

# Kapasitas Penjerapan Polutan Partikel pada Tanaman *Spathodea campanulata*, *Swietenia mahagoni*, & *Maniltoa grandiflora*

Ray March Syahadat<sup>1</sup>, Moh. Sanjiva Refi Hasibuan<sup>2</sup>, Siti Novianti Lufilah<sup>3</sup>, Miftahul Jannah<sup>4</sup>, Erlinda Faradilla<sup>5</sup>, Hafni Dewi<sup>6</sup>, Nizar Nasrullah<sup>7</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Arsitektur Lanskap, Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jl. Moh. Kahfi II Kampus Bhumi Srengseng Indah ISTN Jakarta Selatan

<sup>3,5,6</sup>Program Studi Arsitektur Lanskap, Sekolah Pascasarjana IPB  
Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, 16680

<sup>4</sup>Kulliyah of Architecture and Environment Design, International Islamic University of Malaysia  
Jalan Gombak, Kuala Lumpur, P.O. Box 10, 50728 Kuala Lumpur

<sup>7</sup>Departemen Arsitektur Lanskap, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, 16680

E-mail: ray.arl@istn.ac.id<sup>1</sup>, refi.arl@istn.ac.id<sup>2</sup>, noviantilufilah@gmail.com<sup>3</sup>,  
jannah.2719@gmail.com<sup>4</sup>, erlindafaradilla@gmail.com<sup>5</sup>, haydi\_7y2q@yahoo.com<sup>6</sup>,  
nizarnasrullah@yahoo.com<sup>7</sup>

## ABSTRAK

Polusi udara tetap menjadi isu penting dan menarik saat ini karena kebutuhan akan udara bersih adalah kebutuhan bagi seluruh makhluk di bumi. Penelitian mengenai tanaman dan polutan telah banyak dilakukan tetapi lebih banyak membahas polutan berbentuk gas. Padahal, polutan tidak hanya berbentuk gas tetapi juga padatan atau partikel seperti misalnya debu, asap sisa pembakaran, bahkan timbal atau Pb. Polutan tersebut sama berbahayanya untuk kesehatan dan lingkungan. Meskipun demikian telah ada beberapa penelitian yang mencoba membandingkan kapasitas dan efektivitas suatu spesies tanaman dalam menjerap polutan debu. *Spathodea campanulata* dilaporkan memiliki kapasitas penjerapan yang baik dalam menjerap partikel. Artikel ini mencoba untuk melengkapi informasi spesies yang berpotensi dalam menjerap polutan berbentuk partikel. Tujuan dari artikel ini membandingkan kapasitas jerapan polutan partikel pada tiga tanaman yaitu *Spathodea campanulata*, *Swietenia mahagoni*, dan *Maniltoa grandiflora* serta efektivitasnya dalam *green belt*. Teknik pengambilan data daun dilakukan secara purposif dan dilakukan beberapa perhitungan untuk melihat kapasitas jerapan masing-masing spesies dan efektivitas *green belt*. Hasil yang diperoleh *Swietenia mahagoni*, merupakan spesies yang unggul dalam menjerap polutan berupa partikel, disusul oleh *Spathodea campanulata*, dan *Maniltoa grandiflora*.

**Kata kunci :** efektivitas *green belt*, *green belt*, kapasitas jerapan, polusi udara, tanaman penjerap polutan

## ABSTRACT

*Air pollution remains an important and interesting issue because the need for clean air is a necessity for all creatures on earth. Research on plants and pollutants has been widely carried out but more discussing gaseous pollutants. In fact, pollutants are not only in the form of gases but also solids such as dust particles, smoke from combustion, even lead or Pb. These pollutants are equally dangerous for health and the environment. Nevertheless there have been several studies that have tried to compare the capacity and effectiveness of a plant species in absorbing dust pollutants. Spathodea campanulata was reported to have good absorption capacity in absorbing particles. This article tries to enrich the information of species that*

have the potential to absorb particulate pollutants. The purpose of this article was to compared particle pollutant sorption capacities in three plants namely *Spathodea campanulata*, *Swietenia mahagoni*, and *Maniltoa grandiflora* and their effectiveness in green belts. The leaf data collection technique was carried out purposively and some calculations were performed to see the absorption capacity of each species and the effectiveness of the green belt. The results showed that *Swietenia mahagoni*, is a good species in absorbing pollutant particles, followed by *Spathodea campanulata*, and *Maniltoa grandiflora*.

**Keywords :** air pollution, effectiveness of green belt, green belt, pollutant absorbent plants, sorption capacity

## 1. PENDAHULUAN

Vegetasi merupakan komponen ekosistem yang berfungsi sebagai penggerak aktivitas seluruh komponen ekosistem. Keberadaannya terutama di daerah perkotaan sangat penting dalam memperbaiki kualitas lingkungan karena kemampuan fisiologis dan ekologis yang dimilikinya. Tumbuhan dan tanaman merupakan dua terminologi yang beda. Tumbuhan ialah vegetasi yang tumbuh dengan sendirinya sedangkan tanaman merupakan vegetasi yang sengaja dibudidayakan untuk tujuan tertentu.

Jalur hijau jalan (*green belt*) merupakan salah satu bentuk hutan kota yang banyak dikembangkan di Indonesia. Menurut UU No. 26 Tahun 2007, hutan kota merupakan hamparan hijau dengan luas tertentu di perkotaan, berjarak rapat, perakaran dalam, tajuk bebas, dan membentuk sistem ekologi mikro karena terbentuk lebih dari satu tingkatan strata. Dahlan (2004) menyatakan bahwa hutan kota sendiri memiliki manfaat baik kayu, nonkayu, dan jasa lingkungan. Manfaat jasa lingkungan dapat berupa keindahan atau estetika dan udara bersih bagi masyarakat sekitar.

Berbicara mengenai udara bersih erat kaitannya dengan polutan. Polutan sendiri yaitu partikel baik padat, cair, maupun gas yang bersifat mencemari. Partikel padat dapat berupa debu maupun timbal atau Pb. Tanaman dengan ciri tertentu dapat menyerap partikel debu seperti tanaman-tanaman yang memiliki ciri memiliki daun tebal, memiliki trikوماتa, dan juga lapisan lilin (Nurhasanah, *et al.*, 2017).

Penelitian yang dilakukan Sutrisno *et al.* (2020) menyatakan bahwa tanaman *Spathodea camapnulata* memiliki kapasitas jerapan debu yang lebih baik dari *Calophyllum inophyllum*. Informasi tersebut merupakan informasi yang baik untuk itu perlu dilakukan penelitian lagi terhadap jenis tanaman yang

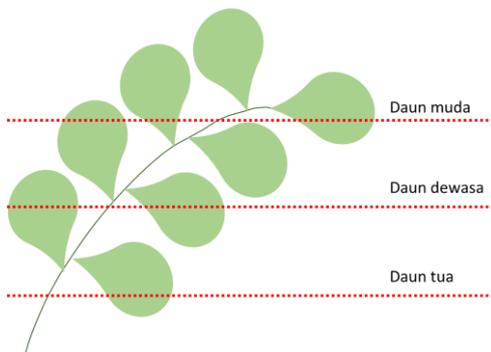
lebih beragam. Selanjutnya penelitian sejenis yang dilakukan Hakim *et al.*, (2017) tidak mampu menjelaskan lebih detail jenis tanaman yang efektif dalam penyerapan partikel. Dengan demikian, artikel ini bertujuan untuk membandingkan kapasitas jerapan polutan partikel pada tiga tanaman yaitu *Spathodea campanulata*, *Swietenia mahagoni*, dan *Maniltoa grandiflora* serta efektivitasnya dalam *green belt*.

## 1. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Arboretum Lanskap IPB. Ketiga spesies tanaman *Spathodea campanulata*, *Swietenia mahagoni*, dan *Maniltoa grandiflora* dipilih secara purposif. Cara dengan memilih tanaman yang berada di sisi terluar arboretum yang berbatasan langsung dengan jalan raya. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel daun yang diulang sebanyak dua kali pada masing-masing spesies dengan bantuan *prunner* dan meteran. Sampel daun memiliki kriteria 3 m dari atas permukaan tanah dan merupakan daun dewasa. Daun dewasa yaitu daun yang terletak tidak terlalu berada di ujung tetapi tidak terlalu di pangkal cabang/ranting (Gambar 1). Alasan penggunaan daun dewasa karena daun muda memiliki resiko belum berkembang dengan sempurna sedangkan daun tua beresiko sudah mengalami penurunan kapasitas karena rentan rusak dan tidak berkembang lagi. Daun kemudian ditimbang dan dicuci dengan aquades dalam gelas beaker yang sebelumnya juga ditimbang. Setelah dicuci, gelas beaker berisi air cucian daun dikeringkan dalam oven dengan suhu 80°C hingga air habis atau selama lebih kurang 24 jam. Setelah itu penimbangan gelas beaker kembali dilakukan.

Selain pengambilan sampel daun, juga dilakukan pengambilan sampel jumlah kendaraan yang melintasi petak sampel arboretum yakni sebesar 100x20 m<sup>2</sup> selama 15

menit. Jumlah kendaraan dibedakan berdasarkan bahan bakar yang digunakan yaitu bensin dan solar. Standar emisi yang digunakan menggunakan standar yang digunakan Hakim *et al.* (2017), yakni dari setiap unit kendaraan berbahan bakar solar mengeluarkan emisi sebesar 1,28 g/km dan emisi yang dikeluarkan dari setiap unit kendaraan berbahan bakar bensin sebesar 0,22 g/km.



Gambar 1. Ilustrasi posisi daun dewasa

Adapun formula-formula yang digunakan dalam artikel ini sebagai berikut:

Luas daun

$$LD = \frac{LD1 \times BD}{BD1}$$

Keterangan

- LD : luas daun (cm<sup>2</sup>)
- BD : bobot daun (g)
- LD1 : luas daun 1x1 (cm<sup>2</sup>)
- BD1 : bobot daun 1x1 (g)

Kapasitas daun menjerap debu

$$Y = \frac{(BB + D) - (BBA)}{LD}$$

Keterangan

- Y : kapasitas daun menjerap debu (g/cm<sup>2</sup>)
- BB : bobot beaker (g)
- BBA: bobot beaker awal (g)
- D : bobot debu (g)
- LD : luas daun (cm<sup>2</sup>)

Luas tajuk tanaman

$$L = \frac{4}{3}\pi r^2$$

Keterangan

- L : luas tajuk (m<sup>2</sup>)
- $\pi$  : 3,14
- r<sup>2</sup> : jari-jari tajuk (m)

Luas tajuk green belt

$$G = JP \times (PXL)$$

Keterangan

- G : luas tajuk green belt (m<sup>2</sup>)
- JP : Jumlah pohon
- P : bagian tanaman yang masuk dalam green belt (m<sup>2</sup>)
- L : luas satu tajuk (m<sup>2</sup>)

Emisi kendaraan

$$E = \left( VB \times \frac{EP}{KB} \right) + \left( VD \times \frac{EP}{KD} \right)$$

Keterangan

- E : emisi (g/km/kendaraan)
- VB : volume kendaraan bensin
- VD : volume kendaraan diesel
- EP : emisi partikel
- KB : 1 kendaraan bensin
- KD : 1 kendaraan diesel

Efektivitas green belt

$$EGB = \left( \frac{JV}{E} \right) \times 100\%$$

Keterangan

- EGB : efektivitas green belt (%)
- JV : jumlah vegetasi pada 100x20 m<sup>2</sup>
- E : total emisi

**2. LANDASAN TEORI**

**Polutan**

Secara terminologi polusi dan polutan merupakan dua hal yang berbeda. Polusi merupakan keadaan turunnya kualitas lingkungan akibat dari pencemaran. Pencemaran ini disebabkan oleh polutan yang dapat berupa padatan, cairan, maupun gas. Dengan kata lain, polutan merupakan bahan pencemar.

Polusi udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang menjadi perhatian belakangan ini. Buruknya kualitas

udara dapat mengakibatkan masalah kesehatan seperti iritasi, parkinson, kanker, gangguan pernapasan, jantung, bahkan dapat menyebabkan kematian seperti yang dilaporkan oleh beberapa penelitian sebelumnya (Lin, 2017; Liu *et al.*, 2016a; Liu *et al.*, 2016b). Selain itu, secara langsung polusi juga menciptakan ketidaknyamanan dalam beraktivitas (Dwiputri *et al.*, 2018; Basri 2009).

### Green Belt

*Green belt* merupakan agen pertama yang berfungsi sebagai pereduksi partikel timbal yang diemisikan oleh kendaraan bermotor. Oleh karena itu, perannya sangat penting sebagai penyangga untuk wilayah yang ada di sekitarnya. Kemampuan jalur hijau dalam mereduksi partikel timbal diduga dipengaruhi oleh strukturnya. Struktur jalur hijau merupakan susunan spasial dan karakteristik vegetasi hubungannya dengan obyek yang lain (seperti bangunan) dalam wilayah perkotaan (Nowak *et al.* 2002; Nowak *et al.* 2006).

Peran suatu jalur hijau jalan sebagai penghalang penyebaran polutan udara terutama partikulat dipengaruhi oleh struktur dan karakteristik tanaman penyusunnya serta kondisi lingkungan. Tanaman mempunyai kemampuan dalam menjerap partikulat, sehingga dapat mengurangi konsentrasi partikulat udara ambien. Faktor tanaman yang diduga mempengaruhi besarnya penjerapan partikulat adalah sifat permukaan daun, bentuk percabangan dan kerapatan tajuk tanaman. Faktor lingkungan yang mempengaruhi besarnya jerapan oleh tanaman adalah arah dan kecepatan angin, konsentrasi emisi dari kendaraan bermotor dan jarak dari sumber emisi, serta lamanya pemaparan daun terhadap polutan (Hermawan 2011). Untuk itu pemilihan vegetasi dalam perencanaan *green belt* merupakan hal yang wajib untuk dipahami (Susanto dan Komarawidjaja, 2018; Damanik, 2014)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kapasitas Tanaman Menjerap Debu

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1, terlihat bahwa sampel daun dari spesies yang berbeda mampu menjerap polutan pada konsentrasi yang berbeda pula. Sebagai contohnya, pada spesies *Swietenia mahagoni*, kedua ulangan memiliki luas daun yang sama,

namun pada ulangan 1 terdapat 0,118 mg polutan dan pada ulangan 2 terdapat 0,067 mg polutan, sehingga saat dirata-ratakan terdapat 0,093 mg polutan. Hal yang sama juga terlihat pada kedua spesies lainnya. Pada spesies *Spathodea campanulata*, ulangan 1 menunjukkan bahwa daun seluas 0,006 m<sup>2</sup> mampu menjerap partikel sebanyak 0,038 mg, sedangkan pada ulangan 2, daun seluas 0,002 m<sup>2</sup> mampu menjerap partikel sebanyak 0,097 mg. Jika dirata-ratakan, maka daun spesies *Spathodea campanulata* seluas 0,004 m<sup>2</sup> mampu menjerap partikel sebanyak 0,067 mg. Selanjutnya, ulangan 1 pada spesies *Maniltoa grandiflora* menunjukkan bahwa daun seluas 0,001 m<sup>2</sup> mampu menjerap partikel sebanyak 0,016 mg, sedangkan ulangan 2 menunjukkan daun seluas 0,012 m<sup>2</sup> mampu menjerap partikel sebanyak 0,031 mg. Setelah dirata-ratakan, maka diperoleh data bahwa daun spesies *Maniltoa grandiflora* seluas 0,007 m<sup>2</sup> mampu menjerap partikel sebanyak 0,024 mg.

Tabel 1. Bobot polutan dan luas daun

Spesies	Ulangan	Polutan (mg)	Luas Daun (m <sup>2</sup> )
SM	1	0,118	0,001
	2	0,067	0,001
	Rataan	0,093	0,001
SC	1	0,038	0,006
	2	0,097	0,002
	Rataan	0,067	0,004
MG	1	0,016	0,001
	2	0,031	0,012
	Rataan	0,024	0,007

Keterangan: SM (*Swietenia mahagoni*), SC (*Spathodea campanulata*), MP (*Maniltoa grandiflora*)

Pada percobaan pengukuran kapasitas jerapan polutan ini, faktor pembeda yang diutamakan adalah jenis spesies vegetasi yang diamati, berarti meliputi perbedaan sifat fisik dan dimensi daun dari setiap spesies. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Samsuudin (2010), bahwa penjerapan polutan tergantung beberapa hal, contohnya adalah karakteristik permukaan daun, kecepatan angin, orientasi daun, dan ukuran daun. Faktor-faktor lainnya seperti ketinggian daun yang diambil untuk sampel, jarak spesies dari sumber polutan,

kondisi vegetasi, dan juga kondisi angin dianggap serupa.

Dengan membandingkan rata-rata luas daun dan polutan yang dihasilkan, maka dapat diambil kesimpulan sementara dari Tabel 1 bahwa daun spesies *Swietenia mahagoni* mampu menjerap partikel dengan jumlah yang paling tinggi (pada setiap 0,001 m<sup>2</sup> daun terjerap 0,93 mg polutan). Kapasitas jerapan polutan tertinggi kedua dimiliki oleh spesies *Spathodea campanulata* (pada setiap 0,002 m<sup>2</sup> daun terjerap 0,067 mg polutan, atau setara dengan pada setiap 0,001 m<sup>2</sup> daun terjerap 0,034 mg polutan). Kapasitas jerapan polutan terendah terdapat pada spesies *Maniltoa grandiflora* (pada setiap 0,007 m<sup>2</sup> daun terjerap 0,024 mg polutan, atau setara dengan pada setiap 0,001 m<sup>2</sup> daun terjerap 0,003 mg polutan).

Ditinjau dari luas daun spesies amatan pada bobot yang sama, didapati bahwa luas daun terbesar adalah *Maniltoa grandiflora*, disusul oleh *Spathodea campanulata*, dan spesies *Swietenia mahagoni* memiliki luas daun yang paling kecil. Jika dikorelasikan dengan jumlah polutan yang terjerap, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara luas daun dengan jumlah polutan yang terjerap, yaitu semakin kecil luas permukaan daun, semakin besar pula jumlah polutan yang terjerap. Hal ini sesuai dengan penelitian Samsuedin (2010), bahwa terdapat korelasi negatif antara luas permukaan daun dengan jumlah polutan yang terjerap. Faktor lainnya yang berpengaruh adalah fisiologis permukaan daun itu sendiri, sebagai contohnya spesies *Swietenia mahagoni* memiliki daun yang kasar dan bertrikoma, sehingga lebih banyak polutan yang terjerap.

### Kapasitas Jerapan Green Belt

Diasumsikan populasi dari masing-masing spesies vegetasi tersebut membentuk sebuah *green belt* pada lahan dengan dimensi 100 m x 20 m. Ukuran diameter tajuk tanaman disamakan 6 m sehingga terdapat lebih kurang terdapat 16 tanaman pada sumbu x (panjang) dan 3 tanaman pada sumbu y (lebar) sehingga diperoleh total 48 tanaman per satuan dimensi 100 m x 20 m.. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh bahwa nilai kapasitas jerapan spesies *Swietenia mahagoni* sebesar 92,542 mg/cm<sup>2</sup>, *Spathodea camapnulata* sebesar 16,840 mg/cm<sup>2</sup>, dan *Maniltoa grandiflora* sebesar 3,372 mg/cm<sup>2</sup> (Tabel 2).

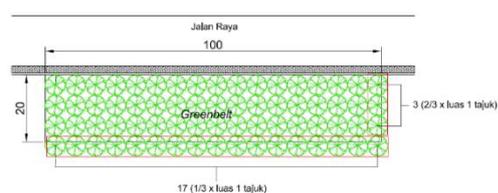
Tabel 2. Kapasitas jerapan

Spesies	Kapasitas Jerapan (mg/cm <sup>2</sup> )
<i>Swietenia mahagoni</i>	92,542
<i>Spathodea campanulata</i>	16,840
<i>Maniltoa grandiflora</i>	3,372

### Efektivitas Green Belt

Selanjutnya dilakukan perhitungan luas tajuk tanaman. Berdasarkan penghitungan diperoleh hasil luas tajuk setiap pohon adalah 37,68 m<sup>2</sup>, dan terdapat 48 pohon. Luas tajuk vegetasi yang termasuk ke dalam *green belt* dapat dihitung dengan ketentuan penghitungan sebesar 1/3 bagian tajuk yang termasuk pada panjang *green belt* dan 2/3 bagian tajuk yang termasuk pada lebar *green belt* (Gambar 2). Dengan demikian luas tajuk *green belt* adalah sebesar 2097,52 m<sup>2</sup>.

Untuk mengetahui tingkat efektivitas dari *green belt* itu sendiri, dilakukan perhitungan volume kendaraan dan emisi yang dihasilkan. Pada pengamatan, diambil sampel jumlah kendaraan yang melintas di jalan raya selama 15 menit. Selama tempo waktu 15 menit, diperoleh total 327 unit kendaraan yang melintas di jalan raya, terdiri atas 109 unit kendaraan berbahan bakar solar dan 218 unit kendaraan berbahan dasar bensin.. Nilai emisi total setiap volume kendaraan dengan bahan bakar tertentu didapat dari hasil kali volume kendaraan, jarak tempuh (yaitu 100 m, sesuai dengan panjang jalur hijau), dan nilai emisi setiap unit kendaraan. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil total emisi kendaraan berbahan bakar solar adalah sebesar 13,962 g dan total emisi kendaraan berbahan bakar bensin adalah sebesar 4,796 g. Maka, total emisi yang dikeluarkan oleh seluruh kendaraan selama 15 menit adalah sebesar 18,748 g (Tabel 3).



Gambar 2. Ilustrasi Asumsi Green Belt

Tabel 3. Volume kendaraan dan emisi yang dihasilkan

Bahan Bakar	Volume Kendaraan (unit)	Emisi (g/km/unit)
Solar	109	13,952
Bensin	218	4,796
Total	327	18,748

Tabel 4 menunjukkan tingkat efektivitas jalur hijau dari setiap jenis vegetasi. Ditemukan bahwa presentase tingkat efektivitas jalur hijau dari setiap jenis vegetasi tertinggi terdapat pada jalur hijau dari populasi *Swietenia mahagoni* (103,536%), dilanjutkan dengan populasi *Spathodea campanulata* (18,840%), dan terakhir adalah populasi *Maniltoa grandiflora* (3,773%). Dari hasil data, dapat disimpulkan bahwa populasi *Swietenia mahagoni* memiliki efektivitas jalur hijau yang sangat tinggi untuk menjerap polutan. Hasil ini juga melengkapi hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sutrisno *et al.* (2020), bahwa *Swietenia mahagoni* masih lebih baik dalam menjerap polutan partikel dari *Spathodea campanulata*.

Tabel 4. Efektivitas *green belt*

Spesies	Efektivitas <i>Green Belt</i> (%)
<i>Swietenia mahagoni</i>	103,536
<i>Spathodea campanulata</i>	18,840
<i>Maniltoa grandiflora</i>	3,773

#### 4. KESIMPULAN

Kapasitas penjerapan polutan partikel dari yang terbesar sampai yang terkecil berturut-turut antara lain, *Swietenia mahagoni*, *Spathodea campanulata* dan *Maniltoa grandiflora*. Hal ini juga berlaku pada efektivitas *green belt* jika menggunakan tanaman tersebut. *Swietenia mahagoni* unggul karena memiliki ciri morfologi yang mendukung untuk menjerap polutan berupa partikel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Basri, I. S. (2009). Jalur hijau (*green belt*) sebagai kontrol polusi udara hubungannya dengan kualitas hidup di perkotaan, *Jurnal Smartek*. 7(2), 113–120.
- Dahlan E.N. (2004). *Membangun Kota Kebun (Garden City) Bernuansa Hutan Kota*. Bogor: IPB Press.
- Damanik, F. (2014). Kajian komposisi jalur hijau jalan di Kota Yogyakarta terhadap penjerapan polutan timbal (Pb). *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 2(2), 81-89.
- Dwiputri D.A., Nasrullah, N., & Mas'ud, Z.A. (2018). Developing plant tolerance indicator to air pollution, case study in Krakatau industrial estate Cilegon City, Indonesia. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 10(1), 19-27.
- Hakim, L., Putra, P.T., & Zahratu, A.,L. (2017). Efektifitas jalur hijau dalam mengurangi polusi udara oleh kendaraan bermotor. *Jurnal Arsitektur NALARs*. 16(1), 91-100.
- Hermawan R, Kusmana C, Nasrullah N, Prasetyo LB. (2011). Jerapan debu dan partikel timbal (Pb) oleh daun berdasarkan letak pohon dan posisi tajuk: studi kasus jalur hijau *Acacia mangium*, jalan tol Jagorawi. *Media Konserv.* 16(3), 101-107.
- Lin, Y., Zhou, L., Xu, J., Luo, Z., Kan, H., Zhang, J., Yan, C., & Zhang, J. (2017). The impacts of air pollution on maternal stress during pregnancy. *Scientific Reports* 7(1), 1-11.
- Liu, Y., Yan, S., Poh, K., Liu, S., Iyiorobhe, E., & Sterling, E. (2016a). Impact of Air Quality Guidelines on COPD Sufferers. *International Journal of COPD*, 11(2016):839-872.
- Liu, R., Young, M.T., Chen, J.C., Kaufman, J.D., & Chen, H. (2016b). Ambient air pollution exposures and risk of parkinson disease. *Environ Health Perspect*, 124(11), 1759–1765.
- Nowak, D.J., Stevens, J.C., Susan, M.S. & Christopher, J.L. (2002). Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture*. 28(2002), 113–121.

- Nowak, D.J., Crane, D.E., & Stevens, J.C.(2006). Air pollution removal by urban trees in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(2006), 115-123.
- Nurhasanah, F., Utami, I.U., & Syahadat, R.M. (2017). *Vertical greenery* pada Sarana dan prasarana transportasi publik untuk mendukung kota hijau. *Vitruvian Jurnal Arsitektur, Bangunan, & Lingkungan*, 6(3):101-108.
- Samsuudin, I. (2010). Kajian Tingkat Toleransi Jenis-jenis Pohon Sebagai Penyerap dan Penjerap Polutan Timbal (Pb) dan Cd di Berbagai Tipe Curah Hujan. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan
- Susanto J.P. & Komarawidjaja, W. (2018). Pembangunan *Green Belt* sebagai antisipasi pencemaran udara industri pupuk di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(2), 155-164.
- Sutrisno A.J., Diandasari, G., & Rahmandari A.V. (2020). Kapasitas pohon nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dan pohon spathodea (*Spathodea campanulata*) dalam menjerap debu. *Jurnal Planologi*, 17(1), 88-95.