

REDUKSI KONSENTRASI PM₁₀ DI RUANG TERBUKA HIJAU KOTA SURABAYA

Muzayanah*)

***Abstrak** : Keberadaan Partikulat Matter PM₁₀ di udara ambien menjadi permasalahan ekosistem. Ruang terbuka hijau (RTH) bisa mereduksi PM₁₀ udara ambien. Digunakan parameter kumulatif konsentrasi PM₁₀ (KPM₁₀) sebagai indikator reduksi konsentrasi PM₁₀ dari udara ambien. Nilai K_{PM10} di Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Surabaya yaitu RTH Taman Prestasi berbeda.*

***Kata kunci** : PM₁₀, ambien, reduksi, RTH*

PENDAHULUAN

Particulate Matter 10 (PM₁₀) adalah partikel padat dan cair yang tersuspensi di atmosfer dan berdiameter kurang dari 10 mm (Soedomo, 2001; US-EPA, 2009). PM₁₀ disebut juga *Total Suspended Particulate* (TSP) atau partikel yang melayang (Godish, 1997; Raman, Hopke, Holsen, 2007; US-EPA 2009; Nevers, 2010). Mayoritas partikel yang tersuspensi dalam udara ambien adalah PM₁₀ (Beckett, Freer-Smith, Taylor, 1998; Godish, 1997; US-EPA 2009; Nevers, 2010).

PM₁₀ bisa merusak ekosistem dan menghalangi *pandangan* (Godish, 1997; Nevers, 2000). PM₁₀ juga mengganggu kesehatan manusia, karena mampu mencapai bagian bawah jalur pernafasan. Efek negatif PM₁₀ pada sistem pernafasan yaitu serangan asma dan berkurangnya fungsi paru (Rustzak, Devalia, Davies, 1994; Hornberg, *et al.*, 1998; Garçon, *et al.*, 2006; Hansen, *et al.*, 2012). Pada kondisi tertentu, PM₁₀ bisa

menimbulkan kematian akibat tidak berfungsinya jantung sebagai pusat sistem peredaran darah (Hornberg, 1998; Garçon, 2006; Polichetti, 2009; Hansen, 2012).

Dalam upaya pemecahan masalah tingginya konsentrasi PM₁₀ udara ambien di perkotaan, maka tanaman di perkotaan lebih difungsikan sebagai penyerap polutan. Tanaman di perkotaan identik dengan ruang terbuka hijau (RTH). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008, ruang terbuka hijau (RTH) adalah area memanjang (jalur) dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.

Penelitian oleh ahli Geografi dan Kehutanan (Nowak, *et al.*, 1998; Nowak, Crane, Stevens, 2006; Jim dan Chen, 2008; Merbitz, *et al.*, 2012; Speak, *et al.*, 2012; Chaturvedi, *et al.*, 2013) menunjukkan

*) Dosen Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Surabaya; Mahasiswa Program Doktor Ilmu Pertanian Universitas Brawijaya; muzayanahge@gmail.com

bahwa ruang terbuka hijau bisa menurunkan konsentrasi PM10 udara ambien. Reduksi PM10 bisa dilihat dari massa PM10 yang menempel pada bagian tanaman. Semakin banyak tanaman akan semakin banyak PM10 yang terperap pada tanaman (Grantz, Garner, Johnson, 2003; Escobedo dan Nowak, 2009; Mitchell, Maher, Kinnersley, 2010; Speak, *et al.*, 2012; Hoffman, *et al.*, 2012). Ruang terbuka hijau bisa menurunkan konsentrasi PM10 udara ambien melalui fenomena transport massa di udara dan filtrasi oleh tanaman (Yin, *et al.*, 2011; Gummeneni, *et al.*, 2011; Yang, *et al.*, 2005; Cavanagh, Zawar-Reza, Wilson, 2009). Terbukti dari konsentrasi PM10 di luar taman (RTH) yang lebih tinggi dari konsentrasi PM10 di dalam taman (RTH).

Tulisan ini membahas tentang korelasi nilai K_PM10 dengan proporsi RTH dan korelasi konsentrasi PM10 rata-rata dengan proporsi RTH.

METODE PENELITIAN

Bahan

Lokasi pengamatan adalah satu dari beberapa Ruang Terbuka Hijau di Kota Surabaya, yaitu Taman Prestasi yang berada di tepi Kali Mas, tepatnya di Jalan Yos Sudarso. RTH Taman Prestasi memiliki koordinat geografis 692398, 9196970 dengan elevasi 2,7 m. Lokasi RTH Taman Prestasi disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Lokasi RTH Taman Prestasi



Gambar 2. Stasiun monitoring kualitas udara di Taman Prestasi

Data yang digunakan adalah data sekunder hasil pengukuran stasiun pemantau kualitas udara Taman Prestasi milik Pemerintah Kota Surabaya. Data yang digunakan adalah PM10, kecepatan angin dan arah angin pada tanggal 3, 4, 8,9, 10, 17, 18, 19, 21 dan 23 Mei 2011.

Metoda

Konsentrasi PM 10 (C_{PM10})

Konsentrasi PM10 (C_{PM10}) memberikan informasi keberadaan PM10 di udara ambien, bila massa PM10 adalah PM dan volume udara ambien (V), maka persamaan C_{PM10} :

$$C (PM10) = PM10/ V \dots\dots\dots(1)$$

Laju perubahan Konsentrasi PM10 (k_{PM10})

Konsentrasi PM10 setiap waktu (t) akan mengalami perubahan. Laju perubahan Konsentrasi PM10 adalah beda nilai konsentrasi (ΔC) untuk selang waktu (Δt),

persamaan Laju perubahan konsentrasi PM10 (k_{PM10}):

$$k_{PM10} = \Delta C / \Delta t \text{ atau } dC/dt \dots\dots\dots(2)$$

Nilai Kumulatif Konsentrasi PM 10 (K_{PM10})

Kumulatif konsentrasi PM10 untuk satu periode (K_{PM10}) adalah kumulatif perubahan konsentrasi PM10 untuk satu periode , dengan persamaan:

$$K_{PM10} = \int k_{PM10} . dt \dots\dots\dots (3)$$

K_{PM10} bernilai positif artinya selama satu periode terjadi penambahan PM10 di udara ambient , sebaliknya bila bernilai negatif terjadi pengurangan (reduksi) PM 10 dari udara ambient.

Unit analisis

Unit analisis setiap hari berubah, tergantung pada arah dan kecepatan angin (vektor angin). Angin adalah besaran vektor yang mempunyai nilai dan arah. Rata-rata angin adalah jumlah vektor angin dibagi dengan jumlah data angin (Jacobson, 2005).

Observasi unit analisis dilakukan dengan delineaasi area RTH dan area non RTH.

HASIL DAN DISKUSI

Dari hasil perhitungan kecepatan dan arah angin didapatkan panjang sisi unit analisis masing-masing data, tersaji pada Tabel 1 kolom (2) dan kemiringan box unit

analisis pada kolom (3). Perhitungan nilai kumulatif konsentrasi PM10 selama 24 jam disajikan pada kolom (4). Konsentrasi PM10 rata-rata pada kolom (5). Dan hasil delineaasi RTH dan non RTH tersaji pada kolom (6) dan (7).

Tabel 1. Analisa unit analisis dan hasil delineaasi unit analisis

| TANGGAL | PANJANG SISI UNIT ANALISIS | KEMIRINGAN BOX (°) | K_{PM10} | PM ₁₀ rata-rata | RTH (%) | Non RTH (%) |
|-------------|----------------------------|--------------------|------------|----------------------------|---------|-------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 03 Mei 2011 | 67.53 | 314.57 | 81.67 | 47.63 | 56.22 | 43.78 |
| 04 Mei 2011 | 72.71 | 114.58 | -32.01 | 44.86 | 59.18 | 40.82 |
| 08 Mei 2011 | 51.28 | 307.48 | 36.05 | 42.79 | 58.27 | 41.73 |
| 09 Mei 2011 | 64.69 | 109.34 | 38.11 | 39.93 | 60.23 | 39.77 |
| 10 Mei 2011 | 18.95 | 89.54 | 29.32 | 31.37 | 57.92 | 42.08 |
| 17 Mei 2011 | 82.91 | 114.26 | 58.33 | 52.03 | 62.17 | 37.83 |
| 18 Mei 2011 | 56.88 | 114.16 | 3.90 | 30.73 | 62.05 | 37.95 |
| 19 Mei 2011 | 96.17 | 127.35 | 59.14 | 34.29 | 62.18 | 37.82 |
| 21 Mei 2011 | 119.08 | 117.10 | 36.87 | 44.03 | 60.44 | 39.56 |
| 23 Mei 2011 | 46.79 | 136.03 | 25.80 | 37.46 | 61.24 | 38.76 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai reduksi PM10 (K_{PM10}) tidak bervariasi, tidak hanya tergantung pada proporsi RTH dan non RTH, tapi juga tergantung pada kondisi meteorologi setempat, yaitu kecepatan dan arah angin (Never, 2010; Jacobson, 2009; Cavanagh, Zawar-Reza, Wilson, 2009). Hubungan antara proporsi RTH dan konsentrasi PM10 rata-rata udara ambien disajikan pada Gambar 3.

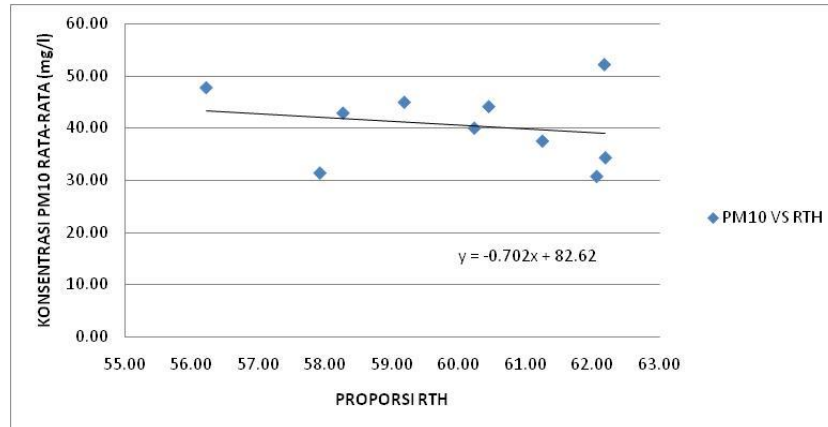
Dari grafik didapatkan informasi bahwa proporsi RTH berkorelasi negatif dengan konsentrasi PM10 rata-rata. Dengan demikian semakin besar proporsi RTH akan

semakin menurunkan konsentrasi PM10 udara ambien. Hubungan antara proporsi RTH dan nilai reduksi K_{PM10} disajikan pada gambar 4 berikut. Dari grafik didapatkan informasi bahwa proporsi RTH berkorelasi negatif dengan nilai reduksi PM10 (K_{PM10}). Dengan demikian semakin besar proporsi RTH akan semakin menurunkan nilai K_{PM10} . Semakin kecil nilai K_{PM10} berarti semakin besar reduksi PM10 udara ambien.

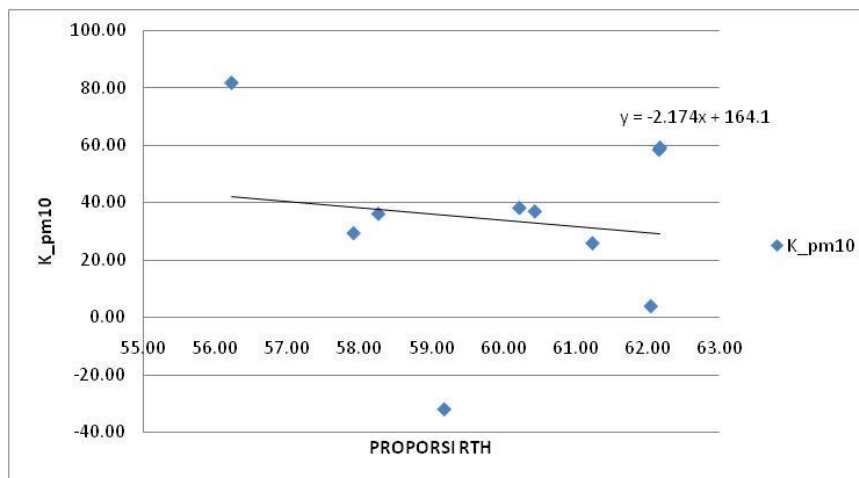
SIMPULAN

Dari analisa 10 data pada bulan Mei 2011 disimpulkan bahwa proporsi RTH berkorelasi negatif dengan konsentrasi PM10 rata-rata. Proporsi RTH juga berkorelasi

negatif dengan nilai reduksi PM10 udara ambien (K_PM10). Hal ini memberi informasi bahwa semakin besar proporsi RTH akan semakin mereduksi PM10 udara ambien



Gambar 3. Hubungan pengaruh proporsi RTH dengan konsentrasi PM10 rata-rata



Gambar 4. Hubungan pengaruh proporsi RTH dengan nilai reduksi PM10, K_PM10

DAFTAR PUSTAKA

Beckett, K.P., Freer-Smith, P., Taylor, G. 1998. Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution, *Environmental Pollution* **99**: 347–360.

Cavanagh, J., Zawar-Reza, P., Wilson, J. 2009. Spatial attenuation of ambient particulate matter air pollution within an urbanised native forest patch, *Urban Forestry & Urban Greening* **8**: 21–30.

- deposited particles, *Environmental Pollution* **30**: 1-10.
- Chaturvedi, A., Kamble, R., Patil, N.G., Chaturvedi, A. 2013. City–forest relationship in Nagpur: one of the greenest cities of India, *Urban Forestry and Urban Greening* **12**: 79-87.
- Escobedo, F.J., Nowak, D. J. 2009, Spatial heterogeneity and air pollution removal by an urban forest, *Landscape and Urban Planning* **90**: 102–110
- Garçon, G., Dagher, Z., Zerimech, F., Ledoux, F., Courcot, D., Aboukais, A., Puskaric, E., Shirali, P. 2006. Dunkerque city air pollution particulate matter-induced cytotoxicity, oxidative stress and inflammation in human epithelial lung cells (L132) in culture, *Toxicology in Vitro* **20**: 519–528.
- Godish, T. 1997. Air Quality. 3rd. Lewis Publisher. New York.
- Grantz, D.A., Garner, J.H.B., Johnson, D.W. 2003. Ecological Effects of Particulate Matter, *Environmental International* **29** (23): 213-239.
- Gummeneni, S., Yusup, Y., Chavali, M., Samadi, S.Z. 2011. Source apportionment of particulate matter in the ambient air of Hyderabad city India, *Atmospheric Research* **101**: 752-764.
- Hansen, A., Bi, P., Nitschke, M., Pisaniello, D., Ryan, P., Sullivan, T., Barnett, A. G. 2012. Particulate air pollution and cardiorespiratory hospital admissions in a temperate Australian city: A case-crossover analysis, *Science of the Total Environment* **416**: 48–52.
- Hoffman, J., Stokkaer, I., Snauwaert, L., Samson, R. 2012. Spatial distribution assessment of particulate matter in an urban street Canyon using biomagnetic leaf monitoring of tree crown
- Hornberg, C., Maciuleviciute, L., Seemayer, N.H., Kainka, E. 1998. Induction of Sister Chromatid Exchanges (SCE) in human tracheal epithelial cells by the fractions PM-10 and PM-2.5 of airborne particulates, *Toxicology Letters* **96,97**: 215–220.
- Jim, C.Y., Chen, W.Y. 2008. Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China), *Journal of Environmental Management* **88**: 665–676.
- Merbitz, H., Fritz, S., Scheider, C. 2012. Mobile measurements and regression modeling of the spatial particulate matter, variability in an urban area, *Science of the Total Environment* **438**: 389–403.
- Mitchell, R., Maher, B.A., Kinnersley, R. 2010. Rates of particulate pollution deposition on to leaf surfaces: temporal and inter-species magnetic analyses, *Environmental Pollution* **158**: 1472–1478.
- Nevers, N. 2000. Air Pollution Control Engineering. Mc Graw Hill Book co.
- Nowak, D.J., McHale, P.J., Ibarra, M., Crane, D., Stevens, J.C., Luley, C.J. 1998. Modeling the Effects of Urban Vegetation on Air Pollution. In: Gryning, S., Chaumerliac, N. (ed). Air Pollution Modeling and its Application XII, Plenum Press. New York.
- Nowak, D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, *Urban Forestry and Urban Greening* **4** (3-4): 115-123.
- Pollicheti, G., Cocco, S., Spinali, A., Trimarco, V., Nunziata, A. 2009. Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the

cardiovascular system, *Toxicology* **261**: 1–8.

Raman, S., Hopke, P.K., Holsen, T.M. 2007. Characterization of fine aerosol and its inorganic components at two rural locations in New York State, *Environ. Monit. Assess* **144** (1–3): 351–366.

Rusznak, C., Devalia, J.L., Davies, R.J. 1994. The impact of pollution on allergic disease, *Allergy* **49**: 21–27.

Soedomo, M. 2001. Pencemaran Udara, ITB.

Speak, A.F., Rothwell, J.J., Lindley, S.J., Smith, C.L. 2012. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city, *Atmospheric Environment* **61**: 283–293.

US-EPA. 2009. Integrated science assessment for particulate matter, National Center for Environmental Assessment-RTP Division Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Research Triangle Park, NC

Yang, J., McBride, J., Zhou, J., Sun, Z. 2005. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction, *Urban Forestry & Urban Greening* **3**: 65–78.

Yin, S., Shen, Z., Zhou, P., Zou, X., Che, S., Wang, W. 2011. Quantifying air pollution attenuation within urban parks: an experimental approach in Shanghai, China, *Environmental Pollution* **159**: 2155–2163.