

PENGARUH TUTUPAN LAHAN TERHADAP KONSENTRASI DEBU (PM₁₀) DI KECAMATAN KREMBANGAN KOTA SURABAYA

Nastiti Sigra Dewi Magita

Mahasiswa S1 Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Surabaya
nastitisigradewimagita@gmail.com

Dr. Muzayanah, M.T

Dosen Pembimbing Mahasiswa

Abstrak

Kota Surabaya memiliki konsentrasi debu khususnya PM₁₀ (*Particulate Matter 10*) melebihi baku mutu WHO yakni 80 µm/m³. Debu PM₁₀ yang tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada manusia. PM₁₀ merupakan debu yang berukuran 10 mikron. Salah satu lokasi yang memiliki konsentrasi debu PM₁₀ melebihi baku mutu adalah Kecamatan Krembangan, Surabaya utara. Konsentrasi debu PM₁₀ tergantung dari tutupan lahan setiap unit analisis.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif analitik dengan pendekatan kuantitatif. Populasi yang digunakan berdasarkan pembagian wilayah administratif di Kecamatan Krembangan. Unit analisis yang dipakai sampel adalah *box model* dengan ukuran 441x441 m sebanyak 30 *box*. Teknik pengumpulan data menggunakan pengukuran dan digitasi. Teknik analisis data yang digunakan adalah Analisis Regresi Linier Berganda.

Hasil analisis data menunjukkan konsentrasi PM₁₀ rata-rata pada waktu pagi tertinggi pada unit analisis 4 yaitu PT. Terminal Peti Kemas sebesar 106,14 µm/m³ dan terendah sebesar 71,3 µm/m³ di jalan Tanjung Balai yang didominasi tutupan lahan berupa pemukiman. Konsentrasi PM₁₀ rata-rata tertinggi pada siang hari pada unit analisis 6 yaitu jalan Morokrembangan sebesar 194,71 µm/m³ dan terendah sebesar 95,43 µm/m³ pada unit analisis 1 yaitu Depo Temas karena tutupan lahan didominasi tanaman dan badan air yang mampu menyerap PM₁₀ di udara. Faktor yang mempengaruhi konsentrasi PM₁₀ adalah bangunan, jalan, badan air, lahan kosong, lapangan dan tanaman. Besarnya pengaruh tutupan lahan terhadap konsentrasi PM₁₀ di Kecamatan Krembangan sebesar 92,7%, sedangkan 7,3% disebabkan faktor lain.

Kata Kunci: kualitas udara, konsentrasi PM₁₀, tutupan lahan

Abstract

The Surabaya city has a concentration of dust especially particulate matter 10 (PM₁₀) which exceeds WHO quality standard of 80 µm/m³. The high concentration of PM₁₀ dust can cause health problem, especially for humans. PM₁₀ is a 10 micron dust. The location that has concentration of PM₁₀ dust exceeds the quality standard where was located in Krembangan District, North Surabaya. The concentration of PM₁₀ dust depends on the land cover of each unit of analysis

This research type use analytical descriptive with quantitative approach. The population is based on the division from administrative area in Krembangan Sub-district. The sample used is box model as the unit of analysis with size 441x441 meter amount 30 box. Data collection techniques using measurement and digitation, data analysis techniques used Multiple Linear Regression Analysis.

The result of data analysis shows the average of PM₁₀ concentration at the highest is in the morning time in unit 4 is PT. Crate Terminal with amount 106,14 µm/m³ and the lowest is 71,3 µm/m³ in Tanjung Balai road which settlement domination. The highest average PM₁₀ concentration during the daytime at unit 6 was Morokrembangan 194,71 µm / m³ and the lowest of 95,43 µm/m³ in unit 1 was Depo Temas due to the number of plants and water bodies capable of absorbing PM₁₀ in air. The Factors that affect the concentration of PM₁₀ are buildings, roads, water bodies, vacant lots, fields and plants. The magnitude of the effect of land cover on PM₁₀ concentration in Krembangan District was 92.7%, while 7.3% was due to other factors.

Keywords: air quality, PM₁₀ concentration, land cover

PENDAHULUAN

Surabaya merupakan Ibukota Provinsi Jawa Timur dan kota terbesar nomor dua setelah Jakarta. Surabaya merupakan pusat pemerintahan, perdagangan, jasa dan kebudayaan di Jawa Timur, serta pusat pengembangan wilayah Indonesia bagian timur. Dinamika kehidupan dan aktivitas kota yang sangat tinggi mengakibatkan perkembangan Kota Surabaya sangat cepat. Peningkatan pembangunan fisik kota dan transportasi di Kota Surabaya mengakibatkan penurunan kualitas udara. Penurunan kualitas udara yang melewati ambang batas baku mutu udara bersih disebut pencemaran udara.

Pencemaran udara didefinisikan sebagai hadirnya substansi di udara dalam konsentrasi yang cukup untuk menyebabkan gangguan pada manusia, hewan, tumbuhan, maupun material. Substansi ini bisa berupa gas, zat cair, maupun partikel padat. Pemerintah Kota Surabaya berupaya menjaga kualitas udara tetap baik dengan melakukan pemantauan secara berkala. Salah satu parameter yang dipantau adalah debu atau PM_{10} .

Hasil pemantauan kualitas udara Kota Surabaya, konsentrasi PM_{10} tertinggi pada tahun 2013 bulan Desember mencapai $117 \mu\text{m}^3$. Stasiun pemantau kualitas udara di Perak pada bulan Maret tahun 2001 mencatat konsentrasi PM_{10} mencapai $125,27 \mu\text{m}^3$. Nilai tersebut melewati ambang batas WHO yakni $80 \mu\text{m}^3$ (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014:54).

Pra survey yang dilakukan peneliti pada setiap kecamatan di Surabaya Utara selama 2 hari tanggal 11 dan 12 Desember 2017 menghasilkan nilai konsentrasi PM_{10} yang berbeda di setiap lokasi. Konsentrasi PM_{10} per kecamatan disajikan dalam tabel 1.1 berikut:

Tabel 1. Konsentrasi PM_{10} di Surabaya Utara

No	Lokasi	Kecamatan	Konsentrasi PM_{10} (μm^3)	
			Hari 1 (12.00- 14.00)	Hari 2 (15.00- 16.00)
1.	Jl. Kalianak	Krembangan	109	132
2.	Jl. Sidotopo Wetan	Kenjeran	14	20
3.	Jl. Bulak Rukem	Bulak	40	47
4.	Jl. Wonokusumo	Semampir	19	21
5.	Jl. Nyamplungan	Pabean Cantian	44	50

Sumber: Hasil Pra Survey 2017

Hasil pra survey menyimpulkan bahwa konsentrasi tertinggi pada Kecamatan Krembangan dikarenakan Jalan Kalianak merupakan jalan penghubung antara Kota Surabaya dengan Kabupaten Gresik. Kondisi jalan yang ramai oleh pekerja dan aktivitas pergudangan.

Lalu lintas didominasi truk niaga menambah kemacetan karena jalannya lambat dan badan kendaraan yang panjang serta tidak ada jalan lain selain harus melewati Jalan Kalianak menuju ke gudang.

Konsentrasi PM_{10} yang tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada manusia seperti efek akut (batuk, sesak napas, nyeri dada, iritasi pada mata, detak jantung tidak beraturan, menurunkan fungsi paru, memperparah penyakit paru dan jantung) dan efek kronis (gangguan pada sistem saraf dan pembuluh darah dan memicu kematian dini pada orang dengan penyakit paru dan jantung) (Wulandari, 2016:680). Kualitas udara ambien yang meningkat juga dipengaruhi oleh peningkatan jumlah kendaraan.

Peruntukan lahan pada Kecamatan Krembangan bila dilihat dari citra google earth didominasi oleh pergudangan, perkantoran, pemukiman dan ruang terbuka hijau. Menurut Yenni (2012:24) tutupan lahan mempunyai pengaruh terhadap PM_{10} . Penelitian Yenni didukung juga oleh penelitian Sukar, *et al* (2014:24) kawasan institusi menyumbang $101,933 \mu\text{m}^3$, kawasan komersil $101,770 \mu\text{m}^3$, kawasan industri $103,493 \mu\text{m}^3$ dan kawasan domestik $27,863 \mu\text{m}^3$ PM_{10} di udara ambien. Berdasarkan latar belakang di atas, akan dilakukan penelitian dengan judul "**Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Konsentrasi Debu PM_{10} di Kecamatan Krembangan Kota Surabaya**". Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tutupan lahan terhadap konsentrasi debu PM_{10} di Kecamatan Krembangan Kota Surabaya.

METODE

Penelitian yang diuraikan kali ini termasuk dalam pendekatan penelitian kuantitatif dengan jenis survey. Penelitian ini diawali dengan digitasi tutupan lahan sesuai citra Google Earth 2017 di Kecamatan Krembangan. Tahap kedua pengambilan data sekunder dari Dinas Lingkungan Hidup berupa data kondisi meteorologi 1 bulan terakhir untuk pembuatan *windrose* udara ambien Kota Surabaya.

Penentuan sampel berdasarkan *box model* sebagai unit analisis berukuran 441×441 meter dan kemiringan 131° , *box model* merupakan penyerupaan bentuk kotak yang sesuai dengan model dispersi atmosfer. Survey ke lokasi dilakukan untuk menentukan titik sampling agar pengambilan data dapat mewakili tutupan lahan sesuai citra Google Earth. Alat ukur debu PM_{10} juga dipersiapkan untuk penelitian.



Gambar 1 Penentuan Unit Analisis

Pengambilan sampel dilakukan di 30 lokasi sebanyak dua kali dengan durasi sampling 1 menit. Sampling dilakukan pagi dan siang hari pada jam sibuk Kota Surabaya. Sampling dilakukan terhadap partikel di udara ambien untuk jenis PM_{10} .

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Konsentrasi debu PM_{10} rata-rata di Kecamatan Krembangan

Tabel 2. Konsentrasi debu PM_{10} di 30 lokasi penelitian

NO	UNIT ANALISIS	RATA-RATA		BAKU MUTU		KESELUAIAN DENGAN BAKU MUTU	
		PAKI	SIANG	PAKI	SIANG	PAKI	SIANG
1	Jl. Kalimas Barot JMP	78.42857	104.42857	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
2	Jl. Kebalen Timur	80.14286	104.57143	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
3	Jl. Kunir	82.42857	102.85714	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
4	Jl. Veteran	80.42857	104.4286	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
5	Jl. Dupak Raya PGS	83.28571	120.14286	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
6	Jalan Asemroro Tambak V	80	101	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
7	Jl. Genteng Baru Gg 29	80.71429	131.14286	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
8	Jalan Lasem	81.14286	174.14286	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
9	Klenteng Mbah Ratu	79	154.14286	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
10	Jl. Rembang	77.71429	112.57143	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
11	Jl. Dupak Masjid XIV	78.57143	153	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
12	Jl. Sidoluhur	77.42857	177	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
13	Jl. Rajawali PT KALIMAS	85.28571	153.85714	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
14	Masjid Likhawah Islamiyah	77.14286	146.57143	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
15	Meratus Tj Batu	73	149.85714	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
16	SMK AL	75.28571	175.28571	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
17	Jl. Morokrembangan	82.14286	194.71429	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
18	Masjid Ibadurrahman Kodikatala	77	175.85714	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
19	Masjid Nurul Bahri	72.14286	181.28571	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
20	Meratus Tj Tembaga	98.42857	154.57143	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
21	PT Terminal Peñikemas	106.14286	182.85714	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
22	Jl. Tj Emas	77.28571	166.28571	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
23	Prapat Kurung Utara	102.57143	161.28571	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
24	Jl. Perak Barat	82.71429	162.28571	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
25	Jl. Tj Bali	71.28571	160.71429	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI
26	Jl. Gadukan Baru Sekolahan	80.28571	165.14286	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
27	Jl. Gadukan Utara VA	82	183.71429	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
28	Jl. Pintu Air	84.85714	181	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
29	Depo Temas	82.42857	95.42857	80 μm^3	80 μm^3	TIDAK SESUAI	TIDAK SESUAI
30	Jl. Tambak Dalam	78.85714	179.57143	80 μm^3	80 μm^3	SESUAI	TIDAK SESUAI

Sumber: Data Primer 2017

Hasil pengukuran lapangan disajikan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi debu PM_{10} rata-rata pada pagi hari yang sesuai dengan baku mutu debu PM_{10} adalah unit analisis 1, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 25 dan 30. Disebabkan pada pagi hari belum ada aktivitas yang padat di unit analisis tersebut. Konsentrasi debu PM_{10} rata-rata pada siang hari melebihi baku mutu debu PM_{10} disebabkan aktivitas kendaraan pada jam 13.00 – 18.00 sangat padat di setiap unit analisis.

2. Analisis Regresi Linier Berganda

Tabel 3. Uji Regresi Linier

No	Variabel	Koefisien α	Sig	Ket
1.	Bangunan	0,167	0,045	Berpengaruh
2.	Badan Air	-0,362	0,000	Berpengaruh
3.	Jalan	0,421	0,012	Berpengaruh
4.	Lahan Kosong	-0,719	0,006	Berpengaruh
5.	Lapangan	-0,658	0,003	Berpengaruh
6.	Tanaman	-0,559	0,000	Berpengaruh

Sumber: Data Primer 2017

Tabel 3 menunjukkan bangunan dan jalan berpengaruh positif karena dapat menyumbang bertambahnya konsentrasi debu PM_{10} di udara ditunjukkan dengan koefisien debu PM_{10} yang bernilai positif dan nilai signifikansi kurang dari 0,05. Badan air, lahan kosong, lapangan, tanaman berpengaruh negatif karena mampu menurunkan konsentrasi debu PM_{10} di udara ditunjukkan dengan koefisien debu PM_{10} yang bernilai negatif dan nilai signifikansi kurang dari 0,05. Sehingga tutupan lahan pada Kecamatan Krembangan berpengaruh terhadap konsentrasi debu PM_{10} rata-rata.

Hasil uji Anova menunjukkan F hitung ($62,673$) > F tabel ($6;23;0,05$) = 2,53 sehingga H_0 ditolak. Jadi model linier antara variabel tutupan lahan dengan konsentrasi PM_{10} signifikan. Sig (0,000) < α , maka H_0 ditolak. Jadi model linier antara variabel tutupan lahan dengan konsentrasi PM_{10} signifikan.

Hasil regresi linier dalam model summary juga menunjukkan koefisien korelasi (R^2) yang menunjukkan tingkat hubungan antar variabel (0,927). Artinya variabel X mempengaruhi Y sebesar 92,7%, sisanya dipengaruhi oleh variabel lain.

B. Pembahasan

1. Konsentrasi debu PM_{10} rata-rata di Kecamatan Krembangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya fluktuasi konsentrasi debu PM_{10} rata-rata setiap harinya. Konsentrasi debu PM_{10} pada siang hari akan bertambah sesuai dengan kondisi lokasi penelitian. Lokasi penelitian yang didominasi oleh aktivitas industri pabrik, gudang, kantor, dan sekolah akan memiliki konsentrasi debu PM_{10} lebih tinggi.

Pada pagi dan siang hari ada perbedaan kondisi meteorologis baik dari suhu udara, kecepatan angin, kelembapan udara maupun arah angin dominan sehingga mempengaruhi kemampuan mengangkat partikel. Kemampuan mengangkat serta memindahkan partikel ini mempengaruhi variasi debu di udara ambien. Pada siang hari cenderung lebih banyak terjadi pencemaran daripada pagi hari karena dengan peningkatan suhu mengakibatkan kelembapan menurun sehingga kondisi partikel debu menjadi ringan (Safitri, 2012).

Kondisi ini dipengaruhi oleh faktor angin sehingga sebarannya bervariasi sesuai arah, tenaga pengangkatan dan jika energi telah habis maka diendapkan pada tempat tersebut. Pengukuran dan pengambilan data yang dilakukan pada jam 06.00 pagi, dimana suhu udara rendah dengan kondisi angin relatif tenang. Perbedaan suhu di udara ambien menimbulkan perbedaan tekanan udara yang mempengaruhi arah dan kecepatan angin di suatu wilayah.

Hal ini terjadi karena pada prinsipnya angin bertiup dari wilayah yang bertekanan tinggi ke wilayah yang bertekanan rendah. Semakin rendah suhu ambien suatu wilayah, maka semakin tinggi tekanan udaranya. Suhu yang rendah menyebabkan tekanan udara tinggi, kekuatan angin yang bertiup ke lokasi ini pun berkurang sehingga partikel debu yang terbawa sedikit (Tjasjono, 1995: 33).

Nilai konsentrasi debu PM_{10} rata-rata tertinggi pagi hari selama satu minggu sebesar $106,143 \mu\text{m}^3$ di PT. Terminal PetiKemas disebabkan banyaknya aktivitas bongkar muat barang pada pagi hari hingga sore hari, sedangkan terendah pada Jl. Tanjung Balai sebesar $71,286 \mu\text{m}^3$ karena area ini sebagian besar adalah pemukiman dan tidak ada kendaraan berat yang hilir mudik sehingga konsentrasi debu PM_{10} rendah. Kawasan pemukiman sebenarnya dapat menambah konsentrasi debu PM_{10} namun tidak signifikan karena adanya aktivitas transportasi yang menuju dan meninggalkan area tersebut.

Nilai konsentrasi debu PM_{10} rata-rata tertinggi siang hari selama satu minggu sebesar $138,429 \mu\text{m}^3$ di Jl. Morokrengan, sedangkan terendah pada Depo Temas Surabaya sebesar $88,93 \mu\text{m}^3$. Hal ini disebabkan *box model* miring sebesar 131 derajat dan ada pengaruh dari arah angin menuju ke tenggara sehingga penyebaran debu PM_{10} menjadi luas.

Tidak hanya itu, jalan tersebut juga banyak dilewati kendaraan dari arah PetiKemas menuju pelabuhan tanjung perak sehingga menambah konsentrasi debu PM_{10} di udara.

Lokasi dengan PM_{10} terendah siang hari pada Depo Temas. Lokasi ini terdapat banyak badan air dan banyak tanaman sehingga konsentrasi debu PM_{10} rendah akibat partikel yang mengendap karena gravitasi bumi dan benturan penghalang (Smith, 1981:55). Tanaman juga mampu mengurangi kecepatan angin dan meningkatkan turbulensi sehingga debu PM_{10} akan tertahan oleh tanaman (Bernatzky, 1978).

Partikel mengendap di permukaan tanaman terjadi melalui benturan, sedimentasi, intersepsi dan proses difusi *brown*. Difusi *brown* merupakan penyerapan partikel ke jaringan luar tanaman seperti daun dan batang. Partikel yang telah mengendap akibat difusi *brown* tidak dapat diterbangkan angin dan akan melekat kuat (Forman dan Gordon, 1986).

Fungsi badan air sendiri dapat mengurangi potensi konsentrasi debu PM_{10} karena badan air dapat menjadi tempat jatuhnya debu PM_{10} berukuran besar yang mengendap akibat gaya gravitasi (Muzayanah, 2016:432) sedangkan tanaman mempunyai manfaat besar bagi kualitas lingkungan, keindahan, kesegaran, kenyamanan, dan mampu menurunkan polusi sehingga dapat meningkatkan kesehatan masyarakat pada suatu wilayah perkotaan dan konsentrasi debu PM_{10} dapat diminimalisir.

2. Pengaruh tutupan lahan terhadap konsentrasi PM_{10}

Berdasarkan hasil pemaparan hasil penelitian tutupan lahan pada Kecamatan Krembangan diklasifikasikan menjadi 6 yakni sebagai berikut:

a. Bangunan

Variabel bangunan berpengaruh positif dan signifikan terhadap konsentrasi debu PM_{10} . Hal ini terlihat dari koefisien jalur yang bertanda positif sebesar 0,167 artinya bangunan berpengaruh secara langsung pada debu PM_{10} sebesar 0,167. Setiap kenaikan proporsi bangunan akan menaikkan debu PM_{10} sebesar 0,167. Semakin besar proporsi bangunan akan meningkatkan nilai konsentrasi debu PM_{10} di udara ambien.

Termasuk dalam kelompok bangunan adalah pemukiman, tempat pendidikan, perkantoran, gudang, gedung, mall, dan pabrik. Hasil penelitian menunjukkan

prosentase luas lahan bangunan di Kecamatan Krembangan sebesar 1540,34306%. Luas bangunan tertinggi di Jl. Pintu Air yang didominasi lahan pemukiman sebesar 78,36648% dan terendah sebesar 19,45608% pada Jl. Asemrowo Tambak V. Lokasi tersebut ramai dengan aktivitas transportasi dari pagi hingga malam hari dapat dilihat dari rata-rata jumlah kendaraan yang melintas.

Aktivitas transportasi dapat menyebabkan konsentrasi debu PM₁₀ bertambah pada daerah dengan prosentase luas bangunan tertinggi (Srimurugandam dan Nagendra, 2012:10). Debu yang melayang dan terakumulasi di udara ambien akan terbawa oleh angin. Debu terbawa angin apabila bertemu penghalang debu akan jatuh dan terbelokkan. Bangunan juga penghalang apabila massa udara yang mengandung partikulat akan mendekat maka alirannya akan dibelokkan (Leinawati, 2013:9).

Waktu dibelokkan aliran massa udara terbagi tetapi partikel partikulat yang ada di dalam massa udara cenderung terus melewati penghalang tetapi karena kekuatannya berkurang maka berhenti dan jatuh di daerah sekitar. Pengendapan debu melalui proses benturan terjadi pada partikel yang berukuran besar. Pengendapan dari benturan bergantung pada ukuran penghalang tersebut (Taihuttu, 2001:11).

Jadi, bangunan memiliki pengaruh terhadap konsentrasi debu PM₁₀ yakni sebagai penghalang dan sebagai penyumbang debu PM₁₀ dari gas buang kendaraan yang menuju dan meninggalkan suatu area.

b. Badan air

Variabel badan air berpengaruh negatif dan signifikan terhadap nilai konsentrasi debu PM₁₀. Lokasi dengan luas badan air tertinggi yaitu Klenteng Mbah Ratu sebesar 54,39274%. Lokasi tersebut terdapat sebuah sungai yang berperan penting sebagai penurun konsentrasi debu PM₁₀ di udara karena badan air dapat menjadi tempat jatuhnya debu PM₁₀ berukuran besar yang mengendap akibat gaya gravitasi.

Semakin luas proporsi badan air semakin rendah konsentrasi debu PM₁₀ yang dihasilkan dan juga sebaliknya. Hasil penelitian ini mendukung pendapat

Muzayanah (2016:76) yang menyatakan bahwa keberadaan badan air juga bisa menjadi tempat jatuhnya debu PM₁₀ dan mengurangi resuspensi debu dari jalan.

Lokasi dengan luas badan air terendah yaitu Jl. Veteran, Jl. Lasem, Jl. Morokrembangan, Masjid Ibadurrahim, Meratus Tanjung Tembaga, Jl. Prapat Kurung Utara, dan Jl. Gadukan Baru Sekolah sebesar 0. Hal ini disebabkan karena di lokasi tersebut tidak ada badan air sama sekali yang berfungsi sebagai tempat jatuhnya PM₁₀ berukuran besar yang kemudian diendapkan sehingga konsentrasi PM₁₀ di udara tinggi.

c. Jalan

Variabel jalan berpengaruh positif dan signifikan terhadap konsentrasi debu PM₁₀. Hal ini terlihat dari koefisien jalur yang bertanda positif sebesar 0,421 artinya bangunan berpengaruh secara langsung pada debu PM₁₀ sebesar 0,421. Setiap kenaikan proporsi bangunan akan menaikkan debu PM₁₀ sebesar 0,421. Semakin bertambahnya luas jalan akan meningkatkan nilai konsentrasi debu PM₁₀ di udara ambien.

Luas jalan tertinggi berada di lokasi Jl. Tanjung Balai yaitu sebesar 22,40447%. Jalan yang semakin luas dan beragamnya kendaraan yang melintas menyebabkan kepadatan kendaraan. Kendaraan yang berlalu-lalang menyebabkan peningkatan jumlah debu PM₁₀ di udara karena proses pembakaran bahan bakar dan menghasilkan gas buang yang mengandung CO, NO₂, HC, C, CO₂, N₂ dan PM₁₀, dimana banyak yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara. Ini artinya semakin banyak kendaraan semakin banyak pula polutan atau gas buang yang dihasilkan (Kumaat, 2012:28).

Luas jalan terendah berada di lokasi Depo Temas yaitu 1,30135%. Luas jalan yang rendah tersebut menyebabkan aktivitas kendaraan yang keluar masuk hanya sedikit. Hal ini pula yang menyebabkan jumlah kendaraan juga sedikit sehingga tingkat konsentrasi debu PM₁₀ di udara ambien rendah karena tidak banyak gas buang kendaraan yang dihasilkan.

Hasil penelitian ini mendukung pendapat Srimurugandam dan Nagendra (2012:12) yakni transportasi yang berbahan

bakar solar mayoritas menyumbang debu PM_{10} dan mendukung pendapat Wang *et al* (2013:225) yang menyatakan bahwa debu PM_{10} di daerah perkotaan mayoritas berasal dari debu jalan..

d. Lahan kosong

Variabel lahan kosong berpengaruh negatif dan signifikan terhadap nilai konsentrasi debu PM_{10} . Luas lahan kosong tertinggi berada di lokasi Jl. Tanjung Balai sebesar 9,76716%. Lahan kosong dapat mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi PM_{10} di udara ambien. Apabila semakin luas lahan kosong maka semakin rendah konsentrasi debu PM_{10} di udara dan sebaliknya.

Hasil penelitian ini mendukung pendapat Sulistijorini (2009:3) yang menyatakan bahwa lahan kosong yang bersemak dapat mempengaruhi penyebaran dan pengendapan bahan pencemar udara, baik hanya untuk membelokkan angin maupun untuk menyaring partikel bahan pencemar udara. Hal ini tentu dapat meminimalisir konsentrasi debu PM_{10} yang sangat berdampak bagi kesehatan.

Luas lahan kosong terendah berada di lokasi Jl. Veteran, Klenteng Mbah Ratu, SMK KAL 1, Jl. Morokrengan, Masjid Ibadurrahim, dan PT. Terminal PetiKemas sebesar 0. Lokasi tersebut memiliki lahan kosong yang sedikit sehingga tidak dapat menyerap PM_{10} udara ambien.

e. Lapangan

Variabel lapangan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap nilai konsentrasi debu PM_{10} . Luas lapangan tertinggi berada di Jl. Asem Rowo Tambak V sebesar 18,6368%. Hal ini menyebabkan lokasi tersebut mengalami penurunan konsentrasi debu PM_{10} sehingga semakin luas lapangan semakin banyak debu yang diserap karena pada umumnya lapangan banyak ditumbuhi semak dan rumput. Semak dan rumput tersebut mampu menyerap dan menahan partikel padat sehingga konsentrasi debu PM_{10} dapat diminimalisirkan (Muzayanah, 2016:74).

Luas lapangan terendah berada di lokasi Jl. Kalimas Barat, Jl. Veteran, Jl. Lasem, PT. Kalimas, Jl. Tanjung Balai, Jl. Gadukan Baru Sekolahan, Jl. Gadukan Utara VA, Jl. Pintu Air, Depo Temas yaitu 0. Hal

ini menyebabkan lokasi tersebut mengalami peningkatan debu PM_{10} sehingga kualitas udara menjadi buruk karena tidak ada tanaman sedikit pun yang mampu menyerap debu PM_{10} di udara. Kualitas udara yang buruk tentu membuat kondisi menjadi tidak nyaman.

Jadi, lapangan yang ditumbuhi semak dan rumput membuat debu PM_{10} tidak sempat melayang dan akan terjepit semak dan rumput.

f. Tanaman

Variabel tanaman berpengaruh negatif dan signifikan terhadap nilai konsentrasi debu PM_{10} . Luas tanaman tertinggi berada pada lokasi Depo Temas Surabaya yakni sebesar 43,44082%. Hal ini menyebabkan lokasi tersebut mengalami penurunan konsentrasi debu PM_{10} karena fungsi tanaman itu sendiri adalah sebagai penghasil oksigen dan penyerap karbondioksida di udara selain sebagai fungsi estetika.

Luas tanaman yang tinggi juga dapat membelokkan hembusan angin ke atmosfer yang lebih luas sehingga konsentrasi polutan menurun, melalui stomata polutan gas masuk ke dalam jaringan daun sehingga kadar polutan berkurang. Maka dari itu semakin tinggi luas tanaman semakin rendah pula konsentrasi debu PM_{10} yang dihasilkan (Taihuttu, 2001:11).

Tanaman pohon sangat efektif dalam mengintersepsi partikel yang tersuspensi sehingga mengurangi kandungan bahan pencemar di udara. Kondisi tegakan tanaman dan keadaan meteorologi setempat mempengaruhi penyebaran dan pengendapan bahan pencemar. Tanaman berkayu yang tumbuh di Kecamatan Krengan dapat berfungsi untuk mengurangi partikulat yang melayang di udara hasil buangan asap kendaraan bermotor (Dochinger, 1980; Chamberlain dan Little, 1981).

Luas tanaman terendah berada pada lokasi Jl. Gadukan Baru Sekolahan yakni sebesar 1,69275%. Hal ini disebabkan karena lokasi tersebut padat pemukiman sehingga luas tanaman yang seharusnya mampu menangkap polutan di udara menjadi berkurang. Luas tanaman yang demikian tentunya berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi debu PM_{10} yang sedikit atau tidak signifikan dibandingkan

dengan lokasi yang memiliki luas tanaman yang tinggi. Tanaman penyanggah yang tipis dan terdiri dari satu barisan hanya mampu membelokkan angin (Bernatzky, 1978).

PENUTUP

Simpulan

1. Konsentrasi PM_{10} rata-rata di 30 lokasi penelitian, saat pagi hari tertinggi di unit analisis 4 yakni PT. Terminal PetiKemas sebesar $106,14 \mu\text{m}/\text{m}^3$ dan terendah sebesar $71,3 \mu\text{m}/\text{m}^3$ di Jalan Tanjung Balai. Konsentrasi PM_{10} rata-rata siang hari tertinggi pada unit analisis 6 yakni Jalan Morokrembangan sebesar $194,71 \mu\text{m}/\text{m}^3$ dan terendah sebesar $95,43 \mu\text{m}/\text{m}^3$ pada unit analisis 1 yakni Depo Temas karena banyaknya tanaman dan badan air yang mampu menyerap PM_{10} di udara.
2. Dari enam faktor yang diteliti, semua faktor bangunan, jalan, badan air, lahan kosong, lapangan dan tanaman mempengaruhi konsentrasi PM_{10} (Y). Besarnya pengaruh tutupan lahan terhadap konsentrasi PM_{10} di Kecamatan Krembangan sebesar 92,7%, sedangkan 7,3% disebabkan faktor lain.

Saran

1. Penelitian ini masih memiliki kekurangan, sehingga sebaiknya penelitian semacam ini dilakukan selama 30 hari dalam waktu pengukuran 24 jam untuk melihat perubahan konsentrasi debu PM_{10} , sehingga diketahui secara pasti pengaruh bangunan, badan air, jalan, lahan kosong, lapangan, dan tanaman yang disebut tutupan lahan terhadap konsentrasi PM_{10} .
2. Perlu diadakan pengukuran debu PM_{10} secara berkala dan cermat misalkan 1 hari sekali sehingga diketahui fluktuasi konsentrasi PM_{10} dan dapat dijadikan acuan untuk hari berikutnya.
3. Bagi pemerintah perlu adanya penyuluhan kepada masyarakat terkait pencemaran udara akibat konsentrasi debu PM_{10} untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan.

DAFTAR PUSTAKA

Bernatzky, A. 1978. *Tree Ecology and Preservation*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.

Dochinger, L.A. 1980. *Interception of Air particles by Tree Planting*. Environment Qual, 9, 265-268

Forman, R. T., & Gordon, M. 1986. *Landscape Ecology*. Canada: John Wiley and Sons Inc.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. *kotasurabaya.silh.menlh.go.id*. Diambil kembali dari kumpulan-buku-slhd-surabaya: <http://kotasurabaya.silh.menlh.go.id/kumpulan-buku-slhd-surabaya/>

Kumaat, M. 2012. *Transportasi Dan Polusi Pada Kawasan Pendidikan*. Tekno-Sipil, 10 (57), 27-32.

Leinawati, T., Soemirat, J., & Dirgawati, M. 2013. *Studi Identifikasi Karakteristik Anorganik Pm_{10} Terhadap Mortalitas Dan Morbiditas Di Udara Ambien Pada Kawasan Pemukiman*. Institut Teknologi Nasional, 1 (1), 1-11.

Muzayanah. 2016. *Model Ruang Terbuka Hijau untuk Reduksi PM_{10} (Particulate Matter 10) Udara Ambien*. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya

Muzayanah, et al. 2016. *Effect of the green space proportion with cumulative concentration of particulate matter 10 (PM_{10}) in Surabaya-Indonesia*. International Journal of ChemTech Research, 9 (4), 431-436. www.sphinxai.com

Ruslinda, Y., & Wiranata, D. 2014. *Analisis Kualitas Udara Ambien Kota Padang akibat Pencemar Particulate Matter 10 (PM_{10})*. 21 (2), 19-28.

Safitri, F. 2012, November 10. *Pengelolaan Lingkungan dan Pencemaran Udara*. Dipetik Maret 23, 2017, dari <http://pengelolaanlingkungan.com>

Smith, J. 1981. *Air Pollution and Plaintiff Life*. Jhon Willey R Sons Ltd. Chichester, New York

Srimurugandam, B., & Nagendra. 2012. *Source Characterization of PM_{10} and $PM_{2,5}$ mass using a chemical mass balance model at urban roadside*. Science of the total environment, 433, 8-19.

Sukar, et al. 2006. *Dampak Perubahan Musim terhadap Kadar Debu PM_{10} Lokasi Transportasi, Industri dan Pemukiman*. Ekologi Kesehatan, 5(2), 432-337

Sulistijorini. 2009, Februari 20. Retrieved Januari 7, 2018, from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/40688>

Taihuttu, H. N. 2001. Dipetik Januari 22, 2018, dari <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/4415>

Tjasjono, B. 1995. *Klimatologi Umum*. Bandung: ITB Bandung.

Wang, et al. 2013. *Contamination characteristics and possible sources of PM_{10} and $PM_{2,5}$ in different functional areas of Shanghai, China*. Atmospheric Environment, 68, 221-229

Wulandari, A., D, Y. H., & Raharjo, M. 2016. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Particulate Matter (PM10) Pada Pedagang Kaki Lima Akibat Transportasi (Studi Kasus: Jalan Kaligawe Kota Semarang)*. Departemen Kesehatan Masyarakat , 4 (3), 677-691.



UNESA
Universitas Negeri Surabaya