

PENGURANGAN LIMPASAN MENGGUNAKAN BIOSWALE-BIOPORI COCOPEAT SEBAGAI CADANGAN AIR RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) PERKOTAAN MUSIM KEMARAU

Runoff Reduction Using Bioswale-Cocopeat Biopories As Water Reserves for Urban Green Open Space (GOS) During the Dry Season

Waldemar V. Simamora¹, Muhammad Farizal², Ghaniyyu R. A. L. Raharjo³,
Syamsul Bahri^{4*)}

^{1, 2, 3, 4} Politeknik Pekerjaan Umum,
Jalan Prof. Soedharto, S.H., No. 15, Tembalang, Semarang
Korespondensi: sy_albahri@yahoo.co.id

Diterima: 28 Desember 2022, Disetujui: 27 Februari 2023

ABSTRAK

Penerapan jalur hijau jalan (JHJ) bermanfaat dalam mengurangi pencemaran udara dan meningkatkan luasan RTH di kawasan perkotaan. Di antara permasalahan dalam mengelola JHJ adalah vegetasi tidak terawat hingga mati akibat kekeringan pada musim kemarau. Alternatif pemecahannya dengan menerapkan infrastruktur hijau, berupa bioswale yang dikombinasikan dengan biopori cocopeat. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan memodelkan bioswale berbentuk box kaca yang dilengkapi biopori berisi cocopeat. Tujuan penelitian adalah a). mengetahui kemampuan cocopeat dalam menyerap air, b). mengetahui laju infiltrasi air dalam model bioswale, c). mengetahui seberapa besar peran biopori cocopeat pada bioswale dalam mengurangi volume air untuk penyiraman JHJ yang berpengaruh terhadap efisiensi biaya penyiraman. Hasil penelitian menunjukkan cocopeat sebesar 50 dan 75 gram yang direndam selama 24 jam mampu menyerap air sebanyak 5 hingga 6 kali dari berat awalnya. Uji coba cocopeat sebagai isian biopori dan ditempatkan dalam bioswale, nilai rata-rata laju infiltrasi tertinggi sebesar 0,542 cm/jam pada 24 jam, kemudian mengalami penurunan nilai hingga 0,1 cm/jam pada 168 jam. Apabila bioswale ditempatkan pada JHJ seluas 100 m² dengan penutupan biopori cocopeat sekitar 20%-nya, kemudian terjadi satu hari hujan, dalam bioswale terdapat cadangan air sebagai reservoir mini sebanyak 5.000 liter, sehingga pengeluaran biaya penyiraman dapat dihemat Rp1.000.000.

Kata kunci: limpasan air hujan, bioswale, cocopeat, jalur hijau jalan, infrastruktur hijau.

ABSTRACT

The application of the green street lane (JHJ) is useful in reducing air pollution and increasing the area of green open space in urban areas. Among the problems in managing JHJ is the vegetation is not maintained until it dies due to drought during the dry season. An alternative solution is to apply green infrastructure, in the form of bioswale combined with cocopeat biopori. This study used an experimental method by modeling a glass box-shaped bioswale equipped with a biopore containing cocopeat. The aims of study are a). to know the ability of cocopeat to absorb water, b). to know the rate of infiltration of water in bioswale model, c). to know how much role cocopeat biopores play in bioswale in reducing the volume of water for JHJ watering which affects the efficiency of watering costs. Based on the reseach that cocopeat soaked for 24 hours in amounts of 50 and 75 grams could absorb of water up to 5 to 6 times its initial weight. The trial of cocopeat as a biopore filling and placed in bioswale, the highest average value of infiltration rate was 0.542 cm / hour at 24 hours, then decreased in value to 0.1 cm / hour at 168 hours. If the bioswale is placed on a JHJ and covers an area of 100 m² with a cocopeat biopore closure of about 20%, then on a rainy day, there is a water reserve as a mini reservoir volume 5,000 liters in the bioswale, saving budget Rp 1,000,000 in watering costs.

Keywords: surface runoff, bioswale, cocopeat, green road lane, green infrastructure.



PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur di Indonesia berbanding lurus dengan perkembangan penduduk terutama di kawasan perkotaan. Perkembangan penduduk yang pesat di kawasan perkotaan beriringan dengan alih fungsi lahan ruang terbuka hijau (RTH) menjadi permukiman, rumah sakit, tempat ibadah, industri, dan perkantoran. Perkembangan kawasan perkotaan akibat pengalihfungsian RTH secara masif berakibat pada penurunan daya dukung kawasan perkotaan dalam mempertahankan kualitas lingkungan hidup [1].

Pengalihfungsian RTH yang kurang tepat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan hidup. Di antaranya peningkatan limpasan air permukaan (*surface runoff*) akibat penurunan laju infiltrasi oleh tanah. Selain itu, peningkatan pencemaran udara yang ditimbulkan dari gas buang industri, permukiman, dan kendaraan juga mengakibatkan lingkungan hidup yang kurang sehat bagi manusia khususnya. Dengan berkurangnya RTH di kawasan perkotaan, adanya jalur hijau jalan (JHJ) sebagai salah satu tipe RTH publik mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan hidup. JHJ mempunyai peranan yang cukup besar bagi kawasan perkotaan sehingga dapat tercipta lingkungan yang asri dan seimbang.

Penerapan JHJ di kawasan perkotaan menggunakan jenis vegetasi yang tepat sehingga meningkatkan luasan RTH dan mengurangi tingkat pencemaran udara. Akan tetapi, keberadaan JHJ belum optimal dalam pemeliharaannya, seperti vegetasi tidak tumbuh dengan baik karena kurangnya penyiraman pada musim kemarau. Oleh karena itu, perlu suatu media tambahan untuk menyuplai kebutuhan air vegetasi JHJ terutama pada periode musim kemarau pendek dan untuk mengurangi limpasan air saat musim hujan. Salah satu upaya untuk menjawab permasalahan tersebut adalah penerapan *bioswale* yang dikombinasikan biopori *cocopeat*.

Teknologi bioswale merupakan suatu sistem yang dapat berfungsi menyerap dan membawa limpasan air hujan menuju ke saluran pembuangan air (drainase). *Bioswale* berbentuk cekungan landai yang ditanami vegetasi atau semak rumput yang lebat. *Bioswale* sering kali diterapkan di tempat parkir, median jalan, dan samping badan jalan dengan tujuan limpasan air hujan mengalir menuju bioswale sehingga tidak menimbulkan genangan. Limpasan air hujan yang masuk ke *bioswale* tidak langsung menuju ke

saluran pembuangan, melainkan air akan diserap oleh vegetasi JHJ. Vegetasi JHJ akan menyaring polutan dalam air dan menyerap air ke dalam tanah. Struktur bioswale didesain menggunakan tanah dan kerikil sehingga air hujan dapat terserap ke dalam tanah dengan cepat. Selain itu, bioswale dapat didesain dengan memberikan vegetasi terutama yang berakar dalam untuk mempercepat infiltrasi dan mengurangi penyiraman pada vegetasi [2].

Dari penelitian sebelumnya menunjukkan bioswale mampu mengurangi limpasan air hujan sebesar 99,4% dan mengurangi polutan sekitar 99% [3]. Kemudian untuk mengoptimalkan fungsi bioswale tersebut adalah aplikasi biopori dengan isian cocopeat. Biopori merupakan media lubang resapan yang berfungsi untuk mengurangi genangan air dengan cara meningkatkan daya resap air pada tanah [4]. Bahan isian biopori cocopeat mempunyai daya serap air tinggi sehingga mampu menyimpan banyak air dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan yang diserap oleh tanah [5]. Penggabungan biopori cocopeat pada bioswale dinilai efektif untuk membantu peningkatan ketersediaan air vegetasi JHJ pada musim kemarau pendek, sehingga biaya pemeliharaan penyiraman vegetasi JHJ dapat diminimalisasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah a). mengetahui kemampuan cocopeat dalam menyerap air, b). mengetahui laju infiltrasi air dalam model bioswale, c). mengetahui seberapa besar peran biopori cocopeat pada model bioswale dalam mengurangi volume air untuk penyiraman JHJ yang berpengaruh terhadap efisiensi biaya penyiraman.

METODE

Penelitian menggunakan metode eksperimental di laboratorium Hidrolika Politeknik Pekerjaan Umum, Semarang. Waktu pelaksanaan penelitian adalah 1 – 9 Oktober 2022. Kemudian untuk mengetahui kemampuan daya serap cocopeat dan laju infiltrasi pada *bioswale*, percobaan dilakukan dengan menggunakan model *bioswale* skala laboratorium. Percobaan dilaksanakan pada ruangan terlindungi hujan, tetapi cahaya matahari masih dapat masuk.

Peralatan

- *Beaker glass* berukuran 1000 mL;
- *Box* kaca sebagai prasarana penelitian;
- Pipa PVC diameter 1 inci;
- Solder;
- Pompa air;
- Saringan; dan

- Timbangan.

Bahan

- *Cocopeat* halus media tanam;
- Air sumur;
- Rumput;
- Tanah lempung; dan
- Kerikil diameter 3 – 4 cm.

Tahapan Penelitian

Secara umum penelitian ini dilakukan dengan menyusun rumusan masalah, penentuan metode penelitian, studi literatur, percobaan di laboratorium, dan beberapa pengujian, yaitu (Gambar 1).

uji properties tanah

Uji properties tanah adalah untuk mengetahui jenis dan karakteristik tanah yang digunakan dalam penelitian. Penentuan jenis tanah pada penelitian ini menggunakan metode USDA, sedangkan parameter lainnya yang diukur di antaranya kadar air, porositas.

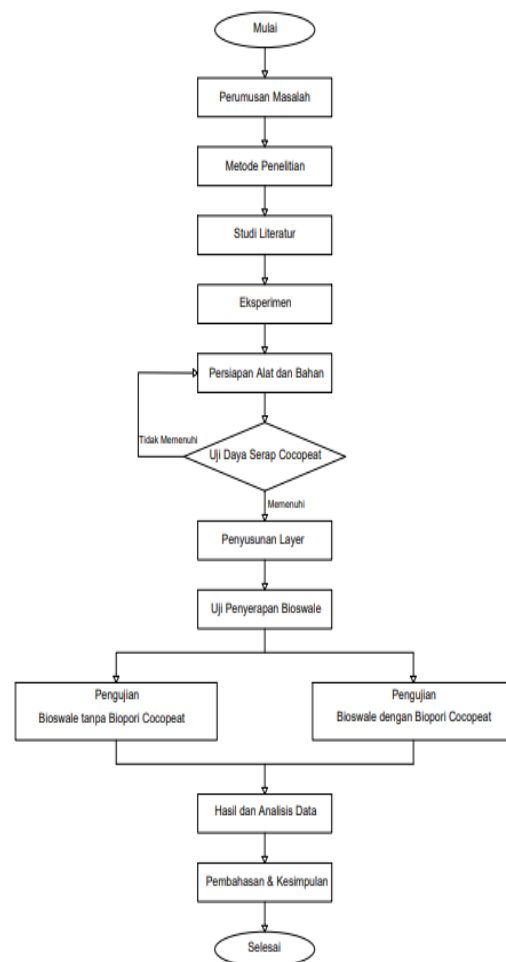
uji daya serap cocopeat

Uji penyerapan cocopeat bertujuan untuk mengetahui tingkat daya serap *cocopeat* terhadap air. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan berat *cocopeat* 50 gram dan 75 gram. Adapun prosedurnya adalah air dalam *beaker glass* sebanyak 1000 mL ditambahkan 50 gram atau 75 gram *cocopeat*, kemudian ditimbang beratnya. Diamkan selama 4, 8, 12, 16, 20, dan 24 jam pada suhu kamar. *Cocopeat* disaring dan ditimbang beratnya (*cocopeat* + *beaker glass*). Selisih antara berat awal *cocopeat* dan berat akhir adalah kemampuan penyerapan dari *cocopeat*.

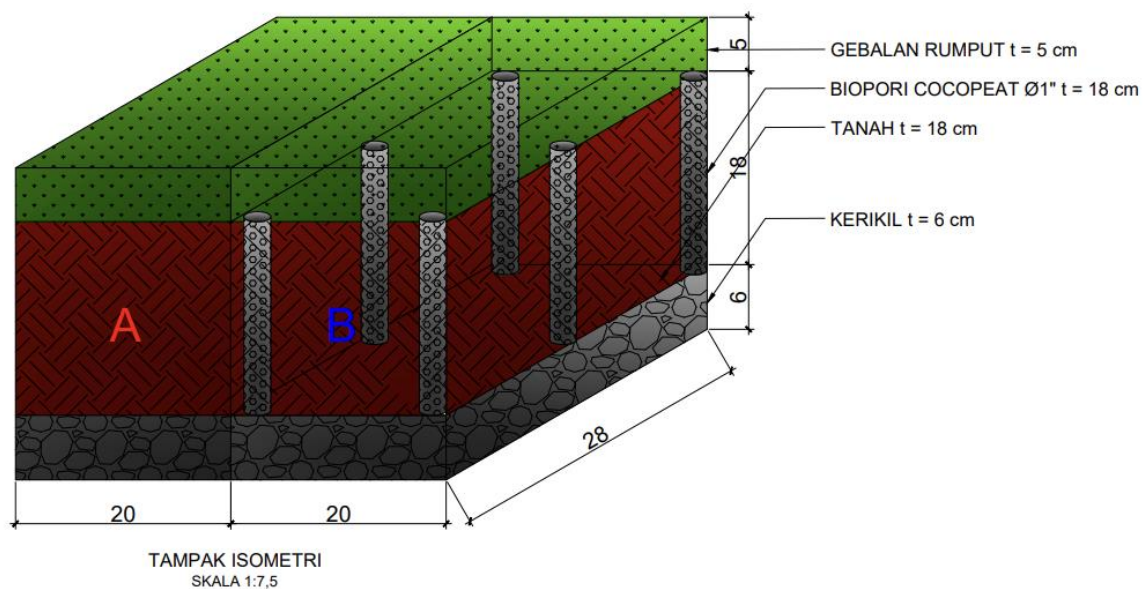
uji penyerapan bioswale (infiltrasi)

Uji infiltrasi bertujuan untuk mengetahui tingkat infiltrasi yang terjadi terhadap model *bioswale* tanpa biopori *cocopeat* dan model *bioswale* dengan biopori *cocopeat* (Gambar 2). Prosedur pengujian infiltrasi air pada model *bioswale* dengan dan tanpa biopori *cocopeat* adalah pertama-tama tanah dan kerikil dikeringkan dengan cara dioven dengan temperatur $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam [6]. Tempatkan lapisan kerikil di bagian bawah *bioswale*, tanah, dan bagian atasnya rumput pada model *bioswale* dengan dan

tanpa biopori *cocopeat*. Untuk model *bioswale* dengan biopori *cocopeat*, sebelum dimasukkan kerikil dan tanah, sebanyak 6 pipa biopori ditempatkan di sisi kanan *box* kaca (Bagian B) (Gambar 2). Kemudian, dialirkan air pada kedua sisi model *bioswale* tersebut hingga tinggi muka air berada pada lapisan rumput bagian akar dan diberikan tanda garis sebagai $t = 0$ hari. Pada $t = 0$ hari, volume air dihitung dengan perkalian tinggi muka air, panjang, dan lebar basah model *bioswale*. Penurunan lapisan air pada model *bioswale* diamati setiap hari selama 7 hari untuk mendapatkan volume air yang terserap oleh *bioswale*.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian



Keterangan:
 A = Bioswale tanpa Biopori Cocopeat
 B = Bioswale dengan Biopori Cocopeat

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 2 Model *Bioswale* Skala Laboratorium Tampak Isometri

Analisis Data

Untuk mengevaluasi data penyerapan air oleh biopori-cocopeat dan laju infiltrasi air oleh bioswale, pendekatan analisis statistiknya adalah regresi eksponensial, koefisien korelasi Pearson, dan koefisien determinasi. Perhitungan ketiga analisis statistika tersebut dibantu dengan pemrograman Microsoft Excel. Persamaan regresi eksponensial digunakan untuk menduga kurva sebaran data yang berbentuk non-linier. Nilai koefisien korelasi digunakan (r) untuk mengetahui kekuatan antara dua variabel (Tabel 1) [7]. Koefisien determinasi (r^2) digunakan untuk menginterpretasikan proporsi varian dalam satu variabel yang dapat dijelaskan oleh variabel lain [8].

Tabel 1 Nilai Koefisien Korelasi dan Interpretasinya

Nilai koefisien korelasi	Interpretasi
0,00 – 0,10	Korelasi diabaikan
0,10 – 0,39	Korelasi lemah
0,40 – 0,69	Korelasi sedang
0,70 – 0,89	Korelasi kuat
0,90 – 1,00	Korelasi sangat kuat

Sumber: [8]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan *Cocopeat* dalam Menyerap Air

Ketika air hujan yang turun dan melimpas di permukaan tanah mengakibatkan *surface runoff* dan perkolasi sehingga air tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh vegetasi di area hujan jatuh. Air larian tersebut akan mengalami infiltrasi ke dalam lapisan tanah. Akan tetapi, beberapa faktor lingkungan mempengaruhi proses infiltrasi, yaitu curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan.

Bioswale merupakan suatu sistem yang dapat berfungsi menyerap dan membawa limpasan air hujan menuju ke saluran pembuangan air (drainase). *Bioswale* berbentuk cekungan landai yang ditanami vegetasi atau semak rumput yang lebat. *Bioswale* sering kali diterapkan di tempat parkir, median jalan, dan samping badan jalan dengan tujuan limpasan air hujan mengalir menuju *bioswale* sehingga tidak menimbulkan genangan. Limpasan air hujan yang masuk ke *bioswale* tidak langsung menuju ke saluran pembuangan, melainkan air akan diserap oleh vegetasi [JH]. Vegetasi [JH] akan menyaring polutan dalam air dan menyerap air ke dalam tanah (Gambar 3) [2].



Sumber: [2]

Gambar 3 Skema *Bioswale* di Jalur Hijau Jalan (JHJ) di Kawasan Perkotaan

Struktur *bioswale* didesain menggunakan tanah dan kerikil sehingga air hujan dapat terserap ke dalam tanah dengan cepat. Selain itu, *bioswale* dapat didesain dengan memberikan vegetasi terutama yang berakar dalam untuk mempercepat infiltrasi dan mengurangi penyiraman pada vegetasi [2]. Dengan adanya *bioswale*, dimungkinkan penyiraman vegetasi JHJ hanya dilakukan saat musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan air vegetasi JHJ, sedangkan pada musim hujan dan musim kemarau pendek tidak diperlukan penyiraman. Pengaplikasian *bioswale* dapat memudahkan perawatan pada vegetasi JHJ karena menggunakan limpasan air hujan secara alami untuk menjaga vegetasi [9].

Selain dapat mengurangi limpasan air hujan, *bioswale* dapat menyerap limpasan air permukaan yang ada di sekitarnya sehingga membantu *recharge ground water*. *Bioswale* menyimpan limpasan air permukaan dari bangunan di sekitarnya yang dapat menimbulkan genangan [2]. *Bioswale* dapat dikombinasikan dengan media lain yang mempunyai daya serap tinggi terutama pada musim hujan lebat. Dengan demikian, limpasan air hujan dapat diserap ke dalam tanah dengan cepat dan tidak menimbulkan genangan.

Bioswale dapat direncanakan sebagai bagian dari JHJ yang mempunyai nilai estetika tinggi. Dalam hal pemeliharaan, *bioswale* sebaiknya dilakukan secara berkala terutama pada musim hujan yang lebat. Pemeliharaan *bioswale* tidak memerlukan biaya yang besar karena hanya menggunakan sedikit air dan tidak menggunakan pupuk. *Bioswale* dapat berfungsi secara optimal apabila diberikan pemeliharaan secara berkala [2].

Sabut kelapa (*coco fibre*) merupakan istilah lain dari mesocarp tebal atau kulit terluar kelapa (tempurung kelapa). Tempurung kelapa diolah dalam industri, kemudian menghasilkan banyak

serabut-serabut halus. Serabut halus yang dihaluskan disebut *cocopeat*. Serabut halus ini dikeringkan, dicetak berbentuk balok, dibungkus, dan dikirim untuk diperjualbelikan sebagai substrat organik pada media tanam [10].

Cocopeat banyak digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti media tanam yang berasal dari bahan organik karena jumlahnya yang melimpah di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi kelapa di Kalimantan Barat pada 2019 mencapai sebanyak 124 ton sabut kelapa setiap tahunnya [11]. Kandungan unsur dalam *cocopeat* terdiri dari kalium (K), fosfor (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), dan natrium (Na). Unsur kalium (K) pada *cocopeat* merupakan kandungan unsur yang paling banyak, yang mana unsur kalium (K) baik untuk pengganti lapisan atas tanah pada media tanam [12].

Absorban *Cocopeat* bersifat menyimpan dan mengikat unsur oksigen (O₂) dan air. Kemampuan *cocopeat* mampu menyimpan air karena sabut kelapa memiliki kandungan hidrofilik (penyuka air), yaitu lignin dan hemiselulosa tinggi yang sangat higroskopis (Tabel 2) [13].

Tabel 2 Kandungan Senyawa dalam *Cocopeat*

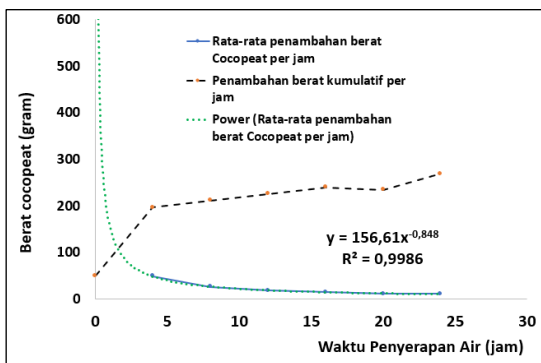
No.	Nama Kandungan Senyawa	Persentase (%)
1.	Total terlarut dalam air	26
2.	Pektin	14,20
3.	Hemiselulosa	8,50
4.	Lignin	29,20
5.	Selulosa	23,81

Sumber: Pandey et al., 2016

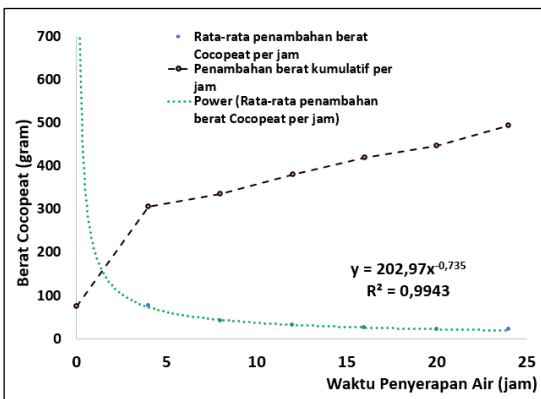
Cocopeat menciptakan aerasi melalui porositas sabut dan menyimpan kelembaban pada akar sehingga baik untuk media tanam. Nilai ruang porositas (*air space pore*) dalam *cocopeat* sebesar 94 – 96% yang mana kerusakan pada akar akibat terlalu lembab mampu dikurangi [14]. *Cocopeat* dapat digunakan sebagai bahan organik pengisi biopori karena *cocopeat* bersifat sebagai penyerap air (*water absorbant*) [5].

Untuk mengetahui daya serap *cocopeat* terhadap air, dilakukan uji coba skala laboratorium dengan penambahan air ke dalam wadah yang berisi *cocopeat* dan diamati selama 24 jam. Hasil uji ini dijadikan gambaran kemampuan penyerapan air oleh *cocopeat* sebagai pengisi biopori. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *cocopeat* dengan berat awal 50 gram menjadi 269,1 gram atau menyerap air sebanyak > 5 kali dari berat awalnya setelah perendaman selama 24 jam. Dalam 4 jam pertama, *cocopeat* dapat menyerap

air dan menambah berat akhirnya sebesar 197,10 gram, 8 jam diperoleh berat *cocopeat* 211,50 gram, 12 jam sebesar 225,90 gram, 16 jam sebesar 240,30 gram, 20 jam sebesar 251,10 gram, dan 24 jam sebesar 269,10 gram (Gambar 4). Demikian juga dengan percobaan awal 75 gram, *cocopeat* menjadi 493,4 gram atau menyerap air sebanyak > 6 kali dari berat awalnya setelah perendaman selama 24 jam (Gambar 5). Dengan demikian, *cocopeat* mempunyai karakteristik mampu menyimpan air atau sebagai material absorben yang baik. Semakin banyak *cocopeat* yang digunakan, berkorelasi dengan penambahan berat *cocopeat* yang semakin meningkat karena absorben *cocopeat* semakin banyak.



Gambar 4 Penambahan Berat Kumulatif dan Rata-Rata Penambahan Berat per Jam *Cocopeat* dengan Berat Awal 50 Gram Selama 24 Jam



Gambar 5 Penambahan Berat Kumulatif dan Rata-Rata Penambahan Berat per Jam *Cocopeat* dengan Berat Awal 75 Gram Selama 24 Jam

Pada awal perendaman dengan air selama 4 jam pertama, dua contoh *cocopeat* (50 gram dan 75 gram) menunjukkan penyerapan air tertinggi (grafik warna hijau). Kemudian grafik tersebut melandai hingga suatu saat akan terhenti karena *cocopeat* sudah jenuh. Fenomena penyerapan air tersebut ternyata mengikuti pola regresi non-linier. Selanjutnya, dilakukan analisis kecenderungan (*trend analysis*) terhadap data tersebut. Dengan bantuan pemrograman

Microsoft Excel, hubungan sebaran data berat *cocopeat* terhadap waktu penyerapan air, ternyata membentuk kurva regresi non-linier. Dari hasil analisis tersebut diperoleh persamaan regresi non-liniernya, yaitu:

a. Percobaan *cocopeat* 50 gram

$$Y_{(50\text{ g})} = 156,61 x^{(-0,848)} \dots\dots\dots (1)$$

di mana :

Y adalah rata-rata penambahan berat *cocopeat* per jam (gram)

X adalah waktu penyerapan air (jam)

(-)Tanda negatif dalam persamaan menunjukkan korelasi kedua variabel menurun secara numerik

b. Percobaan *cocopeat* 75 gram

$$Y_{(75\text{ g})} = 202,97 x^{(-0,735)} \dots\dots\dots (2)$$

di mana :

Y adalah rata-rata penambahan berat *cocopeat* per jam (gram)

X adalah waktu penyerapan air (jam)

(-)Tanda negatif dalam persamaan menunjukkan korelasi kedua variabel menurun secara numerik.

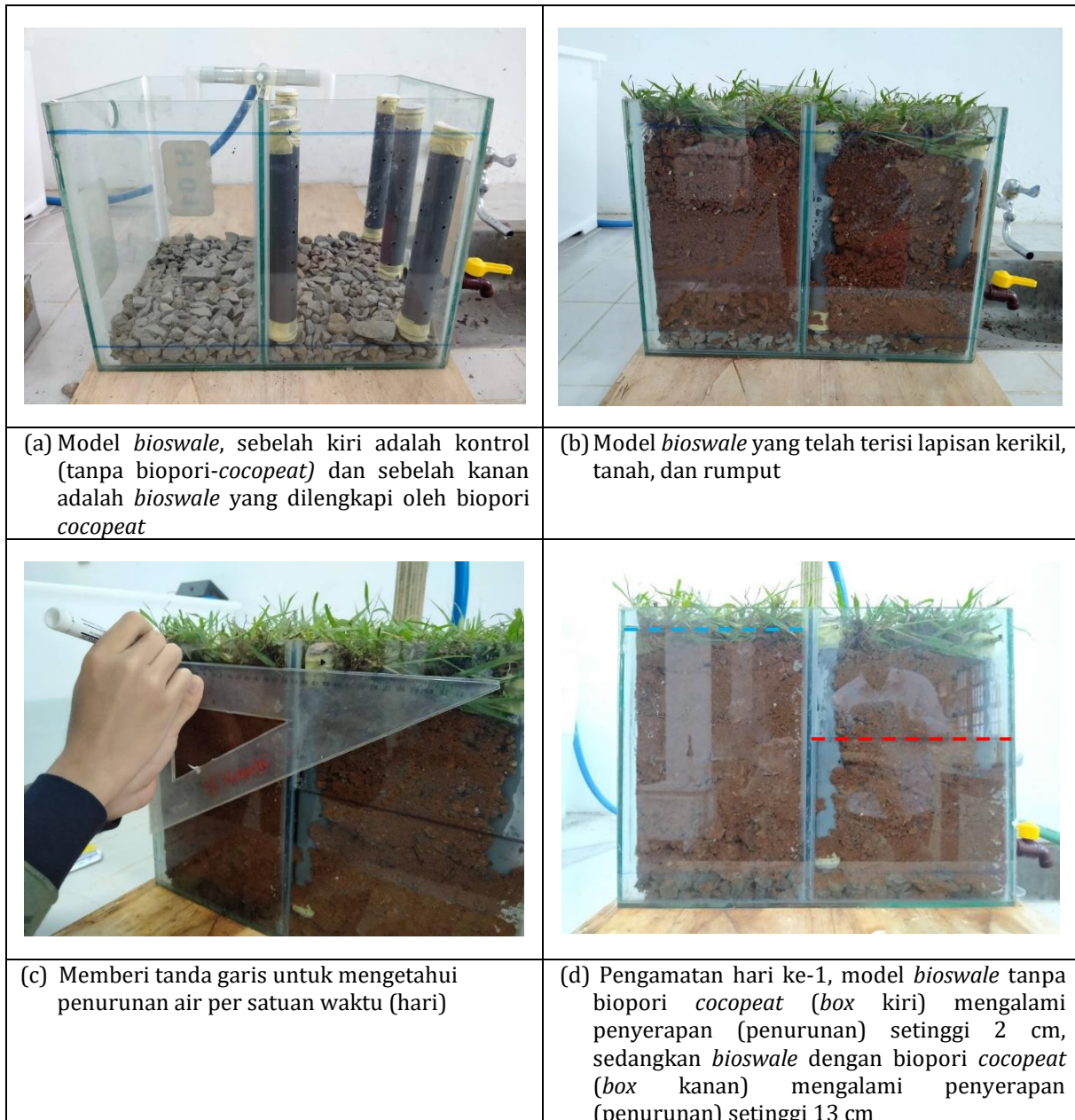
Selanjutnya, persamaan 1 dan 2 diuji signifikansinya dengan uji determinasi (r^2). Berdasarkan uji determinasi untuk persamaan regresi non-linier (persamaan 1), nilai koefisien determinasinya (r^2) yang diperoleh adalah 0,9986 maka sekitar 99,86 % data rata-rata penambahan berat *cocopeat* dapat dijelaskan oleh peningkatan waktu penyerapan air (Gambar 5). Untuk persamaan 2 dengan nilai koefisien determinasinya (r^2) yang diperoleh adalah 0,9943 maka sekitar 99,43 % data rata-rata penambahan berat *cocopeat* dapat dijelaskan oleh waktu penyerapan air (Gambar 6). Dengan demikian, persamaan 1 dan 2 dapat menjelaskan data hasil penelitian hubungan penambahan berat *cocopeat* dengan waktu penyerapan sebesar > 99%.

Kemudian, untuk mengetahui kekuatan hubungan antara faktor waktu penyerapan air oleh *cocopeat* terhadap peningkatan berat *cocopeat*, dilakukan pengujian nilai koefisien korelasinya untuk tiap persamaan. Berdasarkan perhitungan persamaan korelasi Pearson (r) untuk persamaan 1, ternyata faktor waktu penyerapan air terhadap peningkatan berat *cocopeat* menunjukkan nilai koefisien sebesar $r = 0,9995$. Kemudian untuk persamaan 2 koefisien korelasinya (r) sebesar 0,9972. Dengan nilai koefisien korelasi tersebut dapat dikatakan kekuatan hubungan antara kedua faktor adalah sangat kuat, karena berada pada rentang angka 0,90 sampai 1,00 [8].

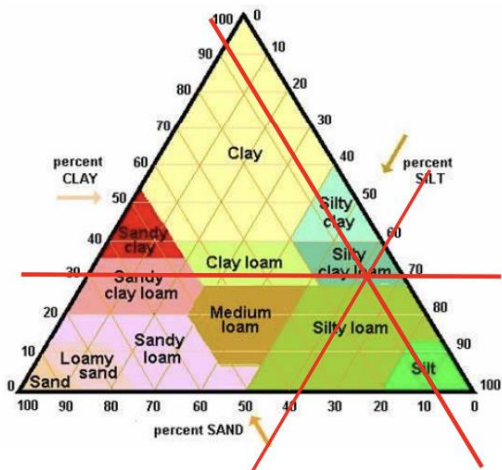
Laju Infiltrasi dalam *Bioswale*

Setelah mengetahui kelebihan dari absorban *cocopeat* dalam menyerap air, selanjutnya dilakukan uji coba penerapannya dalam suatu model *bioswale*. Dalam uji coba model tersebut disajikan dua macam *bioswale*, yaitu model *bioswale* yang dilengkapi dengan dan tanpa biopori *cocopeat* (Gambar 6). Dalam model tersebut digunakan dua ruang untuk menguji laju infiltrasi *bioswale* dengan dan tanpa biopori *cocopeat*. Berat *bioswale* yang terdistribusi

dalam 6 pipa PVC keseluruhannya adalah 81 gram. Susunan lapisan dalam model *bioswale*, paling bawah kerikil tebal 6 cm, tanah tebal 18 cm, dan rumput tebal 5 cm (Gambar 6-a dan 6-b). Selanjutnya untuk pengamatan laju infiltrasi dilakukan dengan memberikan tanda garis, baik sejak $t=0$ hari hingga $t = 7$ hari (Gambar 6-c dan 6-d). Untuk karakteristik tanah yang digunakan berdasarkan hasil analisis adalah tanah lempung liat berlumpur (Gambar 7) dengan kadar air 13,11% dan porositas 45,04% (Tabel 3).



Gambar 6 Model *Bioswale* yang Digunakan untuk Menguji Laju Infiltrasi Dengan dan Tanpa Biopori *Cocopeat*



Sumber: Hasil Analisis, 2021

Gambar 7 Klasifikasi Tanah Metode USDA

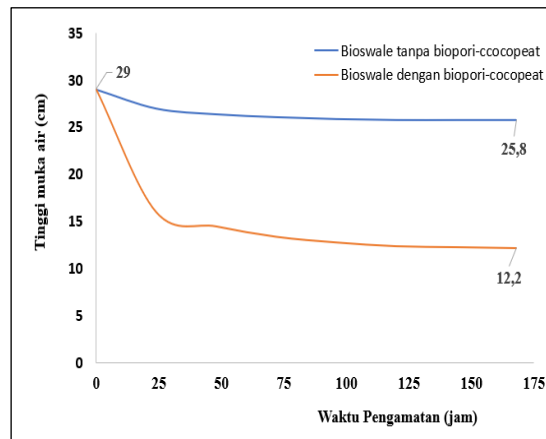
Tabel 3 Pengujian Properties Tanah

Water Content	Specific Gravity Of Solid	Unit weight γ	Dry Unit Weight γ_d	porosity (n)	Void Ratio (e)
(w)	(Gs)	gr/cm ³	gr/cm ³	%	
13.11	2.6716	1.6607	1.4682	45.04	0.8196

Dari hasil uji coba untuk mengetahui parameter penurunan tinggi muka air akibat infiltrasi pada bioswale dengan dan tanpa biopori-cocopeat, ternyata keduanya mampu menyerap air. Akan tetapi, bioswale dengan biopori cocopeat menunjukkan nilai penurunan tinggi muka air yang lebih cepat. Secara kumulatif penurunan muka air pada bioswale tanpa biopori cocopeat selama 7 hari mencapai 3,20 cm, sedangkan bioswale dengan biopori cocopeat mencapai 16,80 cm (Gambar 6). Proses penyerapan (infiltrasi) air dalam pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan bioswale dengan biopori cocopeat lebih banyak menyerap air. Dalam percobaan ini, penurunan tinggi muka air menunjukkan nilai > 5 kalinya dari bioswale tanpa biopori cocopeat.

Selanjutnya, data penurunan muka air tanah dihitung nilai rata-rata laju infiltrasi per jamnya, dengan membandingkan nilai penurunan muka air terhadap jumlah waktu penyerapan airnya. Untuk bioswale dengan biopori cocopeat, nilai rata-rata laju infiltrasi tertinggi sebesar 0,542 cm/jam terjadi pada 24 jam pertama, kemudian turun dan terus mengalami penurunan nilai hingga 0,1 cm/jam pada 168 jam atau 24 jam ketujuh (Gambar 8). Data nilai rata-rata laju infiltrasi, ternyata mengikuti pola regresi non-linier. Demikian juga untuk bioswale tanpa biopori cocopeat mengikuti pola yang sama, tetapi nilai rata-rata laju infiltrasinya lebih

rendah. Tercatat nilai rata-rata laju infiltrasi tertinggi sebesar 0,083 cm/jam terjadi pada 24 jam pertama, kemudian melandai turun nilainya hingga 0,019 cm/jam pada 168 jam atau 24 jam ketujuh (Gambar 8). Nilai rata-rata laju infiltrasi air dalam model bioswale dengan biopori cocopeat pada 24 jam pertama menunjukkan nilai > 6 kalinya dari nilai rata-rata laju infiltrasi bioswale tanpa biopori cocopeat.



Gambar 8 Penurunan Tinggi Muka Air dalam Bioswale Dengan dan Tanpa Biopori Cocopeat Terhadap Waktu Pengamatan

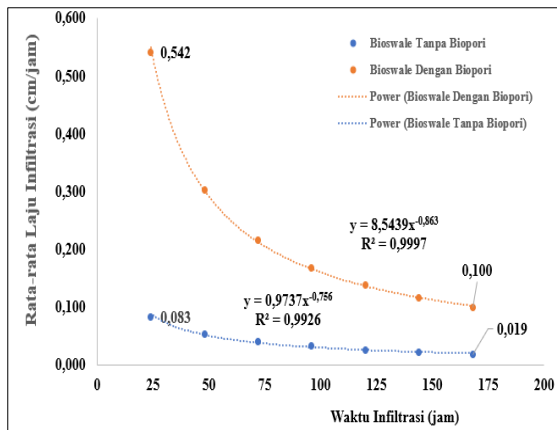
Berdasarkan analisis kecenderungan data rata-rata laju infiltrasi terhadap peningkatan waktu infiltrasinya pada bioswale dengan dan tanpa biopori cocopeat, ternyata keduanya membentuk kurva regresi non-linier (Gambar 9). Persamaan regresi non-liniernya, yaitu:

a. Bioswale tanpa biopori cocopeat (BTBC)
 $Y_{(BTBC)} = 0,9737 x^{(-0,756)}$ (3)
 di mana :

Y adalah rata-rata laju infiltrasi (cm per jam)
 X adalah waktu infiltrasi air (jam)
 (-)Tanda negatif dalam persamaan menunjukkan korelasi kedua variabel menurun secara numerik

b. Bioswale dengan biopori cocopeat (BDBC)
 $Y_{(BDBC)} = 8,5439 x^{(-0,863)}$ (4)
 di mana :

Y adalah rata-rata laju infiltrasi (cm per jam)
 X adalah waktu infiltrasi air (jam)
 (-)Tanda negatif dalam persamaan menunjukkan korelasi kedua variabel menurun secara numerik.



Gambar 9 Nilai Rata-Rata Laju Infiltrasi Air dalam *Bioswale* Dengan dan Tanpa Biopori *Cocopeat* Terhadap Waktu Infiltrasi

Untuk mengetahui hubungan rata-rata laju infiltrasi dalam *bioswale* dengan peningkatan waktu infiltrasinya, dilakukan uji determinasi (r^2) terhadap persamaan 3 dan 4. Pada persamaan 3, koefisien determinasinya adalah 0,9926 berarti sekitar 99,26 % data laju infiltrasinya dapat dijelaskan oleh peningkatan waktu infiltrasinya. Demikian juga untuk persamaan 4, koefisien determinasinya adalah 0,9997 berarti sekitar 99,97 % data laju infiltrasinya dapat dijelaskan oleh peningkatan waktu infiltrasinya juga. Dengan demikian, persamaan 3 dan 4 dapat menjelaskan data hasil penelitian hubungan antara nilai rata-rata laju infiltrasi dalam *bioswale* dengan peningkatan waktu infiltrasi sebesar > 99%.

Kemudian, untuk mengetahui kekuatan hubungan antara faktor peningkatan waktu infiltrasi dalam model *bioswale* terhadap nilai rata-rata laju infiltrasinya, dilakukan pengujian nilai koefisien korelasinya untuk tiap persamaan. Berdasarkan perhitungan persamaan korelasi Pearson (r) untuk persamaan 3, ternyata faktor peningkatan waktu infiltrasi air terhadap nilai rata-rata laju infiltrasi menunjukkan nilai koefisien sebesar $r = 0,9962$. Kemudian, untuk persamaan 2 koefisien korelasinya (r) sebesar 0,9998. Dengan nilai koefisien korelasi tersebut, dapat dikatakan kekuatan hubungan antara kedua faktor adalah sangat kuat karena berada pada rentang angka 0,90 sampai 1,00 [8].

Bioswale-Cocopeat Tempat Cadangan Air untuk Vegetasi Jalur Hijau Jalan

Keberadaan *bioswale* dirancang untuk mengalirkan limpasan air permukaan melalui proses infiltrasi. Limpasan air hujan yang masuk ke *bioswale* tidak langsung menuju ke saluran pembuangan, melainkan air akan diserap oleh vegetasi JH]. Vegetasi JH] akan menyaring polutan

dalam air dan menyerap air ke dalam tanah. Penggunaan biopori *cocopeat* dalam *bioswale* dapat berfungsi dalam mengurangi limpasan air permukaan dan sebagai cadangan air vegetasi JH] pada musim kemarau pendek.

Untuk menjaga vegetasi dalam *bioswale*, tentunya perlu dilakukan pemeliharaan berupa penyiraman rutin khususnya pada musim kemarau dan hujan. Berdasarkan informasi dari Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Semarang, Jawa Tengah, penyiraman vegetasi JH] dilakukan selama dua hari sekali pada musim kemarau dan tiga hari sekali pada musim hujan. Penyiraman luas JH] seluas 100 m² membutuhkan satu tangki siram berkapasitas 5.000 liter dengan biaya sebesar Rp1.000.000.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, absorben *cocopeat* dapat menyerap air sebanyak 5 hingga 6 kali dari berat awalnya. Apabila diterapkan dalam *bioswale* dengan luas JH] 100 m² dan misalnya persentase penutupan biopori *cocopeat* yang ditempatkan seluas 20% tersebar merata, maka membutuhkan pipa biopori sebanyak 7 buah per m². Pipa biopori yang digunakan berdiameter 20 cm (8 inci) dengan tinggi 60 cm sesuai kriteria biopori untuk resapan air [15]. Kemudian jenis tanah yang digunakan adalah tanah lempung liat berlumpur kadar air sebesar 13,11%, maka bila terjadi satu kali hari hujan, *bioswale* memiliki cadangan air sebanyak 20% luasan biopori x 5.000 liter x 5 (kemampuan penyerapan air) = 5.000 liter. Artinya dalam *bioswale* tersebut terdapat cadangan air sebanyak 5.000 liter. Kemudian apabila hari berikutnya tidak turun hujan, maka satu kali penyiraman selanjutnya tidak perlu dilakukan karena terdapat cadangan air dalam *cocopeat* sebesar 5.000 liter tersebut. Dengan demikian, biaya pengeluaran penyiraman dapat dihemat sebesar Rp1.000.000. Begitu pula selanjutnya, bilamana persentase penutupan biopori tersebut lebih luas lagi, maka cadangan air dalam biopori *cocopeat* akan lebih banyak lagi, sehingga biaya penyiraman lebih hemat lagi.

KESIMPULAN

Jenis tanah yang digunakan berdasarkan uji *properties* tanah yang dilakukan adalah tanah lempung liat berlumpur. Percobaan berat awal *cocopeat* sebesar 50 dan 75 gram, direndam selama 24 jam, ternyata *cocopeat* mampu menyerap air sebanyak 5 hingga 6 kali dari berat awalnya. Dengan demikian, *cocopeat* mempunyai karakteristik mampu menyimpan air atau sebagai material absorben yang baik. Semakin banyak *cocopeat* yang digunakan, berkorelasi dengan penambahan berat *cocopeat* yang

semakin meningkat karena absorben *cocopeat* semakin banyak.

Uji coba *cocopeat* sebagai isian biopori dan ditempatkan dalam *bioswale*, tercatat nilai rata-rata laju infiltrasi tertinggi sebesar 0,542 cm/jam adalah pada 24 jam pertama, kemudian turun dan terus mengalami penurunan nilai hingga 0,1 cm/jam pada 168 jam atau 24 jam ketujuh. Akan tetapi, *bioswale* tanpa biopori *cocopeat* nilai rata-rata laju infiltrasi tertinggi hanya 0,083 cm/jam terjadi pada 24 jam pertama, kemudian melandai turun nilainya hingga 0,019 cm/jam pada 168 jam atau 24 jam ketujuh.

Apabila *bioswale* ditempatkan pada JHJ seluas 100 m² dengan penutupan biopori *cocopeat* yang ditempatkan seluas 20% tersebar merata, maka dibutuhkan pipa biopori berdiameter 20 cm (8 inci) dengan tinggi 60 cm sebanyak 7 buah per m². Kemudian bila terjadi satu kali hari hujan, maka dalam *bioswale* terdapat cadangan air sebagai *reservoir* mini sebanyak 20% luasan biopori x 5.000 liter (kebutuhan penyiraman rutin) x 5 (kemampuan penyerapan air) = 5.000 liter. Dengan demikian, biaya pengeluaran penyiraman dapat dihemat sebesar Rp1.000.000. Biaya penyiaraman dapat dihemat lebih besar lagi dengan penambahan persentase penutupan biopori *cocopeat*. Bilamana persentase penutupan biopori tersebut lebih luas lagi, maka cadangan air dalam biopori *cocopeat* akan lebih banyak lagi, sehingga biaya penyiraman lebih hemat lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air, Politeknik Pekerjaan Umum atas kesempatannya tim Banyu Nararya untuk melakukan penelitian ini dalam rangka Kompetisi Bangunan Air Indonesia yang diselenggarakan oleh Departemen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Tahun 2022 dan Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Semarang, Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Y. Kim and B. H. S. Kim, "The Effect of Urban Green Infrastructure on Disaster Mitigation in Korea," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 9, no. 6, Jun. 2017, doi: 10.3390/su9061026.
- [2] M. Dinić-Branković, P. Mitković, I. Bogdanović-Protić, M. Igić, and J. Đekić, "Bioswales as Elements of Green

Infrastructure-Foreign Practice and Possibilities of Use in the District of the City of Nis, Serbia," Serbia, Nov. 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/335219312>

- [3] Q. Xiao, E. Gregory McPherson, Q. Zhang, X. Ge, and R. Dahlgren, "Performance of Two Bioswales on Urban Runoff Management," *Infrastructures (Basel)*, vol. 2, no. 4, Sep. 2017, doi: 10.3390/infrastructures2040012.
- [4] M. al Dianty, R. Arbaningrum, and Khalisa Shafira, "Pemanfaatan Lubang Resapan Biopori Sebagai Alih Fungsi Lahan dan Upaya Mitigasi Banjir," *Jurnal Pengabdian Dharma Laksana Mengabdikan untuk Negeri*, vol. 4, no. 2, pp. 209–217, Jan. 2022.
- [5] V. Cahyaningsih, "Respon Pertumbuhan Bibit Dengan (Dillenia serrata Turb) Terhadap Pemberian Media Tanam Cocopeat di PT Vale Indonesia TBK," Makassar, 2018.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, Ed., *SNI 1971:2011 Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan*. Jakarta, 2011. Accessed: Jan. 19, 2023. [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [7] R. E. Walpole, *Pengantar Statistik*. Jakarta: Penerbit Gramedia, 1995.
- [8] P. Schober, C. Boer, and L. A. Schwarte, "Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation," *International Anesthesia Research Society*, vol. 126, no. 5, pp. 1763–1768, 2018, doi: 0.1213/ANE.0000000000002864.
- [9] A. Khoerani, R. D. R. B. Prayogo, and R. R. Sari, "Perancangan Bioswale sebagai Jalur Hijau Jalan Studi Kasus Jalan Soekarno Hatta, Kota Bandung," *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Jul. 2022.
- [10] J. A. Pascual *et al.*, "Organic Substrate for Transplant Production in Organic Nurseries. A Review," *Agron Sustain Dev*, vol. 38, no. 3, Jun. 2018, doi: 10.1007/s13593-018-0508-4.
- [11] W. Shafira, A. A. Akbar, and O. Saziati, "Penggunaan Cocopeat Sebagai Pengganti Topsoil dalam Upaya Perbaikan Kualitas Lingkungan di Lahan Pascatambang di

- Desa Toba, Kabupaten Sanggau," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 19, no. 2, pp. 432–443, Aug. 2021, doi: 10.14710/jil.19.2.432-443.
- [12] A. N. Cahyo, I. S. Nugraha, and R. Ardika, "Cocopeat as Soil Substitute Media for Rubber (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) Planting Material," *J Trop Crop Sci*, vol. 6, no. 1, pp. 24–29, Feb. 2019, [Online]. Available: www.j-tropical-crops.com
- [13] M. R. Pandey, S. Pokharel, N. K. Karn, and J. C, "Water Absorption Study of the Coconut Coir Fibre After Surface Modification by Different Chemicals for Varied Duration," Karnataka, 2016.
- [14] M. V. Krishnapillai, S. Young-Uhk, J. B. Friday, and D. L. Haase, "Locally Produced Cocopeat Growing Media for Container Plant Production," vol. 63, no. 1, pp. 29–38, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/343514841>
- [15] W. Suhedi, "Cara Membuat Biopori untuk Resapan Air dan Mengatasi Banjir," Mar. 02, 2018. <https://sda.pu.go.id/balai/bwssulawesi2/cara-membuat-biopori/> (accessed Jan. 19, 2023).