, dan menyediakan makanan bagi hewan liar
	<i>Acorus calamus</i> 'Variegatus' Sweet flag	-	2	3	E* (Sem i)	√	√	-	24'	18' - 24'	-	Harum, daun berbentuk pedang, memerlukan air yang banyak untuk hidupnya
	<i>Acorus gramineus</i> 'Ogon' Golden variegated sweet flag	1	2	-	E* (Sem i)	√	√	√	10'	4' - 6'	Musim semi	Tumbuh dalam rumpun, memerlukan cahaya matahari, tahan terhadap hama rusa, memiliki bunga

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Aquilegia formosa</i> Western columbine	-	2	3	D	√	√	-	12' - 36'	12' - 36'	Musim semi	yang harum, memerlukan air yang banyak untuk hidupnya Bunga dengan warna merah dan kuning yang indah, menarik burung kecil dan kupu-kupu, toleran terhadap banjir musiman
	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> Bearberry, kinnikinnick	-	2	3	E	√	√	-	6' - 12'	Melebar antara 24' - 36'	Maret - Juni	Tanaman rendah, sebagai penutup lahan, perawatannya mudah, bunga berbentuk lonceng putih, dan buah berwarna merah

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan	Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh			
	<i>Asarum caudatum</i> Wild ginger	-	2	3	E	-	√	√	4' - 6'	Melebar 36'	Daun berbentuk ginjal, mengkilap, dan memiliki aroma seperti jahe ketika dihancurkan, memiliki bunga berwarna putih
	<i>Aster modestus</i> Great northern aster	-	2	3	D	√	-	-	12' - 42'	36'	Bunga berwarna ungu violet, tumbuh subur dengan paparan matahari penuh
	<i>Athyrium filix-femina</i> Lady fern	1	2	3	D	-	√	√	36' - 60'	Melebar antara 18' - 24'	Daun pakis dengan tekstur halus dan lebar, toleran terhadap banjir, dapat hidup di bawah sinar matahari, tetapi lebih baik pada daerah teduhan

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaan			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Blechnum spicant</i> Deer fern	1	2	3	E	-	√	√	12' - 36'	24'	April - Mei	Panjang, ramping, gelap, daun mengkilap dengan tepi bergelombang, toleran terhadap banjir, dan tumbuh baik di bawah teduhan
	<i>Camassia leichtlinii</i> Large or giant camas	-	2	3	D	√	√	-	36' - 48'	18'	Akhir musim semi sampai awal musim panas	Bunga berkelompok seperti lampu berwarna biru, memiliki kesan mencolok ketika ditanam dalam kelompok
	<i>Camassia quamash</i> Common camas	-	2	3	D	√	√	-	18'	12'	Mei - Juni	Memiliki bunga berwarna biru, memiliki kesan mencolok ketika ditanam dalam kelompok

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Coreopsis verticillata</i> atau <i>C.lanceolata</i> Tickseed	-	2	3	E* (Sem i)	√	√	-	18' - 36'	12' - 18'	Musim panas – musim gugur	Batang dan daun halus, bunga berwarna kuning, oranye, ataupun perunggu, tumbuh subur dengan paparan cahaya matahari penuh
	<i>Deschampsia cespitosa</i> 'Northern Lights' Tufted hair grass	-	2	3	E* (Sem i)	√	√	-	6' - 12'	6' - 12'	Akhir musim semi sampai awal musim panas	Tanaman yang menakutkan, rumput daun memiliki warna putih krim, dan berubah menjadi merah muda di musim dingin, sangat menarik perhatian jika terdapat pada musim dingin

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Dicentra formosa</i> Western atau Pacific bleeding heart	-	2	3	D	√	-	√	8' - 12'	24'	Musim semi	Memiliki daun dengan tekstur halus, memiliki bunga yang atraktif berwarna merah muda sampai merah tua, mudah ditemukan
	<i>Echinacea purpurea</i> Purple coneflower	-	-	3	D	√	-	-	36' - 48'	24'	Pertengahan musim panas sampai akhir musim gugur	Bunga berwarna ungu, pada bagian tengah bunga berwarna oranye, banyak jenis lainnya yang memiliki bunga bermacam-macam, tumbuh subur dengan pemaparan cahaya matahari penuh

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Echinops</i> sp Globe thistle	-	-	3	D	√	√	-	24' - 48'	18' - 24'	Pertengahan musim panas sampai akhir musim gugur	Lebar, berduri, daun berwarna hijau keabu-abuan, berbunga seperti bola kecil berwarna biru keunguan, memerlukan bantuan kupu-kupu dalam penyerbukan
	<i>Elymus magellanicus</i> Magellan wheatgrass	-	-	3	D	√	√	-	24' - 36'	18' - 24'	Musim panas	Daun memiliki warna biru metalik, pertumbuhan dapat dari biji
	<i>Erigeron speciosus</i> 'Darkest of All' Showy Fleabane	-	2	3	D	√	√	-	18'	24'	Musim semi-musim panas	Berdaun panjang, menghasilkan bunga berwarna ungu gelap/lavender, dengan bagian tengah berwarna kuning bening

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Erysimum</i> sp Shrubby wallflowers	-	2	3	E* (Sem i)	√	√	-	6' - 24'	12' - 24'	Musim semi – musim gugur	Tanaman perdu, mengeluarkan aroma harum, dan warna bunga yang mencolok
	<i>Festuca glauca</i> 'Elijah Blue' Blue fescue	-	-	3	E* (Sem i)	√	√	-	Maksimal sampai 12'	Maksimal sampai 12'	Musim panas	Berbentuk sebagai suatu rumpun rerumputan, memiliki warna biru keabu-abuan, baik sebagai tanaman daerah tepi, merayap
	<i>Fragaria chiloensis</i> Beach atau coastal strawberry	-	2	3	D	√	√	-	6' - 10'	Melebar sampai 36'	Musim panas	Daun berwarna hijau mengkilap, dengan bunga putih besar, berfungsi sebagai pengendali gulma, tumbuh dengan cepat dan melebar

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Gaura lindheimeri</i> Gaura atau wand flower	-	2	3	E* (Sem i)	√	√	-	30' - 36'	30' - 36'	Mei - Agustus	Memiliki bunga yang menarik berwarna merah muda, terdapat beberapa jenis lainnya
	<i>Geranium cantabrigiense</i> 'Biokovo' Biokovo hardy geranium	-	2	3	E* (Sem i)	√	√	√	6' - 8'	6' - 8'	Awal musim semi - musim panas	Dedaunan mengeluarkan aroma harum, memiliki bunga apabila mekar berwarna merah mudah bercampur putih
	<i>Geranium macrorrhizum</i> Hardy geranium, crane's-bill	-	-	3	D	√	√	√	12' - 18'	18' - 24'	Musim panas	Daun mengeluarkan bau aromatic ketika dihancurkan, warna bunga menarik, setiap jenis mengeluarkan bunga yang berbeda

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Geum sp</i> Avens	-	2	3	D	√	√	√	8' - 20'	12'	Musim semi-musim panas (berbunga panjang)	Bunga dapat berwarna kuning, merah, dan oranye.
	<i>Helianthemum nummularium</i> Sunrose	-	-	3	E* (Sem i)	√	√	-	6' - 24'	36'	Mei - Juli	Memiliki warna bunga yang bermacam-macam seperti merah muda, merah tua, kuning, putih, dan keemasan. Tumbuhnya tidak terlalu tinggi
	<i>Helictotrichon sempervirens</i> Blue oat grass	-	-	3	E	√	√	-	24' - 48'	24' - 48'	Musim panas	Memiliki warna biru yang mencolok, hidup sendiri atau berkelompok,

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Hemerocallis</i> sp Daylily	-	2	3	D	√	√	-	24' - 48'	24'	Musim semi-musim panas (berbunga panjang)	tumbuh subur di matahari penuh Termasuk dalam varietas baru mengeluarkan aroma harum, kehadirannya dapat mengandung kupa-kupu, memiliki banyak pilihan warna bunga, seperti merah muda, merah, kuning, oranye, lavender, dan putih
	<i>Hesperantha coccinea</i> Crimson flag	1	2	3	E* (Sem i)	√	√	-	18' - 24'	18' - 24'	Musim semi-akhir musim panas (berbunga)	Memiliki warna bunga merah mencolok, daun berbentuk pedang, dan hidup dalam beberapa rumpun, memiliki jenis

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Heuchera</i> sp Coral bells atau alumroot	-	2	3	D	-	√	√	24' - 36'	12' - 18'	bergantian) Akhir musim semi - awal musim panas	lainnya yang berwarna hijau Sangat bervariasi tergantung jenis yang dipilih, memiliki daun berwarna hijau kehitaman, dan bunga berwarna merah dan putih. Toleran dengan cahaya matahari
	<i>Hyssopus officinalis</i> 'Rosea' atau 'Nana' Hyssop (merah muda atau biru)	-	2	3	E	√	√	-	18' - 24'	18' - 24'	Musim panas – musim gugur	Daun berwarna hijau biru kegelapan, memiliki duri, dan menarik kehadiran kupu-kupu dan lebah

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahaya-an			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Iris douglasiana</i> Douglas iris	1	2	3	E	√	√	-	12' - 24'	18' - 24'	Awal musim semi	Bunga berwarna ungu dan biru, memiliki daun yang panjang dan menyempit, berbentuk rumput seperti rumput
	<i>Iris tenax</i> Oregon or tough-leaf iris	1	2	3	E	√	√	-	12' - 18'	12'	Mei - Juni	Bunga sangat menarik, dan berwarna biru mencolok, ada bercak kuning pada bunga
	<i>Lavendula angustifolia</i> English lavender	-	-	3	E	√	√	-	24'	Melebar antara 24' - 60'	Juni - Agustus	Bunga berwarna biru keunguan, bunga dan daun aromatic, menarik serangga untuk datang

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Lavendula stoechas</i> Spanish lavender	-	-	3	E	√	-	-	36'	24'	Mei - Juli	Daun berwarna hijau keabu-abuan, bunga berwarna ungu gelap, dan berbentuk seperti telinga kelinci, sangat menarik kupu-kupu dan lebah madu
	<i>Liatris spicata</i> Gayfeather	-	2	3	D	√	√	-	24' - 48'	6' - 18'	Pertengahan sampai akhir musim panas	Bunga runcing memanjang, berwarna ungu kemerahmudaan, mudah tumbuh untuk berbagai jenis tanah, seperti rumput hias
	<i>Lupinus</i> sp Lupine	-	-	3	D	√	√	-	18' - 48'	24' - 30'	Musim panas	Cluster bunga berwarna biru, ungu atau kemerahan, sebagai tempat

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Miscanthus sinensis</i> Japanese silver grass	-	2	3	D	√	√	-	24' - 60'	48'	Musim panas (beberapa bertahan sampai musim dingin)	hidup kupu-kupu dan ulat Baik ditanam pada daerah tepi, sebagai pelengkap pembuatan kolam agar tampak asri
	<i>Molinia caerulea</i> 'Variegata' Moor grass (variegated)	1	2	-	D	-	√	-	12' - 18'	12' - 18'	Juli	Daun memiliki warna krim kuning dan putih bergaris, cocok sebagai tanaman tepi yang menarik
	<i>Nepeta x faassenii</i> Catmint	-	-	3	E* (Sem i)	√	-	-	12'	18' - 24'	Akhir musim semi - awal musim panas	Daun berbentuk hati, dengan warna hijau keabu-abuan, bunga berwarna ungu gelap kebiruan, tumbuh

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahaya-an			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsi al	Tedu h	Tingg i	Leba r		
	<i>Nothochelone nemorosa</i> Turtlehead, woodland beardtongue	-	-	3	D	√	-	-	12' - 42'	12' - 42'	Musim panas	subur subur di cahaya matahari penuh Bunga tidak mudah rontok (memiliki ketahanan yang lama) dengan warna merah muda keunguan
	<i>Ophiopogon planiscapus</i> Black mondo grass	-	-	3	E* (Sem i)	√	-	-	Samp ai 12'	Samp ai 12'	Akhir musim semi – awal musim panas	Rumput berwarna hitam mencolok, menjadi latar taman yang sangat baik jika dipadukan dengan bunga yang berwarna cerah
	<i>Panicum virgatum</i> Switch grass	-	2	3	D	√	-	-	48' - 72'	48' - 72'	Musim panas	Membentuk rumput dengan bunga yang mencolok, daun berwarna hijau cerah kebiruan.

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Pennisetum alopecuroides</i> Fountain grass	-	-	3	D	√	-	-	4' - 48'	12' - 24'	Musim panas; beberapa dapat berbunga sampai musim dingin	Bunga seperti sikat botol, warnanya sesuai dengan jenisnya masing-masing, bunga dapat bertahan pada musim dingin
	<i>Penstemon cardwellii</i> Cardwell's penstemon, beard tongue	-	-	3	E* (Sem i)	√	-	√	12' - 30'	12' - 24'	Awal musim panas	Bunga berwarna ungu cerah kebiruan, ditemukan di hutan-hutan dengan lereng berbatu, bentuknya seperti semak
	<i>Perovskia atriplicifolia</i> Russian sage	-	-	3	E* (Sem i)	√	-	√	36' - 48'	36' - 48'	Akhir musim semi - akhir musim panas	Sejenis perdu, dedaunan bersifat aromatik, berwarna hijau keabu-abuan, bunga kecil berwarna ungu

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Polystichum munitum</i> Western sword fern	-	2	3	E	-	√	√	36' - 48'	36' - 60'	-	gelap kebiruan, sangat mudah beradaptasi Pakis besar, penampilan megah, lebih menyukai daerah dibawah teduhan
	<i>Rubus calycinoides</i> 'Emerald Carpet' Creeping raspberry/bramble	-	-	3	E	√	√	-	4' - 8'	36' - 60' lebar dengan lambat	Musim semi	Bunga berwarna putih, buah mirip seperti jeruk kecil, membutuhkan lebih banyak air untuk hidupnya
	<i>Rudbeckia hirta</i> Black-eyed Susan	-	-	3	D	√	-	-	12' - 36'	12' - 36'	Juni - Oktober	Bunga berwarna oranye kekuningan dengan warna hitam kecoklatan pada bagian tengahnya, dan

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Sidalcea hendersonii</i> Henderson's checker-mallow	1	-	-	D	√	√	-	36' - 48'	24' - 36'	Musim panas	menarik untuk lebah Bunga berbentuk runcing berwarna merah muda, tumbuh sangat cepat
	<i>Symphyotrichum chilense</i> Pacific aster	-	2	-	D	√	-	-	18' - 36'	36'	Juni - September	Bunga berwarna putih keunguan, tumbuh subur di tempat dengan paparan matahari penuh
	<i>Symphyotrichum subspicatum</i> Douglas aster	1	2	3	D	√	√	-	6' - 36'	Melebar 36'	Juni - September	Bunga berwarna ungu kebiruan dengan bagian tengah berwarna kuning, lebih menyukai kehadiran cahaya matahari, dapat dipadukan dengan

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Tellima grandiflora</i> Fringecup	-	2	3	D	-	√	√	12'	Maksimal 12'	Maret - Juni	tanaman lainnya, spesies lain juga ditemukan Bunga berwarna kuning kehijauan sampai merah muda, dedaunan dapat bertahan lebih lama di musim dingin
	<i>Tiarella trifoliata</i> Foamflower	-	2	3	D	-	√	√	12'	12'	Awal - Pertengahan musim panas	Dapat berbentuk koloni padat, bunga seperti tetesan krim berwarna putih mencolok
	<i>Tolmiea menziesii</i> Youth-on-age, piggyback plant	-	2	-	D	-	√	√	12' - 24'	12'	April - Agustus	Bunga berwarna ungu kecoklatan, sebagai tanaman penutup pada musim panas, daun dapat ditemukan pada musim dingin

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Trillium ovatum</i> Western trillium	-	2	3	D	-	√	√	Sampai 18'	12'	Awal musim semi	Bunga tunggal, bunga berwarna putih, tidak mudah beradaptasi
	<i>Vancouveria hexandra</i> Inside-out flower or duck's foot	-	2	3	E* (Sem 1)	-	√	√	8' - 12'	12' - 36'	Musim semi	Sebagai tanaman penutup, memiliki bunga yang unik, dedaunan tidak bertahan di musim dingin
SEMAK KECIL DAN MENENGAH												
	<i>Arbutus unedo</i> 'Compacta' Dwarf strawberry tree	-	-	3	E	√	√	√	6' - 8'	5' - 6'	Musim gugur	Sangat mudah beradaptasi, bunga berwarna putih, dan menghasilkan buah dengan warna mencolok

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Caryopteris clandonensis</i> Blue mist	-	-	3	E* (Sem i)	√	-	-	2' - 3'	2' - 3'	Pertengahan musim panas – musim gugur	Tumbuh rendah, bunga kecil berwarna ungu kebiruan
	<i>Cornus sanguinea</i> 'Midwinter Fire' Bloodtwig dogwood	1	2	3	D	√	√	-	5' - 6'	4' - 6'	Mei - Juni	Bunga berwarna putih berkelompok, batang berwarna merah cerah dimusim dingin, dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi tanah
	<i>Cornus sericea</i> Red-twig dogwood	1	2	3	D	√	√	-	7' - 9'	Melebar sampai 12'	Mei - Juni	Bunga berwarna putih berkelompok kecil-kecil, buah berwarna putih kebiruan seperti buah berry, batang berwarna merah mencolok pada

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Cornus sericea</i> 'Flaviramea' Yellow-twig dogwood	1	2	3	D	√	√	-	6' - 8'	Melebar sampai 5'	Mei - Juni	musim dingin, beradaptasi dengan berbagai kondisi tanah Bunga berwarna putih kecil, pada musim dingin warna batang menjadi kuning, beradaptasi dengan berbagai kondisi tanah
	<i>Cornus sericea</i> 'Kelseyi' Dwarf red-twig dogwood	1	2	3	D	√	√	-	1,5' - 3'	Melebar sampai 3'	Mei - Juni	Bunga berwarna putih kecil, buah seperti berry, dapat dijadikan tanaman penutup, batang berwarna merah mencolok pada musim dingin,

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Gaultheria shallon</i> Salal	-	2	3	E	-	√	√	2' - 5'	Melebar sampai 5'	Maret - Juni	Bunga berwarna putih atau merah muda, dapat tumbuh dengan baik ditempat teduh
	<i>Hebe</i> sp Hebe	-	-	3	E	√	-	-	2' - 4'	2' - 5'	Bervariasi, biasanya musim panas	Berbunga kompak, kecil, berwarna keunguan
	<i>Hydrangea quercifolia</i> Oakleaf hydrangea	-	-	3	D	-	√	√	3' - 8'	4' - 6'	Musim panas - musim gugur	Toleran terhadap kekeringan, daun seperti "oak", bunga berwarna putih panjang, lebih tinggi dari semak
	<i>Lonicera pileata</i> Boxwood honeysuckle	-	2	3	E	√	√	√	3'	5'	April - Juni	Tumbuh rendah, berbentuk semak yang menyebar, daun hijau mengkilap, bagus

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Mahonia aquifolium</i> Tall Oregon grape	-	2	3	E	√	√	-	6' - 10'	5'	Maret - April	untuk menutupi lereng Daun mengkilap, bunga berwarna kuning, menarik burung kecil, seperti berry biru hitam
	<i>Mahonia aquifolium</i> 'Compacta' Compact atau dwarf tall Oregon grape	-	2	3	E	√	√	-	2' - 3'	3' - 4'	April - Juni	Daun seperti daun tanaman anggur, namun lebih kecil, bunganya pun mirip tanaman anggur
	<i>Mahonia nervosa</i> Low Oregon grape	-	2		E	-	√	√	2' - 3'	2' - 3'	April - Juni	Daun mengkilap, bunga berwarna kuning, menarik burung kecil, berbuah seperti berry biru

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Mahonia repens</i> Creeping mahonia	-	2	3	E	√	√	√	3'	Melebar sampai 3'	April - Juni	Tanaman merayap, tumbuh baik di daerah teduh atau sedikit sinar matahari
	<i>Myrica gale</i> Sweet gale	1	2	3	D	√	√	√	4' - 8'	4' - 6'	Mei - Juni	Memerlukan banyak air untuk tumbuh, daun kecil dan tipis
	<i>Philadelphus lewisii</i> Mock-orange	-	2	3	D	√	√	-	5' - 10'	5' - 10'	Juni - Juli	Bunga berwarna putih, harum, tanaman ini termasuk semak-semak
	<i>Physocarpus opulifolius</i> Common ninebark	-	2	3	D	√	√	-	4' - 10'	3' - 8'	Mei - Juli	Berbagai jenis berbeda menawarkan perbedaan ketinggian, warna daun. berbunga putih, termasuk

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Pinus mugo</i> Dwarf mugho pine	-	-	3	E	√	√	-	1' - 4'	3' - 5'	Mei - Juni	dalam golongan perdu Tumbuh rendah, sangat baik jika ditempatkan pada sudut taman
	<i>Ribes bracteosum</i> Stink currant	1	-	-	D	-	√	√	5' - 7'	5' - 7'	April - Mei	Daun besar dan agak tajam, tetapi mengeluarkan aroma yang enak, bunga berkelompok, diikuti dengan buah-buah kecil, menarik bagi burung kecil, tidak memerlukan tanah liat untuk tumbuh
	<i>Ribes sanguineum</i> Red-flowering currant	-	2	3	D	√	√	-	6' - 12'	4' - 10'	Maret - Mei	Bunga berkelompok dan besar, menarik

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Rubus parviflorus</i> Thimbleberry	-	2	3	D	√	√	√	4' - 8'	8'	April - Juni	burung kecil dan penyerbuk lainnya Termasuk dalam golongan semak, bunga putih besar, buah berwarna merah, menyebar dengan rhizome, dan pertumbuhannya cepat
	<i>Rubus spectabilis</i> Salmonberry	1	2		D	-	√	√	5' - 10'	Melebar sampai 10'	Februari - April	Bunga magenta, buah berwarna kuning oranye sebagai sumber nektar untuk burung kecil, pertumbuhan sangat cepat, dan membuat semak, pengikat tanah yang baik

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Salix purpurea</i> 'Nana' Dwarf blue arctic willow	1	-	-	D	√	√	-	5' - 8'	5' - 8'	April - Mei	Bertekstur halus, daun berwarna hijau keabu-abuan, bunga putih kecil, batang berwarna ungu, belukar dapat menjadi besar
	<i>Sambucus nigra</i> 'Black Lace' Black lace elderberry	1	2	3	D	√	√	-	6' - 8'	6' - 8'	-	Memiliki bunga-bunga yang cerah, sangat kontras dengan warna daunnya yang berwarna kehitaman, menarik hewan liar untuk datang
	<i>Spiraea densiflora</i> Subalpine spirea	1	2	3	D	√	√	-	3' - 4'	2' - 4'	Mei - Juni	Bunga merah muda mencolok, membentuk semak dan cocok pada zona I

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan	Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh			
	<i>Spiraea douglasii</i> Douglas spirea	1	2	-	D	√	√	-	4' - 7'	Melebar antara 6' - 10'	Tanaman paku dengan bunga <i>cluster</i> berwarna merah muda, mudah tumbuh sendiri, dan menyebar dengan cepat
	<i>Spiraea thunbergii</i> and <i>Spiraea japonica</i> Thunberg spirea dan Japanese spirea	-	2	3	D	√	√	-	1,5' - 5'	1,5' - 5'	Terdiri dari beberapa jenis, dimana memiliki perbedaan tinggi, warna bunga, dan daun. Beberapa memiliki warna emas atau oranye ketika baru tumbuh
	<i>Symphoricarpos albus</i> Snowberry	-	2	3	D	√	√	√	2' - 6'	Melebar sampai 6'	Buah berry berwarna putih, <i>cluster</i> bunga berwarna merah muda besar,

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Symphoricarpos x doorenbosii</i> 'Magic Berry' Coralberry	-	2	3	D	√	√	√	4' - 6'	4' - 6'	April - Juni	termasuk dalam kelompok semak Buah berry berwarna merah keunguan, dan masih dapat berbunga pada musim dingin
	<i>Symphoricarpos x chenaultii</i> 'Hancock' Hancock coralberry	-	2	3	D	√	√	-	2'	6' - 10'	Mei - Juni	Buah berry berwarna merah keunguan dan dapat bertahan pada musim dingin, semak ini dapat melindungi tanah dari bahaya erosi
	<i>Taxodium distichum</i> 'Peve Minaret' Dwarf bald cypress	1	2	3	E	√	-	-	5'	3' - 4'	-	Tanaman kecil, memerlukan air yang cukup dimusim panas

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Thuja plicata</i> 'Whipcord' Dwarf western red cedar	-	2	3	E	√	√	-	5'	4'	-	Tanaman kecil, berwarna hijau terang, dan berubah menjadi kecoklatan di musim dingin
	<i>Vaccinium ovatum</i> Evergreen huckleberry	-	-	3	E	-	√	√	4' - 10'	6'	Maret - Juni	Bunga dan daun dalam warna yang indah, sehingga menarik bagi satwa liar untuk dijadikan sebagai habitat
	<i>Viburnum opulus</i> 'Nanum' Dwarf Cranberry Bush	-	2	3	D	√	√	-	2' - 3'	Melebar sampai 3'	Akhir musim semi	Bunga berwarna putih, tahan terhadap gangguan rusa, mudah dikembangbiakan dengan biji
SEMAK BESAR DAN POHON												

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Acer buergerianum</i> Trident maple	-	-	3	D	√	√	-	20' - 25'	20' - 25'	Awal musim semi	Daun dapat jatuh dengan berbagai macam warna, merah, oranye, atau kuning, Kulit kayu terjadi pengelupasan pada tanaman yang sudah tua
	<i>Acer circinatum</i> Vine maple	-	2	3	D	-	√	√	15' - 20'	15' - 20'	Awal musim semi	Pohon kecil, bertangkai banyak, sangat baik sebagai pengikat tanah
	<i>Acer palmatum</i> 'Sango Kaku' Coral bark Japanese maple	-	-	3	D	√	√	-	20' - 25'	18' - 20'	-	Disebut sebagai kulit karang merah, memiliki bentuk yang sangat menarik
	<i>Amelanchier alnifolia</i> Western serviceberry	-	2	3	D	√	√	-	8' - 20'	5' - 10'	April - Mei	Cluster bunga berwarna putih besar, buah berry berwarna ungu

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahaya-an			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsi	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Betula albosinensis</i> 'Septentrionalis' Chinese red birch	-	-	3	D	√	-	√	40' - 60'	10'	-	kebiruan, menarik burung-burung kecil Pohon ramping tinggi, kulit bisa terkelupas dan memunculkan warna yang menarik, seperti warna tembaga
	<i>Betula jacquemontii</i> Himalayan atau Jacquemontii birch	-	-	3	D	√	-	√	35' - 40'	18' - 20'	April	Kulit pohon berwarna putih mencolok
	<i>Betula nigra</i> River birch	-	-	3	D	√	-	√	50' - 70'	30'	April - Mei	Bentuk ramping dan tinggi, cocok dengan tanaman yang lebih besar, dapat mengelupaskan kulitnya

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Betula papyrifera</i> Paper birch	-	-	3	D	√	-	-	50' - 90'	25' - 45'	-	Cocok untuk rain garden dalam ukuran besar, kulit dapat mengelupas berwarna putih
	<i>Cornus mas</i> Cornelian cherry	-	-	3	D	√	√	-	20'	20'	Maret - April	Mudah beraptasi, bunga berwarna kuning, buah berwarna merah
	<i>Corylus cornuta</i> Beaked hazelnut	-	2	3	D	√	√	√	10' - 20'	8' - 15'	Maret - Mei	Memiliki bentuk seperti vas, dapat dibuat seperti pohon, bunga menjuntai pada musim dingin, dan menarik hewan liar
	<i>Crataegus x lavalleyi</i> Lavalle hawthorn	-	-	3	D	√	√	-	15' - 30'	15' - 30'	Mei - Juni	Bunga berwarna putih kecil, buah berwarna oranye dengan ukuran kecil

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Frangula purshiana</i> Cascara	-	2	3	D	√	√	√	15' - 30'	5' - 10'	April - Mei	Bentuk ramping, buah berry berwarna biru kehitaman, daun mengkilap, dan berubah warna menjadi oranye jika musim gugur
	<i>Holodiscus discolor</i> Oceanspray	-	-	3	D	√	√	-	8' - 15'	6' - 15'	Juni - Juli	Bunga berwarna krim putih, dan bertahan sebagai biji pada musim dingin, sebagai habitat bagi kupu-kupu dan burung, sebagai pengikat tanah yang baik
	<i>Lonicera involucrata</i> Black twinberry	1	2	3	D	-	√	√	6' - 9'	8' - 10'	Musim Panas/ Juni	Bunga berwarna kuning dengan penutup berwarna merah terang, buah berry hitam

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Magnolia virginiana</i> 'Moonglow' Sweet bay or swamp magnolia	1	-	-	E* (Sem 1)	√	√	-	35' - 40'	15' - 18'	Akhir musim semi – awal musim panas	Bunga berwarna putih, membutuhkan tingkat keasaman tanah yang tinggi, memerlukan penyiraman di musim panas
	<i>Malus fusca</i> Pacific crabapple	1	2	3	D	√	√	-	10' - 30'	10' - 30'	April - Mei	Cocok ditanam pada rain garden dengan ukuran besar, bunga dalam kelompok kecil berwarna putih atau merah muda, buah berwarna kuning kemerahan, menarik hewan liar

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Malus transitoria</i> 'Schmidcutleaf' Golden Raindrops TM Cutleaf crabapple	-	-	3	D	√	-	-	20'	15'	Musim semi	Tumbuh tegak, berbentuk seperti vas, bunga berwarna merah muda berbentuk seperti kuncup bintang
	<i>Myrica californica</i> Pacific wax myrtle	1	2	3	E	√	√	-	8' - 18'	10' - 20'	Mei - Juni	Ditanam pada kawasan yang relative lebar, menyediakan tempat tinggal bagi habitat liar
	<i>Oemleria cerasiformis</i> Indian plum; osoberry	-	2	3	D	-	√	√	5' - 16'	Melebar antara 5' - 12'	Februari - April	Menyebar melalui batang yang ada didalam tanah, bunga mekar diawal musim semi
	<i>Parrotia persica</i> 'Vanessa' Persian ironwood	-	-	3	D	√	-	-	30'	15'	Akhir musim dingin - awal	Bercabang banyak, bunga-bunga kecil dengan benang sari merah, pohon

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D/E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Physocarpus capitatus</i> Pacific ninebark	1	2	3	D	√	√	√	8' - 13'	6' - 15'	musim semi Mei - Juni	berubah warna ketika musim gugur Tumbuh dengan baik di bawah naungan, indah, bunga berwarna putih, dapat mengupas kulit batangnya dan menimbulkan efek warna warni
	<i>Sambucus caerulea</i> Blue elderberry	-	2	3	D	√	√	-	10' - 20'	8' - 12'	Mei - Juni	Besar, cepat tumbuh, dengan buah-buahan berwarna biru yang dapat dimakan, muncul dipertengahan musim panas, bunga berwarna putih krim

Gambar	Nama Latin dan Nama Umum	Zona			D / E	Paparan/Pencahayaannya			Pertumbuhan		Waktu Berbunga	Karakteristik Tanaman
		1	2	3		Penuh	Parsial	Teduh	Tinggi	Lebar		
	<i>Xanthocyparis nootkatensis</i> (<i>Chamaecyparis nootkatensis</i>) 'Pendula' Weeping Alaska yellow cedar	-	-	3	E	√	√	-	Sampai 30'	12'	-	Kecil, ramping, dan berbentuk piramid

Sumber: Hinman, 2013

Keterangan:

D (Deciduous)

E (Evergreen)

= Tanaman yang Berganti Daun Setiap Musimnya

= Tanaman yang Selalu Hijau

- = tidak atau tidak memerlukan

√ = memerlukan

BAB V

PERAWATAN *RAIN GARDEN*

Rain garden sama seperti taman lainnya, membutuhkan perawatan atau pemeliharaan dengan baik agar dapat terlihat dengan indah. Sebuah *rain garden* yang dibangun membutuhkan perawatan minimal satu kali setelah dibuat. Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana cara merawat *rain garden* secara sederhana.

5.1. Menjaga Air yang Mengalir

Permasalahan yang paling sering ditemukan terhadap *rain garden* muncul setelah terjadinya hujan lebat. Hujan akan membawa banyak sedimen dan residu sampah. Sehingga membuat *rain garden* mengalami kerusakan.

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah memeriksa pipa saluran air masuk dan keluar, dipastikan bagian ini tidak mengalami kerusakan akibat hujan tersebut. Permasalahan yang paling sering ditemukan adalah pipa saluran menjadi rusak atau mengalami kebuntuan. Keadaan tersebut akan mengganggu aliran air yang masuk ke dalam dan keluar *rain garden*. Apabila saluran air dipenuhi dengan sampah, maka perlu dilakukan pembersihan terhadap residu sampah yang dapat mengganggu aliran air. Kegiatan ini penting untuk menjaga aliran dalam pipa agar tidak tersumbat.

Mengecek tempat-tempat dalam *rain garden* dimana air mungkin tidak meresap dan menimbulkan genangan. Hal ini dimungkinkan karena terbentuknya sedimen halus atau terjadi pemadatan tanah. Apabila

terjadi penumpukan sedimen maka, harus dibersihkan jangan sampai menutupi permukaan tanah dalam *rain garden*. Sedangkan apabila terjadi pemadatan tanah maka dapat dibantu dengan memberikan rongga pada tanah agar air dapat meresap kembali kedalam tanah (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

5.2. Meminimalkan Tanah yang Terkena Erosi

Peristiwa erosi yang terjadi pada saat hujan lebat akan mengikis tanah, batuan, dan partikel lainnya menjadi sedimen. Sedimen yang mengalir bersama air hujan akan masuk kedalam *rain garden* menyebabkan penyumbatan pori tanah dan memperlambat drainase. Akibatnya *rain garden* menjadi tidak optimal, dan memungkinkan sedimen untuk ikut keluar dalam *rain garden*. Sedimen yang terbawa keluar *rain garden* dengan membawa polutan berbahaya, dapat membahayakan saluran air, sungai, kolam-kolam, dan lahan basah lainnya.

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menjaga dari bahaya erosi:

- Memeriksa *rain garden* terutama pada daerah yang terbuka
- Memeriksa keseluruhan bagian dari *rain garden* sebelum musim hujan tiba
- Mengisi *rain garden* dengan mulsa, terutama pada sisi miring dan bagian dasarnya, dan kalau diperlukan sampai daerah dibelakang gundukan *rain garden*
- Menanam tanaman yang sehat

- Menjaga keberadaan batuan di lahan *rain garden*, bertujuan untuk melindungi tanah dan mencegah terjadinya erosi, ketika air hujan masuk hanya dari satu jalur pipa saja
- Menentukan titik pembuangan sedimen ketika memasuki *rain garden* dan segera menstabilkan daerah tersebut
- Mempertimbangkan menstabilkan daerah yang rawan terhadap erosi di dalam *rain garden* dengan batu-batu yang disusun menyebar. Untuk lahan *rain garden* yang cukup lebar digunakan batu yang cukup banyak dengan ukuran agak besar
- Mengatur air yang masuk kedalam *rain garden*, dan mengatur kemiringan pipa atau sengkedan yang mengarahkan air masuk ke dalam *rain garden*
- Menambahkan batu kecil dengan jarak beberapa kaki pada wilayah sebelum air masuk, berfungsi untuk memperlambat aliran air dan mencegah erosi.

(Hinman, 2007; Hinman, 2013).

5.3. Pemeliharaan Rutin

Dalam jangka pendek (selama 2 hingga tiga tahun pertama). Pemeliharaan lebih sering akan diperlukan sampai kondisi tanah dalam *rain garden* stabil atau mapan. Kegiatan-kegiatan rutin berikut ini harus menjadi bagian penting dalam perawatan *rain garden*.

5.3.1. Mengisi mulsa

Kehadiran mulsa dapat mencegah erosi, mengontrol gulma, mempertahankan kelembaban, menambah bahan organik untuk tanah, dan meningkatkan proses drainase. Setiap tahun harus dilakukan pemeriksaan terhadap lapisan mulsa, jika diperlukan, mempertahankan 2-3 inci (5,08-7,62 cm) ketebalan mulsa. Menyebarkan mulsa diantara ruang kosong disekitar tanaman. Mulsa dibuat dari potongan kayu yang lunak, atau kulit pohon yang terkelupas. Penambahan mulsa sangat bermanfaat untuk menghadapi perubahan musim setiap tahunnya. Dihindari penggunaan mulsa yang ditimbun terlalu lama karena dimungkinkan berisi benih gulma.

5.3.2. Penyiraman

Untuk 1 sampai 3 tahun pertama, kebanyakan tanaman di *rain garden* akan memerlukan kehadiran air selama musim kemarau, untuk membangun sistem perakaran yang kuat. Jika menggunakan tanaman asli/lokal maka kondisinya harus disesuaikan dengan lahan yang digunakan. *Rain garden* pada tahun ke 2 dan ke 3 memerlukan lebih sedikit penyiraman. Namun penyiraman akan lebih lama ketika musim kemarau sampai tanaman menjadi kokoh dan mampu beradaptasi. Selama periode ini, perlu diperhatikan tanda-tanda tanaman yang stress, seperti layu, dan hijauan daun berkurang (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

5.3.3. Frekuensi penyiraman (selama musim kemarau)

Tahun pertama: pada minggu pertama, dilakukan penyiraman setiap hari terhadap tanaman dalam *rain garden*. Kegiatan ini dilakukan berulang pada minggu ke dua, sampai musim hujan datang, namun dengan intensitas yang tidak terlalu sering, 2 atau 3 kali seminggu (intensitas penyiraman juga dilakukan dengan memperhatikan tanda-tanda stress tanaman). Tahun kedua: penyiraman tetap dilakukan setiap 1 atau 3 minggu sekali, tergantung kondisi dan keadaan tanaman. Tahun ketiga dan seterusnya: diperlukan penyiraman hanya ketika musim kemarau panjang (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

5.3.4. Teknik penyiraman

Ada beberapa metode penyiraman untuk memperoleh efek tumbuh kembang tanaman yang baik. Kegiatan ini dapat dilakukan secara alami, dengan alat penyempot, ataupun dengan sistem irigasi tetes.

Penyiraman dengan sistem alami yaitu dengan mengalirkan air seperti pada saat hujan turun. Metode ini memiliki beberapa keuntungan yaitu:

- Menghemat air dan dapat ditutupi dengan mulsa agar air menjadi semakin hemat
- Sebaran relatif luas maksimal 100 meter
- Bekerja baik dengan sistem bertingkat, kontur yang satu dengan yang lain terhubung
- Bekerja baik dengan jarak tanam antara 12-18 inci (30,48-45,72 cm)

Seiring dengan berkembangnya teknologi, peralatan penyiraman sangat beragam, mulai dari yang standar sampai yang paling canggih pun

tersedia. Namun yang perlu dipilih adalah alat penyiraman yang memberikan kemudahan dan kenyamanan pada saat digunakan. Ilustrasi penyiraman dengan menggunakan alat penyiram dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1. Alat Penyiraman Tanaman

Sumber : http://4.bp.blogspot.com/-xjnfostmvy4/thzbjekhei/aaaaaaabfa/jex930apxno/s1600/alat-penyiram-tanaman_thumbnaildetail.jpg

Untuk mempermudah tindakan penyiram yaitu dengan menggunakan sistem irigasi tetes. Sistem ini memiliki keuntungan yaitu:

- Mengatur air dengan mudah
- Mengurangi beban tenaga manusia. Apabila musim kemarau dengan jumlah hujan rendah, maka penyiraman menjadi lebih intensif, minimal satu kali dalam satu bulan. Biasanya kebutuhan air meningkat pada bulan Juli-Agustus. Dengan teknik ini akan lebih

efisien dan tidak perlu khawatir lagi. Ilustrasi penyiraman dengan menggunakan sistem irigasi tetes dapat dilihat pada Gambar 5.2.



a. Debit air yang keluar dapat diatur b. Instalasi perpipaan diatur

Gambar 5. 2. Sistem Irigasi Tetes

Sumber : Peters, 2011

5.3.5. Merawat tanaman

Kegiatan merawat tanaman meliputi menjaga kesehatan tanaman, meminimalkan jumlah gulma yang ada di dalam *rain garden*, memperbaiki sistem drainase, dan mengurangi erosi. Jika pertumbuhan tanaman tidak bagus menandakan bahwa tanaman tersebut tidak cocok ditanam di dalam *rain garden*. Tanaman tidak cocok dengan paparan sinar matahari yang diterima, kelembaban tanah, dan persaingan diantara tanaman lainnya, tanaman tersebut sebaiknya segera diganti dengan varietas lain yang lebih cocok ditanam dalam *rain garden*.

Beberapa tanaman akan tumbuh dengan cepat sampai ukuran yang maksimal di dalam *rain garden*. Adanya lingkungan yang mendukung

seperti terpenuhinya nutrisi dan kelembaban tanah menjadi faktor penting pertumbuhan. Untuk menghindari terjadi kompetisi diantara sesama tanaman *rain garden*, maka dilakukan pengurangan jumlah tanaman (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

5.3.6. Pemangkasan

Pemangkasan *rain garden* diperlukan untuk menjaga keindahan dan tidak mengganggu terhadap kegiatan lainnya. Pemangkasan sangat diperlukan ketika:

- Keberadaan semak dalam *rain garden* yang di tanam di tengah trotoar, atau sepanjang jalan raya sudah sangat lebat, dan bertambah tinggi. Yang dimungkinkan mengganggu penglihatan bagi pengguna jalan
- Apabila satu tanaman terlalu sering dilakukan pemangkasan, maka perlu dipertimbangkan untuk mengganti dengan tanaman yang lain, dengan pertumbuhan yang relatif lebih lambat.
- Memangkas cabang tanaman yang sudah tua atau sudah kering
- Mengurangi tanaman yang tumbuh pada aliran masuk air ke dalam *rain garden*, yang akan menyebabkan air menjadi meluap keluar
- Memotong cabang dan daun pada tanaman hias, sebelum akhir musim hujan. Hal ini akan memicu munculnya cabang baru dan bunga.

5.3.7. Penyiangan

Penyiangan mungkin diperlukan selama 1 sampai 2 tahun pertama setelah *rain garden* dibuat, sampai tanaman menjadi mapan dan mulai tumbuh bersama. Mengurangi ruang terbuka yang memungkinkan gulma untuk tumbuh. Walaupun kehadiran gulma dalam *rain garden* dapat juga menyerap air jika musim hujan, tetapi pertumbuhannya akan sangat mempengaruhi keindahan *rain garden*, dan menimbulkan kompetisi bagi tanaman hias yang berada dalam *rain garden*.

Dalam penyiangan sebaiknya berhati-hati, agar tidak terjadi pemadatan tanah yang akan mengganggu penyerapan air dalam *rain garden* tersebut. Penyiangan gulma dalam *rain garden* dilakukan dengan mencabut gulma sampai keakarnya, agar tidak meninggalkan benih gulma di dalam *rain garden* (Hinman, 2007; Hinman, 2013).

5.3.8. Petunjuk dalam memilih kompos

Kompos harus stabil dan matang, terbuat dari bahan limbah organik seperti dedaunan atau limbah kayu. Jangan menggunakan dekomposer dari jamur seperti penggunaan *Tricoderma*, pupuk kandang, kulit kayu atau serbuk gergaji. Dekomposer dari jamur akan memberikan nitrogen berlebih dan membuat tekstur tanah menjadi tidak diinginkan. Kotoran hewan juga sama, dikhawatirkan akan meningkatkan kandungan nitrogen dan menyebabkan pathogen bagi tanaman di *rain garden*. Kulit kayu dan serbuk gergaji kemungkinan akan menyebabkan kekurangan nitrogen.

Cara sederhana untuk menilai kualitas kompos adalah dengan memeriksa produk jadi dan bau yang dihasilkan, serta memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Bau tidak menyengat, dan tidak menimbulkan bau ammonia.
- Warna hitam kecoklatan.
- Tekstur rapuh dengan ukuran partikel campuran sama.
- Suhu stabil yang tidak menimbulkan panas apabila disiram dengan air.

(Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

5.3.9. Hal lain yang perlu diperhatikan

Menghindari penggunaan pupuk, herbisida dan pestisida. Di dalam konsep *rain garden*, penggunaan pupuk, herbisida maupun pestisida tidak dianjurkan penggunaannya. Campuran tanah yang terdapat dalam *rain garden* sudah cukup menyediakan nutrisi, dan adanya penggunaan tanaman asli didaerah tersebut, maka mereka akan mampu cepat beradaptasi, sehingga tidak diperlukan pemupukan.

Memeriksa tanggul *rain garden* yang telah dibuat. Keberadaan tanggul jangan sampai hilang, dan jika diperlukan harus di tambah ketinggiannya, serta di buat agar lebih kompak. Menutupi daerah yang kosong dengan mulsa atau tanaman hias agar meminimalkan terjadinya erosi

Membersihkan residu dan sedimen. Untuk menjaga *rain garden* agar tetap menarik sepanjang tahun, maka residu sampah harus dibersihkan. Residu berupa dedaunan kering sebaiknya dipertahankan karena dapat dijadikan sebagai kompos alami, yang bermanfaat sebagai

sumber nutrisi bagi tanaman. Membersihkan sedimen halus yang menyumbat lapisan tanah dan mengganggu drainase. Sedimen halus tersebut, di keruk, dan digantikan dengan mulsa untuk mengurangi masalah sedimen. Berikut ini disajikan ringkasan cara perawatan terhadap *rain garden* (Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013).

Tabel 5. 1. Ringkasan Cara Perawatan *Rain Garden*

Lokasi <i>Rain Garden</i>	Kondisi	Kegiatan Perawatan
Sisi lereng	Waspada terhadap erosi tanah pada sisi lereng	Lihat pada bagian penanganan erosi pada <i>rain garden</i>
Area bagian bawah <i>rain garden</i>	Sedimen yang tampak di <i>rain garden</i> dan menyebabkan penurunan laju drainase	<ul style="list-style-type: none"> – Menghilangkan akumulasi sedimen – Menentukan letak akhir dari sedimen yang terikut pada saat air masuk ke dalam <i>rain garden</i> – Meminimalkan tanah yang tererosi
	Kumpulan daun yang dapat mengganggu drainase	Menghilangkan tumpukan daun tersebut
Kolam air	Air masih tetap ada selama tiga hari setelah hujan berakhir	<ul style="list-style-type: none"> – Mengecek keberadaan tumpukan daun, residu sampah ataupun sedimen tidak mengurangi tingkat drainase – Jika diperlukan, segera hilangkan tumpukan

Lokasi <i>Rain Garden</i>	Kondisi	Kegiatan Perawatan
		daun, residu sampah ataupun sedimen – Mengecek sumber air yang masuk kedalam rain garden – Memastikan bahwa ukuran <i>rain garden</i> sudah tepat – Jika tanah mengalami penyumbatan akibat sedimen dan menjadi padat, maka diperlukan pembuatan pori-pori tanah agar dapat menyerap air – Konsultasikan dengan pakarnya
Pipa <i>inlet/outlet</i>	Air tidak bisa masuk	Membersihkan pipa dari sedimen dan residu sampah yang masuk kedalam pipa, dengan menggunakan siraman air atau dengan selang panjang
	Pipa saluran rusak atau retak	Memperbaiki atau menutup celah-celah pipa, apabila tidak dapat diperbaiki, maka ganti pipa dengan yang baru
Air masuk	Batu dan penutup tanah hilang, dan aliran air mengikis tanah	Mempertahankan penutup tanah dan batu untuk melindungi tanah dimana air mengalir ke rain garden dari pipa atau sengkedan
Gulma	Persoalan gulma yang tumbuh	– Membersihkan gulma dengan tangan, terutama di musim hujan ketika

Lokasi <i>Rain Garden</i>	Kondisi	Kegiatan Perawatan
		tanah lembab dan gulma kecil – Menarik gulma sampai ke akarnya, sebelum meninggalkan benih – Setelah melakukan penyiangan, maka tanah ditutup dengan mulsa
Tanaman	Tanaman layu, mati atau tidak sehat	– Mempertahankan tanaman yang sehat – Membuang semua atau bagian tanaman yang sakit untuk menghindari penyebaran penyakit ke tanaman lainnya – Memberikan desinfeksi pada alat-alat perkebunan setelah selesai melakukan pemangkasan, untuk mencegah penyebaran penyakit – Melakukan penyulaman tanaman yang mati ataupun layu
	Tanaman yang mengganggu jarak pandang dan trotoar	Melakukan pemangkasan, dan memilih tanaman dengan pertumbuhan lambat
	Tanaman berkumpul pada saluran <i>inlet</i> dan <i>outlet</i>	Menjauhkan tanaman dari saluran <i>inlet</i> ataupun <i>outlet</i> , kalau diperlukan memindah tanaman ke tempat lainnya
	Menguning, tidak berbunga, kerdil, daun layu dan terdapat bercak,	– Menguji kondisi tanah untuk mengidentifikasi

Lokasi Rain Garden	Kondisi	Kegiatan Perawatan
	akar dan batang layu	kekurangan nutrisi tertentu – Berkonsultasi dengan yang ahli dalam bidangnya – Tidak menggunakan pupuk sintetik – Mempertimbangkan memilih tanaman yang cocok dengan kondisi tanah
Mulsa	Tanah tanpa penutup mulsa atau kedalaman mulsa kurang dari 2 inci	– Tambahkan mulsa hingga kedalaman 2-3 inci (5,08-7,62 cm) – Menjauhkan mulsa dari batang berkayu

Sumber: Bannerman, 2003; Bell, *et al.*, 2005; Giacalone, 2008; Hinman, 2007; Hinman, 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, A. 2014. *Public Space Ditinjau dari Fungsi Ekologi dan Estetis. Studi Kasus Taman Cibeunying Kota Bandung*. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- 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, and 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.
- Chisholm, H. 2008. *An Analysis of The Efficacy of Rain Garden for The Protection of Water Resources in Annapolis Royal, NS*. The Faculty of Rural Planning and Development in The School of Environmental Design and Rural Development of The University of Guelph. Canada.
- 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, and C. Minami. 2001. Laboratory Study of Biological Retention for Urban Stormwater Management. *Water Environ. Res.* 73,5–14.

- Diby, S. 2014. Persebaran Curah Hujan di Indonesia. <http://ssbelajar.blogspot.com/2013/07/persebaran-curah-hujan-di-indonesia.html>. Diakses Tanggal 26 Mei 2014.
- Dick, R.E., and J.P. Quinn. 1995. Glyphosate – Degrading Isolates From Environmental Samples Occurrence And Pathways Of Degradation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 43, 545–550.
- 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.
- Ermakova, I.T., N.I. Kiseleva, T.S. Shushkova, M. Zharikov, G.A. Zharikov, and A.A. Leontievsky. 2010. Bioremediation of Glyphosate-Contaminated Soils. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 88, 585–594.
- Giacalone, K. 2008. *Rain Gardens. A Rain Garden Manual for South Carolina. Green Solutions to Stormwater Pollution*. Clemson Public Service. South Carolina
- Grover, R. 1977. Mobility of Dicamba Picloram and 2,4-D in Soil Columns. *Weed Sci.* 25, 159–162.
- Haney, R.L., S.A. Senseman, F.M. Hons, and D.A. Zuberer. 2000. Effect of Glyphosate on Soil Microbial Activity And Biomass. *Weed Sci.* 48, 89–93.
- Hausken, S., C.O. Becker, M. Gardener, and G. Thompson. 2013. *Rain Garden Plants*. Metro Soil & Water District. Detroit.
- 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.
- Istenic, D., L. Oblak, and D. Vrhovsek. 2009. Conditioning of Drinking Water on Constructed Wetland: Elimination of *Escherichia coli*. *ProQuest Biology Journal. Ekologia. Vo.28 No.3, p.300-311*.
- Kim, H., E.A Seagren, and A.P Davis. 2003. Engineered Bioretention for Removal of Nitrate from Stormwater Runoff. *Water Environ. Res. 75, 355–367*.
- Krzysko-Lupicka, T., and A.Orlik. 1997. The Use of Glyphosate as The Sole Source of Phosphorus or Carbon for The Selection of Soil-Borne Fungal Stains Capable to Degrade this Herbicide. *Chemosphere 34, 2601–2605*.
- Li, M. H., C. Y. Sung, M. Swapp, M. H. Kim, K.H. Chu, and J. McFalls. 2013. *Bioretention for Highway Stormwater Quality Improvement Improvement in Texas: Final Repot*. National Technical Information Service Alexandria. Virginia.
- 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*.
- Nowack, B. 2003. Environmental Chemistry of Phosponates. *Water Res. 37, 2533–2546*.
- Peter, R.T. 2011. *Drip Irrigation for The Yard and Garden*. Extension Specialist/Associate Scientist. Washington State University Prosser IAREC.
- Rzepka, A., K. Nainiger, R. Siekkinen, Donaldson, E. Landers, Bob, and S. Kehres. 2006. *Rain Garden Manual for Homeowners Protecting Our Water, One Yard at A Time*. Geauga Soil And Water Conservation District.USA.
- Santisi, J. 2011. From Rain to Garden. *The Environmental Magazine, May/Jun 2011, 22,3, ProQuest Biology Journals*.

- Soemarno. 2010. *Hutan Kota dan Pengelolaannya. Bahan Kajian*. PPSUB, Malang.
- Stearman, G.K., D.B. George, K. Carlson, and S. Lansford. 2003. Pesticide Removal From Contained Nursery Runoff In Constructed Wetland Cells. *J. Environ. Qual.* 32, 1548–1556.
- Sukawi. 2008. *Taman Kota dan Upaya Pengurangan Suhu Lingkungan Perkotaan (Studi Kasus Kota Semarang)*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Tu, M., C. Hurd, and J.M. Randall. 2001. *Weed Control Methods Handbook: Tools and Techniques for Use in Natural Areas. The Nature Conservancy*. <http://www.invasive.org/gist/products/handbook/methods-handbook.pdf>. Diakses Tanggal 26 Mei 2014.
- 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, and 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, and K. Meney. 2011. Influent of Plant Species and Submerged Zone with Carbon Addition on Nutrient Removal in Stormwater Biofilter. *Ecol. Eng.* 37, 1833–1841.

GLOSARIUM

ir larian. Suatu aliran yang mengalir di atas permukaan menuju sungai, danau, atau laut yang disebabkan curah hujan melebihi laju infiltrasi.

Air limpasan. Air hujan yang mengalir di atas permukaan karena penuhnya kapasitas infiltrasi tanah.

Akuifer. Lapisan batuan di bawah permukaan tanah yang mengandung air dan dapat dirembesi air.

Akumulasi. Hal (keadaan) sesuatu makin lama makin menumpuk atau tertimbun.

Anatomi. Uraian yang mendalam tentang sesuatu.

Bioretensi. Struktur berupa cekungan pada suatu area seperti tempat parkir, perumahan, dan lain-lain yang menerima limpasan air hujan.

Carport. Tempat menyimpan kendaraan di depan rumah yang tidak memiliki garasi.

Conblock. Suatu komposisi berbentuk segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci. Material ini dipasang untuk mengeraskan bagian lahan bangunan agar permukaannya jadi rata dan stabil.

Deciduous. Tanaman yang berganti daun setiap musimnya.

Erosi. Perusakan dan pemindahan tanah sebagian atau seluruhnya, terutama di daerah yg banyak turun hujan.

Evergreen. Tanaman yang selalu hijau.

Grassblock. Satu jenis *paving block/conblock* yang memiliki rongga untuk tumbuhnya rumput.

Gulma. Tumbuhan yg termasuk bangsa rumput yg merupakan pengganggu bagi kehidupan tanaman utama.

Herba. Tumbuhan terna.

Herbisida. Senyawa atau material yang disebarkan pada suatu lahan untuk menekan atau memberantas tumbuhan pengganggu (gulma)

Inflow. Aliran air yang masuk ke dalam *rain garden*.

Kanopi pohon. Bentuk dari percabangan dahan pohon yang menutupi daratan di bawahnya.

Kompos. Hasil penguraian parsial / tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembap, dan aerobik atau anaerobik.

Komunitas. Seluruh populasi makhluk hidup yang hidup di suatu daerah tertentu.

Mulsa. Material penutup tanaman budidaya yang dimaksudkan untuk menjaga kelembaban tanah serta menekan pertumbuhan gulma dan penyakit sehingga membuat tanaman tumbuh dengan baik.

Overflow. Aliran air yang keluar dari *rain garden*.

Perumahan. Kelompok rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau hunian.

Polutan. Suatu zat yang menjadi sebab pencemaran terhadap lingkungan.

Porisitas tanah. Kemampuan tanah dalam menyerap air berkaitannya dengan tingkat kepadatan tanah.

Rain garden. Hampan alami seperti sebuah garden, yang terdiri dari kombinasi tanah, serasah daun, dan tanaman.

Rain garden model biphasic. *Rain garden* yang dibangun dengan menggunakan dua tahapan proses yaitu dari daerah yang jenuh dengan air menuju ke daerah yang tidak jenuh air.

Ruang terbuka hijau (RTH). Area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.

Spesies. Suatu takson yang dipakai dalam taksonomi untuk menunjuk pada satu atau beberapa kelompok individu (populasi) yang serupa dan dapat saling membuahi satu sama lain di dalam kelompoknya (saling membagi gen) namun tidak dapat dengan anggota kelompok yang lain.

Sengkedan. Bangunan konservasi tanah dan air secara mekanis yang dibuat untuk memperpendek panjang lereng dan atau memperkecil kemiringan lereng dengan jalan penggalian dan pengurangan tanah melintang lereng. Tujuan pembuatan teras adalah untuk mengurangi kecepatan aliran permukaan (*run off*) dan memperbesar peresapan air, sehingga kehilangan tanah berkurang.

Tanaman semak. Pohon yang memiliki ketinggian di bawah 6 m (20 kaki), dengan dedaunan lebat dan banyak cabang-cabang, berdaun kecil yang tumbuh berdekatan.

Tangki septik. Bangunan pengolah dan pengurai kotoran tinja manusia cara setempat.

Underdrain. Sistem pengaliran air yang telah melewati proses filtrasi yang terletak di bawah media filter.

Zona 1 *rain garden*. Zona paling rendah pada *rain garden* dan sebagai daerah genangan air, baik secara berkala ataupun terus menerus.

Tanaman di zona 1 harus bisa bertahan terhadap kelebihan air.

Zona 2 *rain garden*. Zona pada *rain garden* yang meliputi daerah lereng, dan secara berkala basah atau jenuh air selama hujan besar. Pada zona ini diperlukan tanaman yang mampu menstabilkan lereng dan mencegah terjadinya erosi.

Zona 3 *rain garden*. Zona pada *rain garden* yang mencakup daerah disekeliling *rain garden*. Pada daerah ini ditandai dengan tanah kering, dan tidak terpengaruh oleh terjadinya genangan. Tanaman di zona ini dipilih tanaman yang tahan terhadap kekeringan.

INDEKS

- Air larian, 2,3
Air hujan,
1,2,3,5,6,8,16,19,20,26,29,36,6
3
Air tanah, 1,3,5,7,10
Akuifer, 29,
Anatomi *rain garden*, 2
Banjir, 1,2,3,6,45,46
Bentuk *rain garden*, 17
Biopori, 1
Bioretensi, 1, 3, 4, 5,23
Conblock, 1
Curah hujan, 13,14,16,30,31,32
Daerah limpasan air, 25
Deciduous, 62
Dikamba, 34,35
Drainase,2,6,10,11,12,13,14,17,
23,24,63,64,65,67
E.coli, 34
Ekosistem, 1,2
Erosi,
2,7,19,24,25,36,58,63,64,65,67
Evaporasi,1
Evergreen, 6
Fosfor, 4,5,29,31,3
Genangan,1,11,12,13,14,15,16,
17,20,26,36,63
Glifosat, 34, 35
Grass block, 1
Gulma, 48,64,65,66,68
Herba menahun, 39,41,45
Herbisida, 34, 35,67
Hujan besar, 16,17,24,36
Inflow, 2,16,18,19,37
Infrastruktur, 26
Inlet, 25,30,31,33,67,68
Jarak tanam, 36,43,64
Kadmium, 1,2
Kalsium, 4
Kanopi pohon, 20
Kelerengan lahan, 9
Kerikil,32
Kolam,
11,15,16,17,24,27,33,51,63,67
Kompos, 23,24,66,67
Komunitas, 5
Krom, 1,2
Kualitas air, 1,2,3,6
Kualitas udara, 2,5
Lokasi *rain garden*,
8,10,13,20,21,23,26,36,67
Manfaat *rain garden*, 2,6
Mini excavator, 10,21
Model *biphasic*, 33
Mulsa,
2,24,29,30,63,64,67,68,69
Mini excavator, 10,21
Model *biphasic*, 33
Mulsa,
2,24,29,30,63,64,67,68,69
Nitrat nitrogen, 4,5
Nitrogen, 4,29,31,66
Nyamuk, 7
Outlet, 31,67
Overflow, 2,33
Penggalian tanah, 20
Pemangkasan, 36,66,68
Pemukiman, 5,25,37,38

Penyiangan, 66,68
Penyiraman, 43,60,64,65
Perawatan, 36,63,64,67
Pipa,
2,6,8,9,19,25,26,29,30,43,63,67
,68
Polutan, 1,2,3,4,29,33,34,63
Pondasi rumah, 9,19
Porositas tanah, 5
Rain garden, 1,2,7,8
Rain garden untuk perumahan,
19
Rain garden pada fasilitas
publik, 26
Rain garden peneliti, 29
Residu polutan, 3
Ruang terbuka hijau (RTH),
1,17
Run off, 2
Sedimentasi, 1,2
Sengkedan, 8,17,19,26,27,63,68
Seleksi tanaman, 36,43
Seng, 1,2,4,5,29
Sketsa rain garden, 16
Taman, 7,8,36,51,56,63
Tanaman semak, 39,41
Tanggul *rain garden*, 23,24,67
Tangki septic, 9,10,19
Tata letak, 36,43
Tekstur tanah, 10,11,66
Tembaga, 1,2,4,5,29,59
Timbal, 4,5,29
Timah, 1,2
TKN, 4,5,29,30,31,32,33
Total nitrogen, 4, 31
Total phosphorus, 31
Tingkat drainase tanah,
10,11,12,13
TSS, 4,5
Ukuran *rain garden*,
8,10,12,13,14,67
Underdrains, 30,31
Urban heat island, 1
Zona tanam, 36, 37,39,41
Zona rain garden, 36

TENTANG PENULIS



Penulis (Hafiih Prasetya) merupakan salah seorang staff pengajar di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat dengan bidang keahlian Teknologi Pengelolaan Lingkungan. Pendidikan S1 diselesaikan pada Tahun 2007 di Fakultas MIPA Jurusan Biologi Universitas Lambung Mangkurat, sebagai Sarjana Sains. dan Pendidikan S2 diperoleh dari Universitas Lambung Mangkurat pada Tahun 2010, sedangkan Pendidikan S3 diperoleh dari Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Brawijaya pada Tahun 2016. Penulis aktif melakukan kajian

di bidang lingkungan hidup dimulai Tahun 2011. Pengalaman penelitian dimulai dari Tahun 2010 sampai sekarang. Beberapa penelitian yang telah dilakukan antara lain: *Banjarbaru Green Open Space Distribution and It's Ecological Value* (2010), *Development Banjarbaru Administration City Based On Green Space* (2010), Kajian Tanaman Trembesi sebagai Pohon Peneduh dan Inventarisasi Aset Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Banjarbaru (2010), *Policy Studies On The Use Of Underground Water Resources In Banjarbaru City* (2011), *Model Rain Garden Untuk Penanggulangan Limpasan Air Hujan di Wilayah Perkotaan* (2016), *Manajemen Limpasan Air Hujan di Daerah Perkotaan dengan Rain Garden dan Menjaganya dari Keberadaan Nyamuk* (2017), dan *Variasi Kemampuan Beberapa Jenis Pohon Dalam Menyerap CO₂ Pada Taman Kota Banjarbaru* (2018).



Penulis (Nova Annisa) merupakan salah seorang staff pengajar di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat dengan bidang keahlian Manajemen Teknik Lingkungan. Pendidikan S1 diselesaikan pada Tahun 2011 di Fakultas MIPA Jurusan Biologi Universitas Lambung Mangkurat, sebagai Sarjana Sains. dan Pendidikan S2 diperoleh dari Universitas Lambung Mangkurat pada Tahun 2013. Pengalaman penelitian dimulai dari Tahun 2016 sampai sekarang. Beberapa

penelitian yang telah dilakukan antara lain: Iklim Mikro dan Indeks Ketidaknyamanan Taman Kota di Kelurahan Komet Kota Banjarbaru (2016), Model *Rain Garden* Untuk Penanggulangan Limpasan Air Hujan di Wilayah Perkotaan (2016), Manajemen Limpasan Air Hujan di Daerah Perkotaan dengan *Rain Garden* dan Menjaganya dari Keberadaan Nyamuk (2017), Seleksi Pohon Teduhan untuk *Rain Garden* (2017), Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dihubungkan dengan Aktivitas Kendaraan Bermotor di Kampus Universitas Lambung Mangkurat (2017), Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Transportasi Pada Jalan Belitung Darat Kota Banjarmasin (2017), Pemetaan Indeks Kenyamanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru (2018), dan Variasi Kemampuan Beberapa Jenis Pohon Dalam Menyerap CO₂ Pada Taman Kota Banjarbaru (2018).



Penulis (Nunung Harijati) merupakan salah seorang staff pengajar di jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Penulis bergabung dengan jurusan Biologi sejak tahun 1989 sebagai dosen honorer dan diangkat sebagai dosen tetap sejak tahun 1990. Pendidikan S1 diselesaikan pada tahun 1984 di IKIP Negeri Malang dan pendidikan S2 diperoleh dari Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tahun 1988, sedangkan pendidikan S3 diperoleh dari *Department of Botany, La Trobe*

University, Melbourne, Australia pada tahun 2007. Pengalaman luar negeri selain untuk memperoleh gelar PhD, sebagian besar adalah untuk mendapatkan pengkayaan subyek yang diampu di jurusan Biologi atau terkait dengan penelitian *Amorphophallus* sp. Pengalaman luar negeri pertama pada tahun 1998 atas biaya JSPS untuk mengenal lebih dalam *scanning electron microscope* pada *School of Agriculture – Nagoya University*, Nagoya, Jepang. Masih atas biaya JSPS, penulis pada tahun 2000 mendapatkan kesempatan untuk memperdalam pembuatan preparat permanen dan *TUNEL assay* di *Department of Biological Sciences (Plant Science), Graduate School of Science, Tokyo University*. Kesempatan berikutnya diperoleh pada tahun 2009 atas biaya IMHERE (proyek hibah kompetitif) untuk mengenali jamur pathogen maupun non pathogen baik secara molekuler maupun mikroskopis di *Agriculture Department, Kyushu University, Fukuoka*, Jepang. Dengan biaya DIKTI penulis selama empat bulan (Oktober 2011- Januari 2012) berada di RISH (Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University) untuk isolasi parsial *gen glucomanan synthase* dan *glucomanan content* dari tiga spesies *Amorphophallus* asal Indonesia. Sementara itu penulis pada tahun 2010 berkesempatan mengikuti *Plant genetic resources and seeds: policies, conservation and use* di Jeypore and Chennai, India atas biaya Wageningen University. Menjelang berakhirnya tahun 2013, penulis berkesempatan ke *college life science, Wuhan University* atas biaya Universitas Brawijaya melalui program PHK untuk mengidentifikasi bakteri penyebab

penyakit pada umbi *Amorphophallus muelleri*. Dalam penyusunan buku ajar, penulis terlibat penulisan buku ajar dengan judul '*Microtechnique*' pada tahun 2013 dan pada awal tahun 2014 terlibat kembali penulisan buku ajar dengan judul '*Plant Physiology*'.

Rain Garden

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107

PAGE 108

PAGE 109

PAGE 110

PAGE 111

PAGE 112

PAGE 113

PAGE 114

PAGE 115

PAGE 116

PAGE 117

PAGE 118

PAGE 119

PAGE 120

PAGE 121

PAGE 122

PAGE 123

PAGE 124

PAGE 125

PAGE 126

PAGE 127

PAGE 128

PAGE 129

PAGE 130

PAGE 131

PAGE 132

PAGE 133

PAGE 134

PAGE 135

PAGE 136

PAGE 137

PAGE 138

PAGE 139

PAGE 140

PAGE 141

PAGE 142

PAGE 143

PAGE 144

PAGE 145

PAGE 146

PAGE 147

PAGE 148

PAGE 149

PAGE 150

PAGE 151

PAGE 152

PAGE 153

PAGE 154

PAGE 155

PAGE 156

PAGE 157

PAGE 158

PAGE 159

PAGE 160

