



Pengaruh Angin Permukaan dan Kelembapan Udara Terhadap *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Sorong Periode Januari – Juli 2019

Effect of Surface Wind and Air Humidity on SPM in Sorong Period January – July 2019

Nuryanto*, Haris Munandar Gultom, Shelin Melinda

Stasiun Pemantau Atmosfer Global Puncak Vihara Klademak Sorong, Jl. Sungai Remu Km. 8 Malanu, Malaingkedi, Sorong Utara, Kota Sorong, Papua Barat 98412.

*Email: nuryanto.ctgen@gmail.com

Naskah Masuk: 09 Agustus 2021 | Naskah Diterima: 20 September 2021 | Naskah Terbit: 31 Maret 2022

Abstrak. Sorong memiliki karakteristik padat penduduk, mobilitas masyarakat yang tinggi, serta pertumbuhan kendaraan bermotor. Meningkatnya laju mobilitas di Sorong membuat pencemaran udara berpotensi ikut meningkat. Salah satu pencemaran udara yang di terukur oleh Stasiun *Global Atmosphere Watch* (GAW) Sorong adalah *Suspended Particulate Matter* (SPM). SPM merupakan partikel berbentuk padat dan cair yang melayang di udara dalam jangka waktu yang relatif lama, kemudian adanya parameter meteorologi juga berperan penting dalam peningkatan maupun sumber polutan di Sorong. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi SPM, mengetahui sumber polutan SPM, dan mengetahui faktor meteorologi berupa kelembapan udara (RH), arah dan kecepatan angin terhadap konsentrasi SPM. Hasil pengukuran konsentrasi SPM di Sorong masih berada dalam kategori yang sangat aman karena nilai konsentrasi berada jauh dari nilai baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah, dengan nilai berkisar 16.04 – 30.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per bulannya. Dilihat dari sumbernya, partikel SPM di Sorong bersumber dari segala arah. Hasil korelasi parameter meteorologi dengan konsentrasi SPM menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kelembapan terhadap konsentrasi SPM, akan tetapi terdapat hubungan yang cukup kuat antara kecepatan angin dengan konsentrasi SPM, dengan nilai korelasi sebesar 0.766.

Kata Kunci: SPM, Pencemaran Udara, Parameter Meteorologi

Abstract. Sorong has the characteristics of a dense population, high community mobility, and the growth of motorized vehicles. The increasing rate of mobility in Sorong has the potential to increase air pollution as well. One of the air pollution measured by the *Global Atmosphere Watch* (GAW) Sorong Station is *Suspended Particulate Matter* (SPM). SPM is solid and liquid particles that float in the air for a relatively long period of time, then the presence of meteorological parameters also plays an important role in increasing and pollutant sources in Sorong. This study aims to determine the level of SPM concentration, determine the source of SPM pollutants, and determine meteorological factors in the form of air humidity (RH), wind direction and speed on SPM concentrations. The results of the measurement of SPM concentration in Sorong are still in the very safe category because the concentration value is far from the quality standard value set by the government, with a value ranging from 16.04 – 30.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per month. Judging from the source, the SPM particles in Sorong come from all directions. The results of the correlation of meteorological parameters with SPM concentration show that there is no significant relationship between humidity and SPM concentration, but there is a fairly strong relationship between wind speed and SPM

concentration, with a correlation value of 0.766.

Keywords: SPM, Air Pollution, Meteorological Parameters

Pendahuluan

Udara Ambien yaitu udara bebas di permukaan bumi yang sehari – hari dihirup oleh makhluk hidup. Pencemaran udara akan mempengaruhi kualitas udara ambien yang nantinya dihirup oleh makhluk hidup. Menurut Kurniawati dkk [1] dalam mendapatkan udara ambien yang berkualitas baik (udara bebas yang dihirup oleh makhluk hidup sesuai PP No.41 Tahun 1999), perlu dilakukan pengendalian pencemaran udara. Salah satu hal yang perlu dilakukan dalam pengendalian pencemaran udara adalah kegiatan memantau atau mengukur kualitas udara. Menurut Widodo [2] salah satu permasalahan lingkungan yang terjadi pada kota – kota besar di dunia adalah pencemaran lingkungan. Salah satu sumber polutan paling utama adalah *Suspended Particulate Matter* (SPM).

SPM adalah campuran partikel padat dan cair yang ada di udara baik itu organik ataupun anorganik [3]. *Particulate Matter* (PM) salah satu permasalahan yang dihadapi dalam ilmu lingkungan. Ini memiliki efek kesehatan pada manusia dan hewan di negara maju dan berkembang. PM ada di sekitar kita dan memiliki berbagai sumber, baik alami maupun aktivitas manusia (misalnya jalan transportasi, pembakaran, industri, ekstraksi mineral, konstruksi) [4]. Nilai baku mutu dari SPM telah diatur dalam PP No.41 Tahun 1999 dengan nilai ambang batas sebesar 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Salah satu dampak SPM terhadap Kesehatan pada manusia yaitu asma, hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nurmala dkk [5]. SPM merupakan salah satu zat pencemar udara berupa partikel berbentuk padat dan cair dengan diameter mulai dari <1 mikron sampai dengan 100 mikron dan lebih besar. Partikel ini mengandung zat padat mikroskopis yang sangat kecil sehingga dapat dihirup dan menyebabkan masalah kesehatan yang serius, salah satunya yaitu asma.

SPM berukuran kurang dari 10 mikron dapat terhirup masuk dan mengendap di saluran pernapasan yang mengakibatkan pengeluaran cairan mukosa berlebih dan terjadi penyempitan saluran pernafasan. Sehingga menimbulkan peradangan dan meningkatkan ketebalan dinding saluran bronkiolus serta memperkecil saluran aliran udara yang mengakibatkan asma [5]. Selain itu, partikulat juga sangat bahaya bagi anak – anak dan balita. Hal ini sesuai dengan penelitian Azhar dkk [6] yang mengatakan bahwa anak – anak dan balita beresiko lebih tinggi mengalami kerusakan dan peradangan pada paru – paru akibat partikulat. Hal tersebut terjadi karena balita dan anak – anak bernafas lebih cepat dibanding orang dewasa sehingga mereka menghirup polutan lebih banyak.

Penelitian tentang partikulat udara, khususnya SPM sudah dilakukan oleh Widodo [2] mengenai konsentrasi SPM di Wilayah DKI Jakarta. SPM tertinggi terjadi di Kawasan perdagangan Glodok (313 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), tertinggi kedua adalah Ancol (223 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dan terendah terjadi di Monas (193 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Berdasarkan konsentrasi SPM di atas ambang batas secara rata – rata tahunan, untuk wilayah Ancol berlangsung lebih dari 6 bulan yaitu pada bulan Mei – November, untuk wilayah Monas pada Juni – Agustus, namun untuk wilayah Glodok SPM berlangsung sepanjang tahun dari Januari hingga Desember.

Faktor meteorologi ikut berperan dalam peningkatan jumlah partikulat, perubahan dalam parameter meteorologi dapat membawa pengaruh yang besar terhadap penyebaran dan difusi pencemaran udara yang diemisikan baik terhadap wilayah itu sendiri maupun yang terbawa dari wilayah lain disekitarnya [7]. Kelembapan udara dapat mempengaruhi konsentrasi pencemar, pada saat kondisi kelembapan tinggi maka kadar uap air di udara dapat bereaksi dengan pencemar udara, sehingga akan menjadi zat lain yang berbahaya atau menjadi pencemar sekunder [8]. Menurut penelitian Neigburger



dan Morris [9] adanya pengaruh kecepatan angin terhadap konsentrasi PM saat bernilai maksimum. Partikulat yang memiliki ukuran kecil (1 – 100 mikron), penyebaran dan pergerakannya sangat mudah dipengaruhi oleh angin. Angin merupakan parameter meteorologi utama yang memiliki dampak besar terhadap transportasi horizontal dan distribusi polutan udara serta vertikal pencampuran dan penyebaran di suatu wilayah [10]. Berdasarkan hasil penelitian Budiarto [11] kecepatan angin dan konsentrasi partikulat memiliki hubungan yang signifikan dan searah, dimana ketika kecepatan angin naik maka konsentrasi partikulat juga naik.

Penelitian dilakukan di Stasiun GAW sorong yang memiliki tugas salah satunya yaitu melaksanakan pengukuran SPM. Lokasi penelitian yang berada di kawasan hutan lindung Klademak Sorong dan berjarak tidak jauh dari wilayah perkotaan, dikhawatirkan akan mempengaruhi konsentrasi SPM pada lokasi penelitian. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memiliki tujuan yaitu mengetahui tingkat konsentrasi SPM, mengetahui sumber polutan SPM, dan mengetahui faktor meteorologi berupa kelembapan udara (RH), arah dan kecepatan angin terhadap konsentrasi SPM.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Stasiun Pemantau Atmosfer Global Puncak Vihara klademak Sorong $0^{\circ}52'28.87''S$ dan $131^{\circ}16'03.73''E$ (Gambar 1). Data yang digunakan adalah data dari pengamatan SPM, arah dan kecepatan angin bulan Januari – Juli 2019. Pemantauan SPM dilakukan dengan metode sampling menggunakan *High Volume Sampler* (HVS), sedangkan untuk analisis laboratorium menggunakan Neraca Analitik (*Analytical Balance*). Data kelembapan udara (RH), arah dan kecepatan angin diambil dari AWS (*Automatic Weather Stations*). Arah dan kecepatan angin akan diolah menggunakan software ARCVIEW untuk dijadikan *windrose*. *Windrose* adalah analisis keadaan angin yang hasilnya mudah dipahami karena penyajiannya dalam bentuk diagram dan menggambarkan kondisi kecepatan dan arah angin tertentu pada suatu tempat [12]. Selanjutnya menggunakan aplikasi *Google Earth Pro* untuk mengetahui gambaran arah partikulat berdasarkan arah angin



Gambar 1. Lokasi Penelitian shelter Stasiun GAW Sorong

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif untuk menyelesaikan permasalahan penelitian yang telah dirumuskan. Dimana metode kuantitatif merupakan metode membandingkan data dari berbagai data dengan menggunakan pendekatan korelasi statistik [13]. Metode deskriptif digunakan untuk menganalisis hasil olahan statistik sederhana berupa rata – rata. Statistik deskriptif hanya berhubungan dengan menguraikan keterangan – keterangan atau gambaran mengenai suatu data dan keadaan [14]. Metode statistik deskriptif yang digunakan yaitu penyajian data menggunakan grafik, untuk menjelaskan atau mengetahui bagaimana kondisi partikulat (SPM) di *Shelter* GAW

Sorong. Kemudian dilakukan analisis korelasi sederhana untuk mengetahui seberapa kuat hubungan parameter meteorologi (kelembapan udara, curah hujan, dan kecepatan angin) terhadap SPM. Korelasi yang digunakan adalah korelasi *pearson* (r). Nilai koefisien korelasi berada antara 1 dan -1 ($-1 \leq r \leq 1$), dimana angka $+1$ dan -1 menunjukkan hubungan yang erat antara kedua variabel, sedangkan 0 menunjukkan tidak ada hubungan antara dua variabel terkait. Berikut formula sederhana korelasi *pearson* menurut [15] sebagai berikut;

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (1)$$

Dimana:

r_{xy} = Koefisien korelasi

X = Variabel tidak terikat XY = Variabel terikat Y

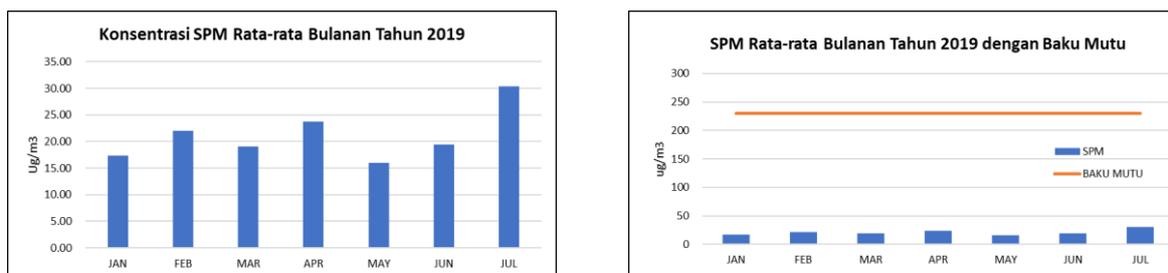
n = Jumlah data

Untuk mengetahui uji signifikan hasil korelasi antar variabel – variabel digunakan uji *p – value*, dimana jika nilai *p – value* 0,05 atau memiliki tingkat kepercayaan sebesar 95%, maka hasil korelasi signifikan dan sebaliknya jika >0.05 maka hasil korelasi kedua variable tidak signifikan [15].

Hasil dan Pembahasan

Konsentrasi Suspended Particulate Matter (SPM)

Kondisi SPM di Sorong berdasarkan dari pemantauan SPM bulan Januari – Juli tahun 2019 di Stasiun Pemantau Atmosfer Global Puncak Vihara klademak Sorong terdapat pada Gambar 2. Secara umum konsentrasi partikulat berada pada kisaran $16.04 \text{ ug/m}^3 - 30.44 \text{ ug/m}^3$ dengan nilai rata – rata sebesar 21.14 ug/m^3 . Konsentrasi partikulat maksimum terjadi pada bulan Juli yaitu 30.44 ug/m^3 sedangkan konsentrasi partikulat minimum terjadi pada bulan Mei yaitu 16.04 ug/m^3 . Jika berdasarkan standar baku mutu yang telah diatur dalam PP No.41 Tahun 1999, secara umum selama bulan kondisi SPM bulan Januari – Juli 2019 di kota Sorong masih berada dibawah nilai ambang batas, dimana nilai ambang batas untuk SPM yaitu 230 ug/m^3 .



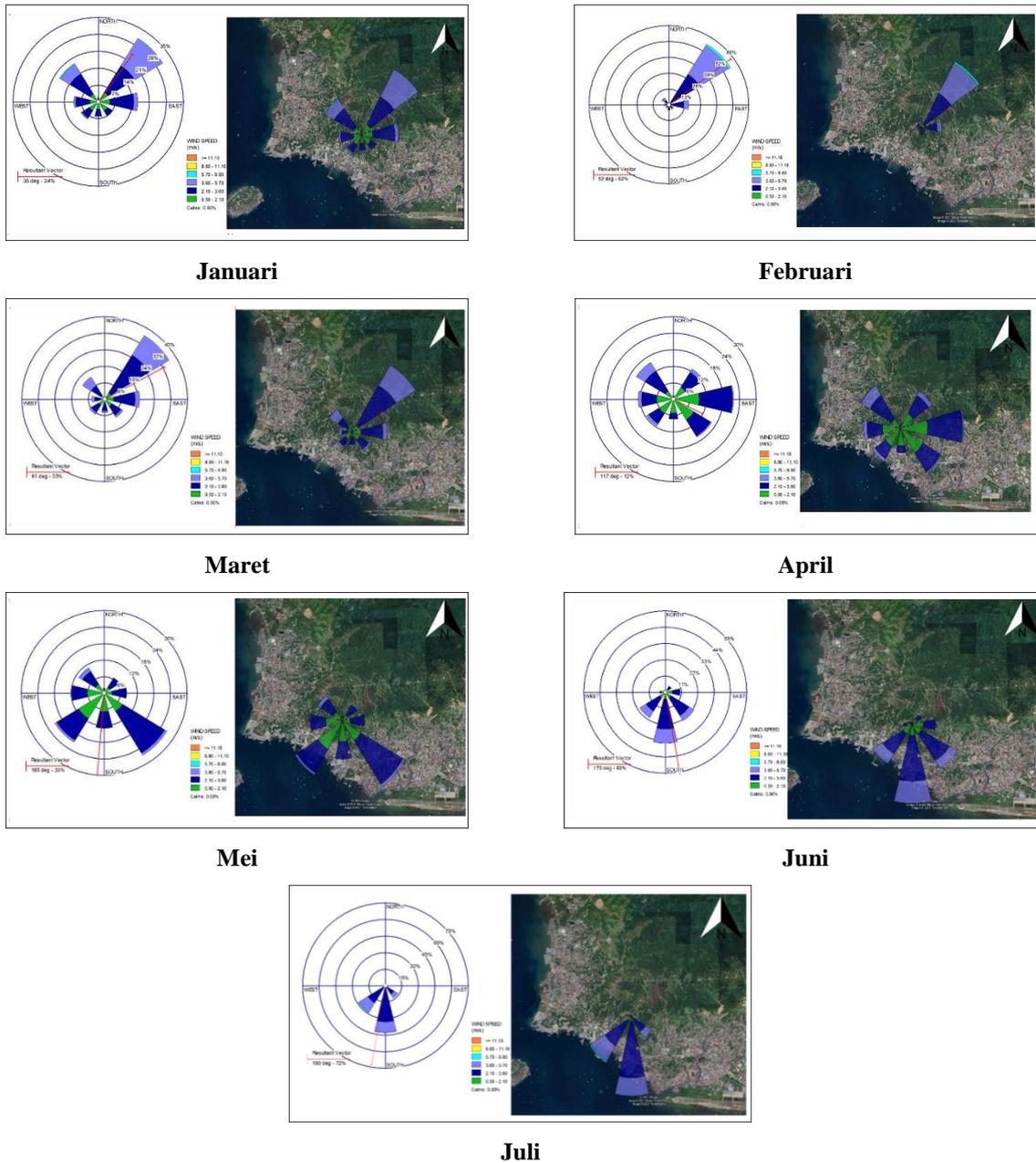
Gambar 2. *Suspended Particulate Matter* (SPM) rata – rata bulanan tahun 2019

Sumber Konsentrasi Suspended Particulate Matter (SPM)

Sumber konsentrasi SPM (Gambar 3) pada bulan Januari – Juli 2019 di Stasiun Pemantau Atmosfer Global Sorong berdasarkan arah angin secara umum berasal dari segala arah. Untuk bulan Januari – Maret 2019 arah angin di dominasi arah Timur Laut sebesar (24 % – 55%). Wilayah yang berada di Timur laut merupakan wilayah perhutanan menghasilkan sedikit partikel, karena pada wilayah tersebut hanya terdapat tumbuhan dan tidak ada aktivitas manusia yang menghasilkan partikel atau polutan. Kondisi ini dapat di tandai dengan nilai SPM berkisar $17.39 - 21.97 \text{ ug/m}^3$. Pada bulan April – Mei 2019 arah angin berasal dari segala arah tetapi didominasi oleh arah Timur dan Tenggara sebesar (20 – 26 %). Dimana wilayah Timur dan Tenggara merupakan wilayah perkotaan yang padat penduduk dan tingginya mobilitas kendaraan bermotor yang menjadikan sumber polutan, hal ini ditandai dengan nilai konsentrasi SPM $16.04 - 23.68 \text{ ug/m}^3$. Sedangkan untuk kondisi konsentrasi SPM pada bulan Juni – Juli 2019 berkisar $19.40 - 30.44 \text{ ug/m}^3$, sebagian besar polutan berasal dari arah Selatan (35 – 45 %).



Wilayah Selatan merupakan wilayah perkotaan di pesisir yang padat penduduk dan tingginya mobilitas kendaraan bermotor yang menjadi sumber polutan. Menurut penelitian Widodo [2] sumber utama polutan di wilayah perkotaan berasal dari asap kendaraan bermotor seperti kendaraan roda dua, mobil pribadi dan kendaraan umum. Pada penelitian Seung dan Young [16] sumber terbesar *particulate matter* pada daerah perkotaan berasal dari asap kendaraan bermotor, Sulfat dan Nitrat.

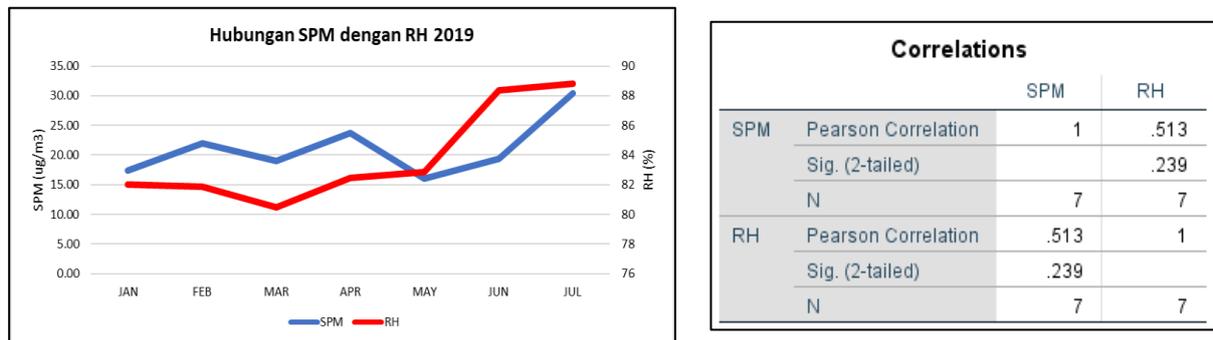


Gambar 3. Arah dan kecepatan angin rata – rata bulan Januari – Juli 2019

Hubungan Kelembapan (RH) terhadap Suspended Particulate Matter (SPM)

Grafik hubungan RH dengan SPM bulanan pada Gambar 4 terlihat bahwa RH maksimum yaitu 89% terjadi pada bulan Juli dengan nilai konsentrasi SPM adalah 30.44 ug/m³ dan RH minimum yaitu 80% terjadi pada bulan Maret dengan nilai konsentrasi SPM adalah 19.06 ug/m³. Berdasarkan hasil korelasi sederhana *paerson* (r) pada Gambar 5 diketahui bahwa signifikan (*p – value* = 0.239), dimana nilai korelasi (r) adalah 0.513, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara RH dan SPM.



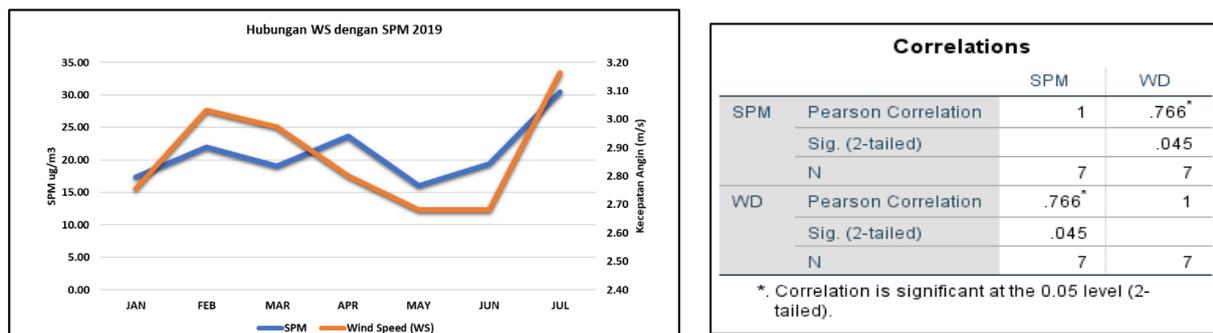


Gambar 4. hubungan RH terhadap SPM bulanan

Hasil ini selaras dengan hasil penelitian oleh Nasihastul [17] bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kelembapan udara terhadap konsentrasi SPM. Menurut penelitian Aprianti [18] ketika kelembapan naik, seharusnya konsentrasi SPM menurun atau sebaliknya, akan tetapi berdasarkan hasil penelitian ini ketika kelembapan naik SPM juga ikut naik dan sebaliknya. Menurut Nasihastul [17] hal ini dikarenakan ketika adanya kenaikan kelembapan memicu pembentukan radikal hidroksil, dimana oksigen yang terdapat di udara bereaksi dengan air yang kemudian akan memproduksi produk akhir berupa partikel sekunder, sehingga partikel tersebut memicu terjadinya peningkatan konsentrasi SPM

Hubungan Kecepatan Angin terhadap Suspended Particulate Matter (SPM)

Grafik hubungan kecepatan angin bulanan dengan SPM bulanan pada Gambar 5 terlihat bahwa kecepatan angin maksimum yaitu 3.16 m/s terjadi pada bulan Juli dengan nilai konsentrasi SPM adalah 30.44 ug/m³ dan kecepatan angin minimum yaitu 2.76 m/s terjadi pada bulan Januari dengan nilai konsentrasi SPM adalah 17.39 ug/m³. Berdasarkan hasil korelasi sederhana *paerson* (r) pada Gambar 10 diketahui bahwa hubungan kecepatan angin dan SPM yaitu signifikan (*p - value* = 0.045), kuat dan searah dimana nilai korelasi (r) adalah 0.766, hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang kuat (positif) antara kecepatan angin dan SPM. Ini artinya ketika kecepatan angin naik atau meningkat maka konsentrasi partikulat juga ikut meningkat, hal ini dikarenakan sumber pencemar atau partikulat tidak hanya terbawa dari perkotaan tetapi kemungkinan bisa terbawa dari daerah yang lebih jauh lagi.



Gambar 5. Hubungan kecepatan angin terhadap SPM bulanan

Angin memiliki peran yang sangat penting dalam penyebaran polutan, dimana partikel polutan akan bergerak sesuai arah angin bergerak [19]. Menurut Supriyadi [20], selain arah, kecepatan angin juga berperan penting dalam mempengaruhi penyebaran polutan dari sumbernya dan pergerakan angin yang kuat juga dapat menciptakan tubulensi yang kuat pula sehingga akan terjadi pencampuran polutan dengan udara di sekitarnya yang menyebabkan konsentrasi polutan menjadi kecil. Kecepatan angin lebih dari 5 m/s dianggap sebagai kondisi maksimum yang mengganggu terhadap partikulat SPM, dimana konsentrasi SPM akan mencapai 4 kali lebih banyak dari sebelumnya [21]. Kecepatan angin dapat mempengaruhi jumlah partikel polutan terutama di wilayah perkotaan yang padat penduduk dan memiliki bangunan tinggi, menurut Liu dkk [22] serta Yang dkk [23] terdapat korelasi negatif yang



kuat antara kepadatan wilayah dan kecepatan angin, artinya meningkatnya kepadatan populasi, menurunnya kecepatan angin membuat partikel polutan udara mudah menumpuk dan tidak mudah menyebar atau dapat tertinggal lebih lama, sehingga ketika terjadi pembentukan kecepatan angin yang tinggi maka akan dapat menghasilkan jumlah polusi yang lebih banyak yang dapat menyebar ke wilayah lain.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa secara umum konsentrasi SPM di Sorong masih berada dalam kategori yang sangat aman karena nilai konsentrasi berada jauh dari nilai baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah dengan nilai berkisar 16.04 – 30.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per bulannya. Kemudian jika dilihat dari sumbernya, partikel SPM di Sorong terjadi dari segala arah. Hasil korelasi parameter meteorologi dengan konsentrasi SPM menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kelembapan udara (RH) terhadap konsentrasi SPM, akan tetapi terdapat hubungan yang cukup kuat antara kecepatan angin dengan konsentrasi SPM, dengan nilai korelasi sebesar 0,766.

Daftar Pustaka

- [1] Kurniawati R.T.D., Rahmawati, Wilandari Y. 2015. Pengelompokan Kualitas Udara Ambien Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Menggunakan Analisis Kluster. *Jurnal Gaussian*, Volume 4, Nomor 2, Tahun 2015, Halaman 393 – 402.
- [2] Widodo, J. 2020. Analisis Perbandingan Konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Tiga Wilayah di Jakarta Periode Tahun 2006 – 2019. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* Volume 7 Nomor 3: 108 – 116.
- [3] Mutua A.K., Mavuti K.M., Tackx M. 2004. Spatial Distribution of Suspended Particulate Matter in Mtwapa Creek and Funzi Bay, Kenya. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* Vol. 3, No. 1, pp. 29–36, 2004.
- [4] Abulude. F.O. 2016. *Particulate Matter: An Approach to Air Pollution*. Preprints 2016, 2016070057.
- [5] Nurmala E., Budiyono., Suhartono. 2018. Hubungan Konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) Udara Ambien dan Kondisi Cuaca Dengan Angka Kejadian Asma di Kecamatan Semarang Barat Tahun 2015 – 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e – Journal)* Volume 6, Nomor 6, Oktober 2018 (ISSN: 2356 – 3346).
- [6] Azhar K., Dharmayanti I., Mufida I. 2015. Kadar Debu Partikulat (PM_{2,5}) dalam Rumah dan Kejadian ISPA pada Balita di Kelurahan Kayuringin Jaya, Kota Bekasi Tahun 2014. *Media Litbangkes*, Vol. 26 No. 1, Maret 2016, 45 – 52.
- [7] Minerva N., P., A., T. 2012. Hubungan Konsentrasi SO₂ dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan Jumlah Kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006 – 2010. Skripsi FKM UI.
- [8] Budi, Pramono. 2002. Analisis Kualitas Udara Ambien dan Faktor Meteorologi terhadap Kejadian Penyakit ISPA di Puskesmas Kecamatan Kembangan Jakarta Barat September 2001 – Mei 2002. Tesis FKM UI.
- [9] Neigburger, Morris, 1995. *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita*. Bandung: ITB.
- [10] Seaman, N.L., Michelson, S.A. 2000. Mesoscale meteorological structure of a high – ozone episode during the 1995 NARSTON ortheast study. *Journal of Applied Meteorology* 39, in press.
- [11] Budianto, W. 2008. Analisis Hubungan Kualitas Udara Ambien Dengan Kejadian Penyakit ISPA: Suatu Kajian Hubungan antara Kondisi Faktor Meteorologis dan Konsentrasi PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, dan O₃ dengan Kejadian Penyakit ISPA di Kecamatan Bandung Wetan, Tahun 2007.



- (Tesis). Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Indonesia, Jakarta.
- [12] Fadholi A. 2013. “Analisis Data dan Arah Kecepatan Angin Landas Pacu (Runway) Menggunakan Aplikasi Windrose Plot (WRPLOTS)”. *Jurnal Ilmu Komputer*. 09 (02), September 2013.
- [13] Putra I.K., Saharjo B.H, Wasis, B. 2019. Tantangan Kelembagaan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Pada Tingkat Tapak. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2), pp.151 – 159.
- [14] Nasution L.M. 2017. Statistik Deskriptif. *Jurnal Hikmah*, Volume 14, No. 1, Januari – Juni 2017, ISSN :1829 – 8419.
- [15] Budiwati, T., Budiyo, A., Setyawati, W. & Indrawati, A. 2010. Analisis Korelasi Pearson untuk Unsur – Unsur Kimia Air Hujan Di Bandung. *J. Sains Dirgant.*, 7(2): 100–112.
- [16] Seung S. Park, Young J. Kim. 2005. Source contributions to fine particulate matter in an urban atmosphere *Chemosphere* 59 (2005) 217–226.
- [17] Nasihastul A. 2019. Analisis Hubungan Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di Dalam dan di Luar Ruangan dan Faktor – Faktor yang Berhubungan (Studi Kasus: PT. Japfa So Good Food Sidoarjo). Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- [18] Aprianti, D. 2011. Analisis Pengaruh Tingkat Volume Lalu Lintas Kendaraan di Pintu Tol terhadap Tingkat Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dan Pengukuran Konsentrasi Timbal di Udara Ambien (Studi Kasus: Pintu Tol Cililitan 2, Bulan Januari – Februari 2011). Skripsi. Depok: Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
- [19] Parlaungan H., Aryo S., David. 2018. Analisis Windrose Sebagai Input Prediksi Pencemaran Udara Menggunakan Software AERMOD. *Jom FTEKNIK* Volume 5.
- [20] Supriyadi, Eko. 2009. Penerapan Model Finite Length Line Source Untuk Menduga Konsentrasi Polutan dari Sumber Garis (Studi Kasus: Jl. M.H. Thamrin, DKI Jakarta). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- [21] Fan. C, Zang. L, Qin. B, Wang. S, Hu. W, Zhang. C. 2004. Estimation on dynamic release of phosphorus from wind – induced suspended particulate matter in Lake Taihu. *Science in China Ser. D Earth Sciences* Vol.47 No.8 710 – 719.
- [22] C. Liu, B.H. Henderson, D. Wang, X. Yang, Z.R. Peng. 2016. A land use regression application into assessing spatial variation of intra – urban fine particulate matter (PM_{2.5}) and nitrogen dioxide (NO₂) concentrations in City of Shanghai, China, *Sci. Total Environ.* 565 607–615.
- [23] Yang J, Shi B, Shi Y, Marvin S, Zheng Y, Xia G. 2019. Air pollution dispersal in high density urban areas: Research on the triadic relation of wind, air pollution, and urban form, *Sustainable Cities and Society*. SCS 10194.

