

Analysis PM_{2.5} in The North Sumatra Region (Case Study: August 2015 and August 2021)

Analisis PM_{2.5} di Wilayah Sumatera Utara (Studi Kasus: Agustus 2015 dan Agustus 2021) PM_{2.5}

Rheo Khoiry Irdhiansyah Siregar^{a,*}, Sayful Amri^a

^a*Klimatologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Jl. Perhubungan 1 No 5, Pondok Betung, Pondok Aren, Tangerang Selatan, Tangerang
15221*

*Corresponding author: siregarrheo@gmail.com

Abstract

PM_{2.5} is any particulate in the air with a size of 2.5 μ or less. These particulates are quite dangerous if too much is in the air and harmful to health because if you live too much it will cause respiratory disease. In the North Sumatra region, the PM_{2.5} value can be said to be in the unhealthy category due to human activities such as the use of fossil fueled motors, forest fires, and others. In addition, PM_{2.5} concentration is affected by air temperature and wind movement. High air temperatures will increase the concentration of PM_{2.5}, the movement of winds that experience divergence can also increase the concentration value due to precipitation in the lower air. The PM_{2.5} concentration value in August 2015 was quite high, but in August 2021 it decreased due to the covid-19 pandemic which caused reduced human activities. This study shows the effect of air temperature and wind movement on PM_{2.5}, as well as the value of PM_{2.5} in August 2015 and 2021 in North Sumatra.

Keywords: *PM_{2.5}, North Sumatra, Air Temperature, Wind, August*

Abstrak

PM_{2.5} adalah salah satu partikulat yang ada di udara, partikulat ini berukuran 2.5 μ atau kurang. Partikulat ini cukup berbahaya apabila terlalu banyak di udara, hal ini dikarenakan bisa menyebabkan penyakit pernafasan apabila terlalu banyak terhirup oleh manusia. Pada wilayah Sumatera Utara, nilai PM_{2.5} dapat dikatakan berada di kategori tidak sehat yang disebabkan adanya aktifitas manusia seperti penggunaan bermotor yang berbahan fosil, kebakaran hutan, dan lainnya. Selain itu, konsentrasi PM_{2.5} dipengaruhi oleh suhu udara dan pergerakan angin. Suhu udara yang tinggi akan menaikkan konsentrasi PM_{2.5}, pergerakan angin yang mengalami divergensi juga dapat menaikkan nilai konsentrasinya dikarenakan terjadinya pengendapan pada udara bawah. Nilai konsentrasi PM_{2.5} pada bulan Agustus 2015 cukup tinggi, tetapi pada bulan Agustus 2021 mengalami penurunan akibat adanya pandemi covid-19 yang menyebabkan berkurangnya aktifitas manusia. Pada penelitian ini memperlihatkan pengaruh suhu udara dan pergerakan angin terhadap PM_{2.5}, serta memperlihatkan nilai perbandingan PM_{2.5} bulan Agustus 2015 dan 2021 di wilayah Sumatera Utara.

Kata kunci : *PM_{2.5}, Sumatera Utara, Suhu Udara, Angin, Bulan Agustus*

PENDAHULUAN

Lapisan ozon merupakan salah satu polutan yang ada di atmosfer yang terbentuk dari oksidasi hidrokarbon dan keberadaan NO_x . Emisi NO_x umumnya dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil. Sedangkan hidrokarbon berasal dari aktivitas manusia seperti, pembakaran, penguapan bahan bakar, penggunaan larutan, dan industri kimia, serta sumber-sumber alamiah, seperti vegetasi daratan (Jacob, 1999). Kebakaran hutan dan lahan adalah salah satu penyebab terjadinya oksidasi hidrokarbon yang menyebabkan peningkatan nilai $\text{PM}_{2.5}$ di udara. Keberadaan ozon permukaan berbahaya tidak hanya untuk kesehatan manusia, tetapi untuk tanaman juga (Aberta, 2021). Ozon permukaan dapat menurunkan kesehatan paru-paru (Krupnick dkk., 1990; Chen dkk., 2007) dan terbukti berdampak terhadap kematian harian dalam fungsi kuadrat (Diaz dkk., 2018).

Karena keberadaannya yang berbahaya menyebabkan organisasi kesehatan menetapkan suatu ambang batas untuk Ozon. Untuk wilayah Indonesia memiliki baku mutu udara ambien (BMUA) yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup, untuk Ozon dalam 1 jam sebesar $235 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan rata-rata dalam satu tahun sebesar $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aberta, 2021). WHO (*World Health Organization*) mengeluarkan pedoman kualitas udara untuk Ozon permukaan

sebesar $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk rata-rata delapan jam (Aberta, 2021). Untuk konsentrasi $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} yang dilakukan oleh Zhou dkk. (2016) melakukan analisis statistik yang dilakukan berdasarkan data yang dipublikasikan dari $\text{PM}_{2.5}$ dan konsentrasi massa PM_{10} dan komposisi kimia $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} . Hasil penelitian menunjukkan korelasi positif yang kuat ($R^2 = 0,87$, $p < 0,01$) konsentrasi $\text{PM}_{2.5}$ terhitung sekitar 65% dari konsentrasi PM_{10} .

Oke (1986); Nasstrom dkk (2000); Stroh dkk (2005) mengatakan emisi pencemar udara akan tersebar sesuai dengan kondisi meteorologi setempat terutama arah angin rata-rata dan fluktuasi kecepatan trubulen, serta stabilitas atmosfer yang dinamis baik temporal ataupun spasial. Finn dkk (2010) mengatakan perbedaan stabilitas atmosfer urban cukup kontras terjadi pada siang dan malam hari, sehingga akan mempengaruhi pola dispersi pencemar secara diurnal.

Grell dkk (2005); Grell dan Baklanov (2011) mengatakan model memperhitungkan kimia dan fisika atmosfer yang dapat saling mempengaruhi, sehingga diharapkan proses transport maupun transformasi kimia pencemar lebih terakomodasi dalam pemodelan. Rahmawati (2003); Hadibowo dan Huboyo (2006); Warlina (2008); Ruhayat (2009) mengatakan bahwa model dispersi pencemar udara yang banyak digunakan di Indonesia adalah model yang memiliki

pendekatan dispersi Gauss. Pengolahan data $PM_{2.5}$ dan data curah hujan akan menggunakan *microsoft excel* dan *ArcGIS*.

METODE PENELITIAN

Data dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data antara lain:

a. Data $PM_{2.5}$ pada bulan Agustus 2015 dan 2021 yang diambil dari web aqicn yang bertujuan untuk data pengamatan yang telah tercatat. Data dapat diakses pada tautan berikut:

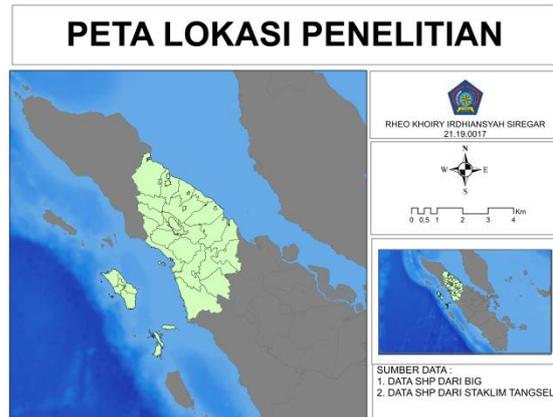
<https://aqicn.org/city/medan/download>

b. Data suhu udara bulanan pada bulan Agustus 2015 dan 2021 yang diambil dari web copernicus. Data digunakan untuk melihat grafik pengaruh suhu terhadap $PM_{2.5}$. Data dapat diakses pada tautan berikut:

<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>

c. Data angin bulanan pada bulan Agustus 2015 dan 2021 yang diambil dari web copernicus. Data digunakan untuk melihat pola sebaran angin. Data dapat diakses pada tautan berikut:

<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Wilayah yang menjadi lokasi penelitian adalah wilayah Sumatera Utara dan Riau, untuk wilayah Sumatera Utara terletak di 1 – 4° Lintang Utara dan 98 – 100° Bujur Timur, sedangkan wilayah Riau terletak di 15’ Lintang Selatan sampai -4° 45’ Lintang Utara dan 100° 03’ sampai 109° 19 Bujur Timur. Provinsi Sumatera memiliki batas wilayah dengan Aceh di sebelah utara, Riau dan Sumatera Barat di sebelah Selatan, Smaudera Hindia di sebelah Barat, serta Selat Malaka di sebelah timur.

Wilayah Sumatera Utara terdiri atas daerah pantai, dataran rendah dan tinggi serta pegunungan Bukit Barisan yang membentang di tengah-tengah dari Utara ke Selatan. Selain itu, wilayah Sumatera Utara juga memiliki kemiringan tanah antara 0-12% dengan luas 65,51%, 8,64%, dan di atas 40% seluas 24,28%. Sedangkan luas wilayah Danau Toba 112.920 ha atau 1,57%. Untuk wilayah Riau, memiliki batas wilayah dengan Sumatera Utara dan Selat Malaka di sebelah utara, Jambi di

sebelah selatan, Selat Malaka, Selar Singapur dan Laut Cina Selatan di sebelah timur, dan Sumatera Barat dan Sumatera Utara di sebelah barat. Wilayah Riau yang diukur dari letak ketinggian di atas permukaan laut, hampir 50% berada di atas 15 meter yang terletak di sebelah timur dan sisanya adalah dataran rendah sekitar 49,5%.

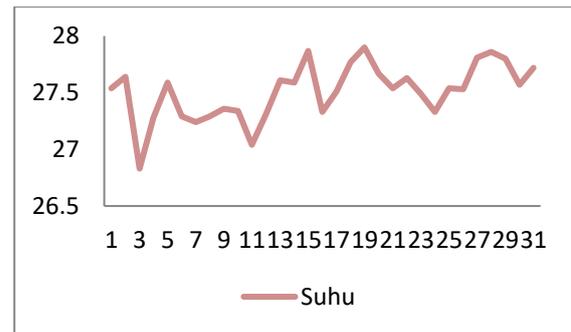
Metode Penelitian

Microsoft excel merupakan *software* pengolahan data yang digunakan pada platform *windows*. Pengolahan data yang dilakukan pada *microsoft excel* untuk menentukan pola naik-turunnya nilai $PM_{2.5}$ dan menunjukkan nilai terendah-tertinggi $PM_{2.5}$.

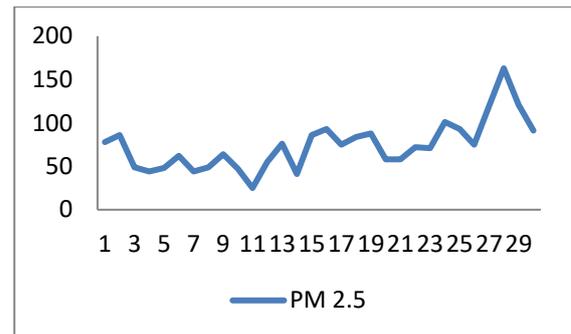
Selain itu, penggunaan CDO dibutuhkan untuk mengolah data .nc yang didapat dari web Copernicus untuk data suhu udara dan data angin. Setelah data diolah di CDO, data suhu udara dibuat grafik pada aplikasi *microsoft excel*, data angin divisualisasikan pada aplikasi Grads untuk melihat arah gerak dan sebarannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

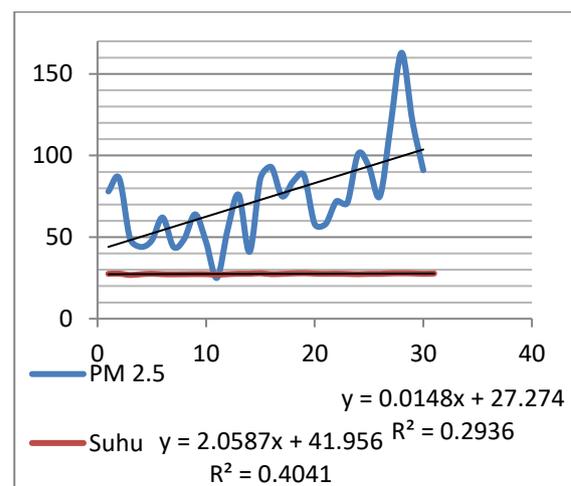
Hasil pengolahan data $PM_{2.5}$ yang menggunakan *microsoft excel* adalah sebagai berikut:



a)



b)

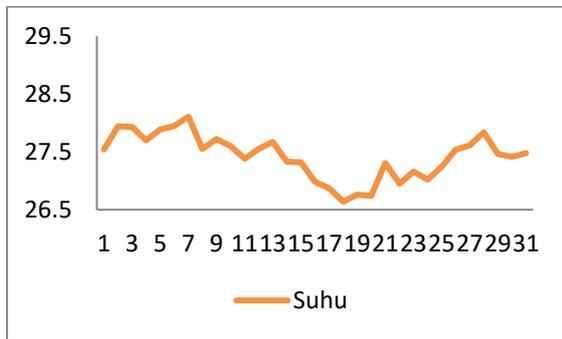


c)

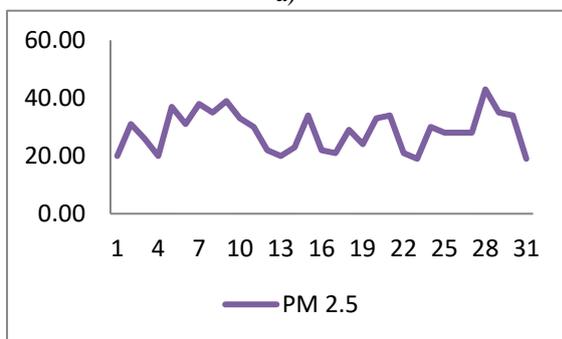
Gambar 2. a) Suhu Udara Bulan Agustus 2015 b) Nilai $PM_{2.5}$ Bulan Agustus 2015 c) Korelasi Suhu dan $PM_{2.5}$

Pada Gambar 2 (a dan b) memperlihatkan bahwa suhu udara dapat mempengaruhi nilai $PM_{2.5}$, saat suhu udara naik maka nilai $PM_{2.5}$ naik dan sebaliknya, Hal ini dapat dilihat pada hasil perhitungan korelasi yaitu sebesar 0.367546 dengan nilai R^2 sebesar 0.2936 dan 0.4041.

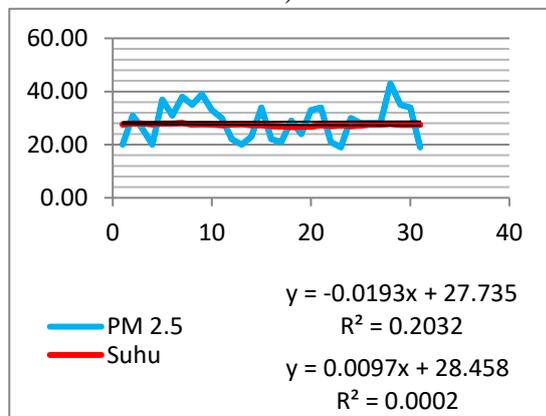
Contohnya pada tanggal 3 Agustus 2015, suhu udara mengalami penurunan, nilai $PM_{2.5}$ juga mengalami penurunan.



a)



b)



c)

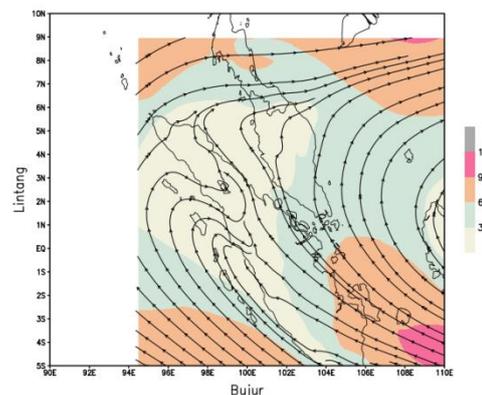
Gambar 3. a) Suhu Udara Bulan Agustus 2021 b) Nilai $PM_{2.5}$ Bulan Agustus 2021
c) Korelasi Suhu dan $PM_{2.5}$

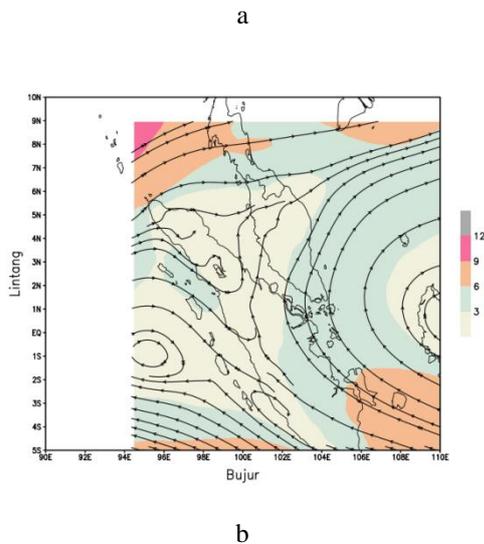
Contoh lain terjadi pada tanggal 5 Agustus 2015 suhu udara mengalami kenaikan, nilai $PM_{2.5}$ di tanggal yang sama juga mengalami kenaikan. Hal ini juga

terjadi pada bulan Agustus 2021 yang diperlihatkan oleh Gambar 3.

Pada Gambar 3 juga ditunjukkan suhu udara dapat mempengaruhi nilai $PM_{2.5}$, saat suhu udara naik maka nilai $PM_{2.5}$ naik dan sebaliknya, Misalnya pada tanggal 19 Agustus 2021, saat suhu udara mengalami penurunan, nilai $PM_{2.5}$ juga mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada hasil perhitungan korelasi yaitu sebesar 0,636625 dengan nilai R^2 sebesar 0,2032 dan 0,00002.

Selain itu, pergerakan angin dapat mempengaruhi nilai $PM_{2.5}$ pada suatu wilayah. Hal ini disebabkan angin yang membawa massa udara tidak hanya membawa uap air, tetapi membawa partikulat-partikulat lain. Partikulat ini akan berkumpul dan mencapai atmosfer bawah saat angin yang membawanya mengalami divergensi. Wilayah yang memiliki sirkulasi udara yang buruk akan mempengaruhi kualitas udara. Kondisi angin di wilayah Sumatera Utara pada bulan Agustus 2015 dan 2021 diperlihatkan pada Gambar 4.



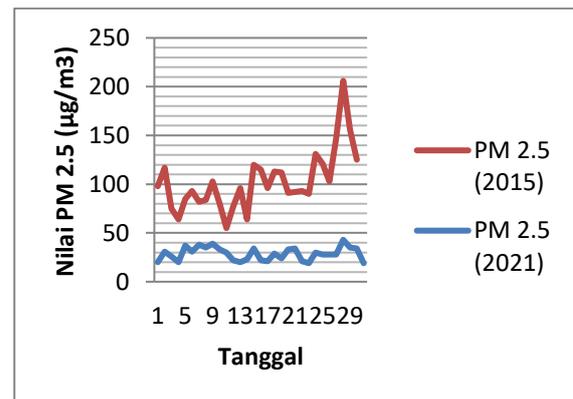


Gambar 4. a) Angin Pada Bulan Agustus 2015 b) Angin Pada Bulan Agustus 2021

Pada bulan Agustus 2015 diperlihatkan angin yang datang dari timur menuju wilayah Sumatera Utara dan mengalami perputaran sebelum akhirnya menuju utara, Sedangkan pada bulan Agustus 2021, angin dari timur yang menuju utara sebelumnya melewati wilayah Sumatera Utara. Pada kedua tahun memperlihatkan bahwa angin yang datang dari Samudera Hindia menuju utara, harus melewati wilayah Sumatera Utara dan mengalami perputaran dikarenakan kontur wilayah yang berupa pegunungan, sehingga angin yang datang mengalami divergensi disebabkan angin gunung yang sifatnya lebih kering. Hal ini yang menyebabkan nilai $PM_{2.5}$ mengalami kenaikan pada bulan Agustus 2015 dan 2021.

Nilai $PM_{2.5}$ pada bulan Agustus 2015 lebih tinggi dari bulan Agustus 2021, hal ini bisa terjadi akibat fenomena seperti

adanya kebakaran hutan,, adanya pandemi, atau fenomena alam lain yang dapat mempengaruhi konsentrasi $PM_{2.5}$ di wilayah Sumatera Utara. Gambar 5 memperlihatkan perbandingan nilai $PM_{2.5}$ bulan Agustus 2015 dan 2021.



Gambar 5. Nilai Perbandingan $PM_{2.5}$ Bulan Agustus 2015 dan 2021

Nilai $PM_{2.5}$ tertinggi pada bulan Agustus 2015 terjadi pada tanggal 28 Agustus yaitu sebesar $163 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan bulan Agustus 2021 terjadi pada tanggal 28 Agustus sebesar $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan nilai terendah pada bulan Agustus 2015 terjadi pada tanggal 11 Agustus sebesar $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan bulan Agustus 2021 terjadi pada tanggal 31 Agustus sebesar $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

KESIMPULAN

Data $PM_{2.5}$ pada bulan Agustus 2015 dan 2021 mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat dari nilai suhu udara dan pergerakan angin, pada bulan Agustus 2015 dan 2021 suhu udara tidak mengalami perubahan yang signifikan, tetapi pada pergerakan angin

memperlihatkan bahwa bulan Agustus 2015 angin yang datang dari Samudera Hindia mengalami hambatan di wilayah Sumatera Utara, sehingga terjadi divergensi yang menyebabkan naiknya nilai PM_{2.5}, hal ini berbeda pada bulan Agustus 2021 di mana angin yang datang dari Samudera Hindia tidak perlu mengalami divergensi, sehingga dapat langsung menuju utara.

Selain itu, pada bulan Agustus 2015 terjadinya kebakaran hutan dan fenomena lain yang dapat mempengaruhi kualitas udara. Sedangkan pada bulan Agustus 2021 masih terjadinya pandemi covid-19 dan berlangsungnya Pembatasan Pergerakan Kegiatan Masyarakat (PPKM) yang membuat berkurangnya mobilitas manusia, sehingga kualitas udara membaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sayful Amri M.Si yang telah membantu dalam pembuatan script Grads untuk data angin dan mengarahkan agar penulis dapat menyelesaikan tulisan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, J dan Hasibuan, F. A, "Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara."

Prosiding SNFUR-4, Pekanbaru 7 (2019).

Sulistiyono, A., Hartanto, Fathuroyan, Saputra, D dan Arifin, I.B., , "Studi Profil Ozon Permukaan (O₃) Dan Gas Karbon Monoksida (CO) Antara Kota Bandung Dan Bukit Kototabang Tahun 2008, Jurnal Ilmu Lingkungan 17.2 (2019): 239-244.

Faisal, I dan Sofyan, A., Analisis Pengaruh Variasi Musiman Terhadap Dispersi NO₂ di Kota Tangerang Dengan Menggunakan Model Wrf-Chem, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 25, No 1 (2019), 1 – 14.

Rasyid, F., Permasalahan dan Dampak Kebakaran Hutan. Jurnal Lingkar Widyaiswara 1.4 (2014): 47-59.

Rulinri, Aberta, 2021. "simulasi konsentrasi ozon permukaan di jakarta dengan wrf chem saat masa pembatasan sosial berskala besar (psbb) transisi". Tangerang Selatan: Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

Septianingrum, R., et al. "Dampak kebakaran hutan di Indonesia tahun 2015 dalam kehidupan masyarakat." Jurnal Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada (2018).

Turyanti, A., June, T., Aldrian E., dan Noor, E. "Analisis pola dispersi partikulat dan sulfurdioksida menggunakan model wrfchem di sekitar wilayah industri tangerang dan jakarta (analysis of particulate and sulfur dioxide pattern dispersion using wrfchem model

over industrial area in tangerang)."
Jurnal Manusia dan Lingkungan
23.2 (2016): 169-178.

Yunvi, Elpi Sandra, Indra Chandra, and
Rahmat Awaludin Salam. "Analisis

Potensi Kebakaran Hutan
Menggunakan Data Titik Panas
Dan Iklim Untuk Pemasangan Alat
Kualitas Udara Di Provinsi Riau."
eProceedings of Engineering 8.2
(2021)