ANALISIS DAN PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PM 2.5 DI DESA NGROMBOT KECAMATAN PATIANROWO KABUPATEN NGANJUK

Mochamad Rafy Maulana
Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Negeri Surabaya
mochamad.22078@mhs.unesa.ac.id

Dr. Fahmi Fahrudin Fadirubun, M.Pd.
Dosen Pembimbing Mahasiswa S1 Pendidikan Geografi, Fakultas lImu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Negeri Surabaya
fahmifadirubun@unesa.ac.id

Abstrak

Aktivitas industri berpotensi menimbulkan pencemaran udara akibat emisi yang dihasilkan selama proses produksi. Salah satu parameter yang digunakan untuk menilai kualitas udara adalah *Particulate Matter* ($PM_{2.5}$), yaitu partikel halus yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Desa Ngrombot, Kecamatan Patianrowo, Kabupaten Nganjuk merupakan wilayah yang berada di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari sehingga berpotensi mengalami paparan pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi kualitas udara berdasarkan konsentrasi $PM_{2.5}$ di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari serta menganalisis persepsi masyarakat terhadap kondisi kualitas udara di Desa Ngrombot. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung konsentrasi $PM_{2.5}$ pada lima titik pengamatan yang berjarak 200 meter, 400 meter, 600 meter, 800 meter, dan 1.000 meter dari kawasan industri serta penyebaran kuesioner kepada 50 responden. Data $PM_{2.5}$ dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap baku mutu udara ambien dan mengonversinya ke dalam Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020. Data persepsi masyarakat dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa distribusi frekuensi, persentase, dan nilai rata-rata (mean). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ pada lima titik pengamatan berturut-turut sebesar 129 µg/m³, 108 µg/m³, 97 µg/m³, 85 µg/m³, dan 72 µg/m³. Konsentrasi $PM_{2.5}$ menurun seiring bertambahnya jarak dari sumber emisi, namun seluruh titik pengamatan berada pada kategori ISPU Tidak Sehat. Hasil persepsi masyarakat menunjukkan adanya penilaian terhadap penurunan kualitas udara yang ditandai meningkatnya debu, berkurangnya kebersihan lingkungan, serta menurunnya kenyamanan beraktivitas. Persepsi masyarakat secara deskriptif sejalan dengan hasil pengukuran $PM_{2.5}$ yang menunjukkan kualitas udara masih memerlukan perhatian.

Kata Kunci: Kualitas Udara, $PM_{2.5}$, ISPU, Pencemaran Udara, Persepsi Masyarakat.

Abstract

Industrial activities have the potential to cause air pollution due to emissions generated during production processes. One parameter used to assess air quality is Particulate Matter ($PM_{2.5}$)—fine particles that can impact environmental quality and public health. Ngrombot Village, located in Patianrowo District, Nganjuk Regency, is situated near PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari and is therefore potentially exposed to air pollution. This study aims to analyze air quality conditions based on $PM_{2.5}$ concentrations in the vicinity of PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari and to examine community perceptions regarding air quality in Ngrombot Village. The study employs a quantitative method with a descriptive approach. Primary data were obtained through direct measurement of $PM_{2.5}$ concentrations at five observation points located 200, 400, 600, 800, and 1,000 meters from the industrial area and through the distribution of questionnaires to 50 respondents. $PM_{2.5}$ data were analyzed descriptively by comparing measurement results against ambient air quality standards and converting them into the Air Pollution Standard Index (ISPU) in accordance with the Regulation of the Minister of Environment and Forestry Number 14 of 2020. Community perception data were analyzed using descriptive statistics, including frequency distribution, percentages, and mean values. The results indicate that $PM_{2.5}$ concentrations at the five observation points were 129 µg/m³, 108 µg/m³, 97 µg/m³, 85 µg/m³, and 72 µg/m³, respectively. While $PM_{2.5}$ concentrations decreased as the distance from the emission source increased, all observation points fell into the "Unhealthy" ISPU category. Community perception results reveal an assessment of declining air quality, characterized by increased dust levels, reduced environmental cleanliness, and diminished comfort during daily activities. Public perception aligns descriptively with $PM_{2.5}$ measurement results, indicating that air quality still requires attention.

***Keywords**: Air Quality, $PM_{2.5}$, ISPU, Air Pollution, Public Perception.*

.

PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan salah satu komponen penting dalam kualitas lingkungan karena berhubungan dengan kesehatan manusia, kenyamanan, serta keberlangsungan aktivitas masyarakat. Aktivitas industri dapat menghasilkan emisi partikulat yang dilepaskan ke atmosfer. Salah satu parameter yang penting dalam penilaian kualitas udara adalah Particulate Matter ($PM_{2.5}$) yaitu partikel halus dengan ukuran aerodinamis tidak lebih dari 2,5 mikrometer. Ukuran yang sangat kecil membuat $PM_{2.5}$ mampu bertahan di udara dan masuk lebih dalam ke sistem pernapasan. WHO (2021) menempatkan $PM_{2.5}$ sebagai salah satu polutan yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaan kualitas udara.

Desa Ngrombot, Kecamatan Patianrowo, Kabupaten Nganjuk merupakan wilayah yang berada di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari. Keberadaan kegiatan industri di dekat kawasan permukiman menjadikan kondisi udara di wilayah tersebut penting untuk diamati. Aktivitas produksi, khususnya pada musim giling, dapat disertai kegiatan pembakaran, pengolahan bahan baku, mobilitas kendaraan pengangkut tebu, dan aktivitas operasional lainnya. Berbagai kegiatan tersebut berpotensi menjadi sumber partikulat yang kemudian terdispersi ke lingkungan sekitar (Yuliani & Susanto, 2021).

Industri gula memiliki karakteristik kegiatan produksi yang melibatkan penggunaan energi dan aktivitas transportasi bahan baku. Pembakaran ampas tebu sebagai bahan bakar boiler dapat menghasilkan emisi partikulat. Selain itu, kegiatan pengangkutan tebu dan lalu lintas kendaraan berat dapat menghasilkan debu jalan yang kembali terangkat ke udara (Rahayu, 2021). Oleh sebab itu, kondisi $PM_{2.5}$ di sekitar industri tidak selalu berasal dari satu sumber, tetapi dapat merupakan akumulasi dari beberapa sumber emisi yang berlangsung pada waktu yang sama.

Penyebaran polutan di atmosfer dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Seinfeld dan Pandis (2016) menjelaskan bahwa proses transportasi dan dispersi polutan dipengaruhi oleh angin, turbulensi, serta proses pencampuran udara. Kondisi tersebut menyebabkan konsentrasi pencemar dapat berbeda pada lokasi yang memiliki jarak berbeda dari sumber emisi. Karena itu, penelitian ini menggunakan lima jarak pengamatan, yaitu 200 meter, 400 meter, 600 meter, 800 meter, dan 1.000 meter dari kawasan industri.

Pengukuran secara langsung diperlukan untuk memberikan gambaran objektif mengenai konsentrasi $PM_{2.5}$. Namun, kondisi kualitas udara juga dapat dilihat dari pengalaman masyarakat yang tinggal dan beraktivitas di sekitar sumber pencemar. Persepsi masyarakat dapat menggambarkan perubahan lingkungan yang dirasakan secara langsung, misalnya keberadaan debu, kebersihan lingkungan, dan kenyamanan saat beraktivitas. Persepsi tersebut tidak menggantikan hasil pengukuran instrumen, tetapi dapat melengkapi informasi mengenai kondisi lingkungan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan pada dua tujuan, yaitu menganalisis kondisi kualitas udara berdasarkan konsentrasi $PM_{2.5}$ di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari dan menganalisis persepsi masyarakat terhadap kondisi kualitas udara di Desa Ngrombot. Analisis dilakukan secara deskriptif sehingga penelitian tidak melakukan pengujian hubungan, korelasi, atau pengaruh statistik antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dan persepsi masyarakat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, dengan tujuan untuk mengambarkan atau mendeskripsikan variabel mandiri(satu variabel atau lebih) tanpa membuat perbandingan variabel tersebut dengan variabel lain dan tanpa mencari hubungan atau penaruh antar variabel (Sugiyono, 2019). Pendekatan tersebut digunakan untuk menggambarkan kondisi kualitas udara berdasarkan hasil pengukuran $PM_{2.5}$ serta menggambarkan persepsi masyarakat berdasarkan hasil kuesioner. Penelitian dilaksanakan di Desa Ngrombot, Kecamatan Patianrowo, Kabupaten Nganjuk, terutama pada wilayah di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari. Pengambilan data dilakukan pada masa aktivitas penggilingan tebu sekitar November–Desember 2025.

Data penelitian terdiri atas data kualitas udara dan data persepsi masyarakat. Data kualitas udara diperoleh melalui pengukuran langsung konsentrasi $PM_{2.5}$ pada lima titik pengamatan. Titik tersebut ditentukan berdasarkan jarak dari kawasan industri, yaitu 200 meter, 400 meter, 600 meter, 800 meter, dan 1.000 meter. Pemilihan jarak dilakukan untuk memperoleh gambaran variasi konsentrasi partikulat pada lokasi yang semakin jauh dari sumber emisi.

Data persepsi masyarakat diperoleh melalui kuesioner dengan skala Likert lima tingkat. Responden berjumlah 50 orang dari masyarakat Desa Ngrombot yang memenuhi kriteria penelitian. Instrumen memuat pernyataan mengenai kondisi kualitas udara dan persepsi masyarakat terhadap kondisi lingkungan. Skor jawaban terdiri atas Sangat Setuju (5), Setuju (4), Netral (3), Tidak Setuju (2), dan Sangat Tidak Setuju (1).

Pengujian instrumen dalam penelitian dilakukan melalui uji validitas dan reliabilitas. Berdasarkan hasil yang tercantum dalam penelitian, 11 butir pertanyaan pada

UNESA Universitas Negeri Surabaya

instrumen kualitas udara ($PM_{2.5}$) dinyatakan memenuhi kriteria validitas. Seluruh butir pertanyaan pada instrumen persepsi masyarakat juga dinyatakan valid sehingga dapat digunakan dalam pengumpulan dan analisis data. Uji reliabilitas menghasilkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,637 untuk variabel kualitas udara dan 0,603 untuk variabel persepsi masyarakat. Nilai tersebut lebih besar dari koefisien 0,60 yang digunakan dalam penelitian, sehingga instrumen dinyatakan reliabel.

Analisis data $PM_{2.5}$ dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 serta mengonversi nilai konsentrasi ke dalam ISPU berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020. Data persepsi masyarakat dianalisis menggunakan distribusi frekuensi, persentase, dan nilai rata-rata (mean). Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan uraian naratif.

Penelitian ini tidak menggunakan analisis regresi maupun uji hubungan antara $PM_{2.5}$ dan persepsi masyarakat. Oleh karena itu, kesesuaian antara hasil pengukuran dan persepsi masyarakat hanya dibahas secara deskriptif. Batasan tersebut penting agar interpretasi hasil tetap sesuai dengan tujuan penelitian dan metode yang digunakan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil Kondisi Kualitas Udara Berdasarkan Konsentrasi $PM_{2.5}$

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ berbeda pada setiap titik pengamatan. Nilai tertinggi diperoleh pada jarak 200 meter sebesar 129 µg/m³. Selanjutnya, konsentrasi menurun menjadi 108 µg/m³ pada jarak 400 meter, 97 µg/m³ pada jarak 600 meter, 85 µg/m³ pada jarak 800 meter, dan 72 µg/m³ pada jarak 1.000 meter. Pola tersebut menunjukkan kecenderungan penurunan konsentrasi seiring bertambahnya jarak dari kawasan industri.

Tabel 1. Hasil Kualitas Udara Berdasarkan $PM_{2.5}$

No.	Jarak (m)	$PM_{2.5}$ (µg/m³)
1	200	129
2	400	108
3	600	97
4	800	85
5	1.000	72

Sumber: Olah Data (2026)

Hasil Pengukuran PM 2.5

Konsentrasi $PM_{2.5}$ sebesar 129 µg/m³ pada jarak 200 meter merupakan nilai tertinggi dalam pengukuran. Nilai tersebut kemudian menurun secara bertahap pada titik yang lebih jauh. Dari 200 meter ke 400 meter terjadi penurunan sebesar 21 µg/m³ atau sekitar 16,3%. Dari 400 meter ke 600 meter terjadi penurunan 11 µg/m³ atau sekitar 10,2%. Pada jarak 800 meter konsentrasi turun menjadi 85 µg/m³, kemudian menjadi 72 µg/m³ pada jarak 1.000 meter. Jika dibandingkan antara titik terdekat dan terjauh, terjadi penurunan sebesar 57 µg/m³ atau sekitar 44,2%.

Pola tersebut menggambarkan bahwa konsentrasi partikulat yang terukur pada lokasi penelitian cenderung lebih tinggi pada titik yang dekat dengan kawasan industri. Secara deskriptif, kondisi ini sesuai dengan konsep dispersi atmosfer, yaitu polutan yang dilepaskan dari sumber akan mengalami penyebaran dan pengenceran selama berpindah di atmosfer. Semakin jauh dari sumber, konsentrasi dapat berkurang akibat pencampuran dengan udara di sekitarnya (Stockie, 2021; Holmes & Morawska, 2020).

Meskipun demikian, hasil pengukuran tidak dapat diartikan hanya berdasarkan jarak. Kondisi meteorologi seperti arah angin, kecepatan angin, suhu, kelembapan, dan stabilitas atmosfer dapat memengaruhi penyebaran partikulat (Holmes & Morawska, 2020; Seinfeld & Pandis, 2016). Penelitian ini tidak melakukan analisis khusus terhadap faktor meteorologi, sehingga pembahasan dibatasi pada pola konsentrasi yang terukur pada lima titik.

Konsentrasi $PM_{2.5}$ pada seluruh titik juga masih relatif tinggi. Nilai terendah pada jarak 1.000 meter adalah 72 µg/m³. Dengan demikian, penurunan konsentrasi berdasarkan jarak belum menunjukkan bahwa kualitas udara telah berada pada kondisi baik. Kondisi tersebut menjadi dasar untuk melakukan konversi konsentrasi $PM_{2.5}$ ke dalam ISPU sehingga hasil pengukuran dapat diterjemahkan ke dalam kategori kualitas udara. (KLHK 2020)

Hasil Konversi PM 2.5 Menjadi ISPU

Konversi ISPU dilakukan berdasarkan breakpoint konsentrasi $PM_{2.5}$ sesuai Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020. Rentang 55,5–150,4 µg/m³ berada pada rentang ISPU 101–200 yang termasuk kategori Tidak Sehat. Seluruh nilai $PM_{2.5}$ dalam penelitian berada pada rentang tersebut.

No	Jarak (m)	$PM_{2.5}$	ISPU	Kategori
1	200	129	178	Tidak Sehat
2	400	108	156	Tidak Sehat
3	600	97	145	Tidak Sehat
4	800	85	132	Tidak Sehat
5	1.000	72	118	Tidak Sehat

Sumber: Olah Data (2026)

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh titik pengamatan termasuk kategori tidak sehat. Nilai ISPU tertinggi berada pada jarak 200 meter, sedangkan nilai terendah berada pada jarak 1.000 meter. Dengan demikian, meskipun terjadi penurunan konsentrasi, seluruh wilayah pengamatan masih berada dalam kategori yang sama.

Berdasarkan keseluruhan hasil konversi, terdapat pola yang cukup jelas antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dan nilai ISPU pada lima titik pengamatan. Titik dengan konsentrasi $PM_{2.5}$ paling tinggi memiliki nilai ISPU paling tinggi, sedangkan titik dengan konsentrasi paling rendah memiliki nilai ISPU paling rendah. Nilai tersebut berturut-turut mengalami penurunan dari **178, 156, 145, 132 hingga 118**. Namun, seluruh nilai masih berada dalam rentang kategori **tidak sehat**. Oleh karena itu, hasil konversi ISPU memberikan penjelasan bahwa penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ pada lokasi yang semakin jauh belum menunjukkan bahwa kualitas udara telah mencapai kategori yang lebih baik (KLHK 2023).

Kondisi tersebut penting untuk diperhatikan karena angka konsentrasi $PM_{2.5}$ secara langsung mungkin lebih sulit dipahami oleh masyarakat. Melalui ISPU, hasil pengukuran dapat diterjemahkan menjadi kategori kualitas udara sehingga kondisi pada setiap titik dapat dibandingkan secara lebih sederhana (KLHK 2020). Dalam penelitian ini, hasil ISPU menunjukkan bahwa kelima lokasi pengamatan memiliki kondisi yang sama secara kategoris, yaitu tidak sehat, meskipun tingkat indeksnya berbeda. Artinya, terdapat perbedaan tingkat pencemar antar-titik, namun perbedaan tersebut belum menyebabkan perbedaan kategori ISPU.

Secara umum, hasil konversi tersebut menunjukkan bahwa kualitas udara di wilayah penelitian masih memerlukan perhatian, terutama pada titik yang berada lebih dekat dengan kawasan industri. Nilai ISPU sebesar 178 pada jarak 200 meter menunjukkan nilai indeks tertinggi dalam penelitian, sedangkan nilai 118 pada jarak 1.000 meter merupakan nilai terendah. Meskipun demikian, kedua titik tersebut masih berada pada kategori Tidak Sehat. Temuan ini memperlihatkan bahwa keberadaan partikulat tidak hanya terlihat pada lokasi yang paling dekat dengan kawasan industri namun masih terukur hingga jarak 1.000 meter.

Hasil konversi $PM_{2.5}$ menjadi ISPU juga memperkuat hasil pengukuran sebelumnya bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ mengalami kecenderungan penurunan seiring bertambahnya jarak dari kawasan industri. Namun, hasil tersebut tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat secara statistik, karena penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dan tidak melakukan analisis korelasi maupun regresi. Dengan demikian, interpretasi yang diberikan terbatas pada gambaran kondisi kualitas udara berdasarkan hasil pengukuran pada lima titik pengamatan.

Dengan demikian, hasil konversi $PM_{2.5}$ ke ISPU menunjukkan bahwa kondisi kualitas udara di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari berada pada kategori Tidak Sehat di seluruh titik pengamatan. Nilai ISPU tertinggi sebesar 178 terdapat pada jarak 200 meter, sedangkan nilai terendah sebesar 118 terdapat pada jarak 1.000 meter. Meskipun terdapat penurunan nilai $PM_{2.5}$ dan ISPU seiring bertambahnya jarak, seluruh titik masih berada pada kategori yang sama. Hasil ini menjadi dasar bahwa kondisi kualitas udara di wilayah penelitian masih perlu mendapat perhatian dan pemantauan lebih lanjut.

Pembahasan

Pembahasan Kondisi Kualitas Udara

Kondisi kualitas udara di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari dapat dilihat melalui pola konsentrasi $PM_{2.5}$ pada lima titik pengamatan. Hasil menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada lokasi yang paling dekat dengan kawasan industri dan kemudian menurun pada lokasi yang semakin jauh. Pola tersebut memberikan gambaran mengenai distribusi partikulat pada ruang penelitian (Apriandi et al., 2025).

a. Titik Pengamatan 200 Meter

Pada jarak 200 meter diperoleh konsentrasi $PM_{2.5}$ sebesar 129 µg/m³ dan ISPU sebesar 178. Nilai tersebut merupakan konsentrasi tertinggi dari seluruh titik pengamatan. Lokasi yang dekat dengan sumber emisi memiliki peluang lebih besar menerima partikulat yang belum mengalami pengenceran secara luas. Aktivitas operasional industri, pembakaran pada boiler, pengolahan bahan baku, dan mobilitas kendaraan pengangkut tebu merupakan aktivitas yang secara potensial menghasilkan partikulat.

Menurut WHO (2021), $PM_{2.5}$ memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga dapat masuk jauh ke dalam saluran pernapasan. Paparan $PM_{2.5}$ menjadi perhatian karena berkaitan dengan risiko gangguan pernapasan dan kardiovaskular. Dalam konteks lingkungan, partikulat juga dapat mengendap pada permukaan bangunan, kendaraan, jalan, dan vegetasi. Oleh karena itu, konsentrasi yang tinggi di dekat kawasan industri dapat berkaitan dengan kondisi lingkungan yang dirasakan masyarakat.

b. Titik Pengamatan 400 Meter

Pada jarak 400 meter, konsentrasi $PM_{2.5}$ sebesar 108 µg/m³ dengan ISPU 156. Nilai tersebut turun dibandingkan jarak 200 meter, tetapi masih berada dalam kategori Tidak Sehat. Penurunan ini menunjukkan bahwa sebagian partikulat telah mengalami proses penyebaran dan pencampuran dengan udara di sekitar sumber. Selain sumber

UNESA Universitas Negeri Surabaya

industri, aktivitas kendaraan pengangkut tebu dan kendaraan lain di sekitar kawasan dapat menjadi sumber partikulat tambahan. Pergerakan kendaraan berat juga dapat mengangkat debu jalan sehingga menambah partikulat yang berada di udara. Karena itu, konsentrasi yang terukur pada suatu titik tidak selalu dapat dianggap berasal dari satu sumber saja.

c. Titik Pengamatan 600 Meter

Pada jarak 600 meter, konsentrasi $PM_{2.5}$ sebesar 97 µg/m³ dengan ISPU 145. Penurunan konsentrasi dari 108 menjadi 97 µg/m³ menunjukkan bahwa proses dispersi terus berlangsung. Namun, nilai tersebut tetap berada dalam kategori Tidak Sehat. Kondisi ini menunjukkan bahwa partikulat masih dapat terukur pada wilayah yang relatif lebih jauh dari sumber.

Seinfeld dan Pandis (2016) menjelaskan bahwa proses dispersi dipengaruhi oleh kondisi atmosfer. Arah dan kecepatan angin menentukan arah transportasi, sedangkan turbulensi dan pencampuran udara memengaruhi pengenceran konsentrasi. Oleh karena itu, hasil pengukuran jarak 600 meter perlu dipahami sebagai gambaran kondisi pada saat pengambilan data, bukan sebagai nilai yang berlaku untuk seluruh waktu.

d. Titik Pengamatan 800 Meter

Pada jarak 800 meter, konsentrasi $PM_{2.5}$ sebesar 85 µg/m³ dan ISPU sebesar 132. Nilai ini lebih rendah dibandingkan tiga titik sebelumnya. Penurunan tersebut memperlihatkan bahwa konsentrasi partikulat cenderung semakin kecil pada lokasi yang lebih jauh dari kawasan industri. Namun, kategori ISPU tetap Tidak Sehat sehingga penurunan konsentrasi tidak dapat langsung diartikan sebagai kondisi udara yang telah aman.

Kondisi pada jarak 800 meter dapat dipengaruhi oleh proses pengenceran partikulat di atmosfer. Partikel yang bergerak menjauhi sumber akan bercampur dengan massa udara di sekitarnya. Akan tetapi, hasil pengukuran juga dapat dipengaruhi oleh sumber lain seperti lalu lintas kendaraan, aktivitas masyarakat, dan debu permukaan. Karena faktor meteorologi tidak dianalisis dalam penelitian, interpretasi hasil difokuskan pada pola data yang diperoleh.

e. Titik Pengamatan 1.000 Meter

Jarak 1.000 meter merupakan titik terjauh dan memiliki konsentrasi $PM_{2.5}$ paling rendah, yaitu 72 µg/m³ dengan ISPU 118. Dibandingkan dengan nilai 129 µg/m³ pada jarak 200 meter, konsentrasi pada titik terjauh telah berkurang 57 µg/m³. Meskipun demikian, kategori ISPU masih Tidak Sehat. Temuan ini menunjukkan bahwa pada ruang penelitian, penurunan konsentrasi belum diikuti perubahan kategori kualitas udara.

Hasil pengukuran sebelum dan sesudah aktivitas pabrik yang tercantum dalam penelitian juga menunjukkan perbedaan. Nilai sebelum operasi berada pada kisaran 10–13 µg/m³, sedangkan setelah aktivitas operasi diperoleh nilai 72–129 µg/m³. Perbandingan tersebut memberikan gambaran bahwa kondisi saat pengukuran setelah aktivitas produksi memiliki konsentrasi yang lebih tinggi. Namun, hasil tersebut tetap dipahami sebagai perbandingan deskriptif karena penelitian tidak menguji pengaruh secara statistik.

Pembahasan Interpretasi Umum PM 2.5 dan ISPU

Secara keseluruhan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari berada pada kisaran 72–129 µg/m³. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada jarak 200 meter sebesar 129 µg/m³, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada jarak 1.000 meter sebesar 72 µg/m³. Dengan demikian, terdapat pola penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ pada titik pengamatan yang semakin jauh dari kawasan industri (Assegaf, A. H. 2018).

Jika dilihat dari perubahan nilainya, konsentrasi $PM_{2.5}$ mengalami penurunan sebesar 57 µg/m³ atau sekitar 44,2% antara titik 200 meter dan 1.000 meter. Penurunan tersebut memberikan gambaran bahwa konsentrasi partikulat yang terukur pada wilayah penelitian cenderung lebih tinggi di lokasi yang lebih dekat dengan kawasan industri. Secara deskriptif, kondisi ini dapat dipahami melalui proses dispersi dan pencampuran udara, meskipun nilai $PM_{2.5}$ pada setiap titik tetap dapat dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin, turbulensi, kelembapan, kondisi atmosfer, serta sumber partikulat lain di sekitar lokasi penelitian,sesuai dengan Holmes, N. S., & Morawska, L. (2020). Interpretasi hasil berdasarkan ISPU memberikan gambaran yang lebih mudah untuk memahami kondisi kualitas udara. Berdasarkan Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020, hasil konversi menunjukkan nilai ISPU sebesar 178 pada jarak 200 meter, 156 pada jarak 400 meter, 145 pada jarak 600 meter, 132 pada jarak 800 meter, dan 118 pada jarak 1.000 meter. Seluruh nilai tersebut termasuk dalam kategori Tidak Sehat. Artinya, walaupun konsentrasi $PM_{2.5}$ menurun seiring bertambahnya jarak, penurunan tersebut belum menyebabkan perubahan kategori ISPU pada seluruh titik pengamatan.

Kondisi tersebut menjadi bagian penting dalam interpretasi penelitian. Titik 200 meter memiliki nilai ISPU paling tinggi sehingga secara kategori menunjukkan kondisi pencemaran yang lebih berat dibandingkan titik lainnya. Sebaliknya, titik 1.000 meter memiliki nilai ISPU

UNESA Universitas Negeri Surabaya

paling rendah, tetapi masih berada pada kategori Tidak Sehat. Dengan demikian, jarak yang lebih jauh dari kawasan industri menunjukkan konsentrasi dan nilai ISPU yang lebih rendah, tetapi kualitas udara pada seluruh titik pengamatan belum masuk ke kategori Sedang atau Baik (Assegaf, A. H. 2018).

Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ tidak dapat langsung diartikan sebagai kondisi udara yang sudah aman. Nilai 72 µg/m³ pada jarak 1.000 meter merupakan nilai terendah dalam penelitian, tetapi berdasarkan konversi ISPU masih termasuk Tidak Sehat. Oleh karena itu, interpretasi umum penelitian bukan hanya menunjukkan adanya penurunan $PM_{2.5}$ berdasarkan jarak, tetapi juga menunjukkan bahwa seluruh titik pengamatan masih memerlukan perhatian terhadap kondisi kualitas udara.

Dalam konteks Desa Ngrombot, hasil pengukuran $PM_{2.5}$ dan ISPU dapat digunakan sebagai gambaran kondisi kualitas udara pada saat penelitian dilakukan. Hasil ini kemudian dapat dibaca bersama dengan persepsi masyarakat mengenai keberadaan debu, kebersihan lingkungan, dan kenyamanan beraktivitas. Namun, kesesuaian antara hasil pengukuran dan persepsi tersebut hanya dibahas secara deskriptif. Penelitian ini tidak melakukan uji korelasi, regresi, maupun pengujian hubungan sebab-akibat antara $PM_{2.5}$ dan persepsi masyarakat.

Dengan demikian, interpretasi umum $PM_{2.5}$ dan ISPU dalam penelitian ini dapat dirangkum bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ cenderung menurun dari 129 µg/m³ pada jarak 200 meter menjadi 72 µg/m³ pada jarak 1.000 meter, tetapi seluruh titik pengamatan masih berada dalam kategori ISPU Tidak Sehat. Temuan ini menunjukkan bahwa kondisi kualitas udara di wilayah penelitian masih memerlukan perhatian dan pemantauan, terutama pada wilayah yang berada lebih dekat dengan kawasan industri.

Pembahasan Persepsi Masyarakat Terhadap Kondisi Udara

Persepsi masyarakat merupakan gambaran mengenai bagaimana individu memahami, menilai, dan merasakan kondisi lingkungan berdasarkan pengalaman serta interaksi sehari-hari(Ho & Au, 2020).Dalam penelitian ini, persepsi masyarakat diperoleh melalui kuesioner kepada 50 responden di Desa Ngrombot. Pernyataan dalam kuesioner mencakup kondisi udara, keberadaan debu, kebersihan lingkungan, serta kenyamanan masyarakat dalam beraktivitas.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat menilai kondisi kualitas udara di sekitar tempat tinggal mengalami penurunan. Penilaian tersebut terutama ditandai dengan meningkatnya keberadaan debu, berkurangnya kebersihan lingkungan, dan menurunnya kenyamanan dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Masyarakat lebih mudah mengenali perubahan tersebut melalui kondisi yang dapat diamati secara langsung dibandingkan melalui nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ yang bersifat teknis.

Keberadaan debu menjadi salah satu kondisi yang paling mudah dirasakan. Debu yang menempel pada halaman, rumah, kendaraan, maupun tanaman dapat membuat masyarakat merasa lingkungan lebih kotor. Kondisi tersebut juga dapat meningkatkan kebutuhan untuk membersihkan lingkungan secara lebih sering. Dengan demikian, persepsi masyarakat tidak hanya berkaitan dengan udara yang dihirup, tetapi juga dengan perubahan kondisi permukaan lingkungan.

Persepsi terhadap kenyamanan juga berkaitan dengan kondisi lingkungan yang dirasakan. Ketika udara dianggap lebih berdebu atau lingkungan terlihat lebih kotor, masyarakat dapat merasa kurang nyaman ketika melakukan kegiatan di luar rumah. Pengalaman tersebut menjadi bagian dari proses terbentuknya persepsi terhadap kualitas lingkungan (Kim et al. 2020)

Pembahasan Aspek Lingkungan yang Dirasakan Masyarakat

Kuesioner penelitian memuat pernyataan mengenai debu pada permukaan daun tanaman, debu yang menumpuk di halaman, kondisi lingkungan yang lebih kusam, kesulitan mempertahankan kebersihan lingkungan, serta meningkatnya frekuensi membersihkan rumah. Pernyataan tersebut menggambarkan indikator yang dapat dirasakan langsung oleh masyarakat. Hasil secara umum menunjukkan adanya penilaian bahwa kondisi lingkungan menjadi kurang bersih dan kurang nyaman ketika aktivitas pabrik berlangsung.

Masyarakat juga menilai bahwa kualitas udara terasa berbeda dibandingkan kondisi sebelumnya. Perubahan tersebut lebih mudah dikenali ketika terjadi pada musim giling atau saat aktivitas industri. meningkat. Pengalaman masyarakat menjadi informasi penting karena menunjukkan kondisi lingkungan dari sudut pandang penerima paparan secara langsung Naufal et al., (2023).

Namun, persepsi bersifat subjektif sehingga setiap individu dapat memiliki penilaian yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh pengalaman, lama tinggal, aktivitas sehari-hari, serta tingkat perhatian terhadap kondisi lingkungan. Oleh sebab itu, persepsi masyarakat dalam penelitian ini digunakan sebagai gambaran deskriptif dan tidak diperlakukan sebagai pengganti pengukuran kualitas udara.

Pembahasan Persepsi Masyarakat

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat Desa Ngrombot merasakan adanya perubahan kondisi kualitas udara di sekitar tempat tinggal. Perubahan tersebut terutama terlihat melalui keberadaan debu, kondisi lingkungan yang lebih kotor, dan berkurangnya kenyamanan. Persepsi tersebut terbentuk dari pengalaman masyarakat ketika berinteraksi dengan lingkungan sehari-hari.

Menurut Robbins dan Judge, persepsi merupakan proses ketika seseorang memilih, mengorganisasikan, dan menginterpretasikan informasi yang diterima melalui pancaindra sehingga menghasilkan pemahaman terhadap lingkungan. Dalam konteks penelitian ini, informasi mengenai kualitas udara diperoleh masyarakat melalui pengalaman langsung, seperti melihat debu, membersihkan rumah, dan merasakan kenyamanan udara ketika melakukan aktivitas.

Hasil pengukuran $PM_{2.5}$ memberikan gambaran objektif yang dapat dibandingkan secara deskriptif dengan persepsi masyarakat. Lima titik pengamatan menunjukkan konsentrasi 72–129 µg/m³ dan seluruhnya termasuk kategori Tidak Sehat berdasarkan ISPU. Pada saat yang sama, masyarakat menilai terdapat peningkatan debu dan penurunan kenyamanan. Kesesuaian tersebut menunjukkan bahwa kondisi yang terukur dan kondisi yang dirasakan memberikan gambaran yang relatif konsisten mengenai perlunya perhatian terhadap kualitas udara (Sutopo, 2018)

Kesesuaian antara kedua hasil tersebut tidak digunakan untuk menyatakan hubungan statistik. Penelitian ini tidak melakukan uji korelasi atau regresi. Oleh karena itu, pernyataan bahwa persepsi sejalan dengan hasil pengukuran merupakan interpretasi deskriptif berdasarkan dua sumber informasi yang dikumpulkan dalam penelitian.

Pembahasan Kondisi Lingkungan dan Aktivitas Masyarakat

Kondisi lingkungan di Desa Ngrombot dapat dilihat dari perubahan yang dirasakan masyarakat selama aktivitas industri berlangsung. Berdasarkan hasil penelitian, keberadaan debu menjadi salah satu kondisi lingkungan yang paling mudah diamati oleh masyarakat. Partikel debu dapat menempel pada permukaan rumah, halaman, kendaraan, jalan, maupun vegetasi (United States Environmental Protection Agency [EPA], 2026).. Kondisi tersebut dapat menyebabkan lingkungan terlihat lebih kotor dan meningkatkan kebutuhan masyarakat untuk melakukan kegiatan pembersihan. Hasil pengukuran $PM_{2.5}$ yang menunjukkan nilai 72–129 µg/m³ memberikan gambaran bahwa pada saat penelitian berlangsung terdapat konsentrasi partikulat yang cukup tinggi di wilayah pengamatan (KLHK 2023)

Aktivitas masyarakat sehari-hari juga tidak terlepas dari kondisi lingkungan tersebut. Masyarakat Desa Ngrombot melakukan berbagai aktivitas di dalam maupun di luar rumah, sehingga perubahan kondisi udara dan keberadaan debu dapat dirasakan dalam kegiatan sehari-hari. Ketika lingkungan terlihat lebih berdebu dan kurang bersih, masyarakat dapat merasa kurang nyaman untuk melakukan aktivitas di luar ruangan. Namun, penelitian ini tidak mengukur perubahan aktivitas masyarakat secara khusus, sehingga pembahasan mengenai aktivitas masyarakat hanya didasarkan pada aspek kenyamanan yang terdapat dalam hasil kuesioner.

Selain aktivitas industri, kondisi lingkungan sekitar juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan pengangkut tebu dan kendaraan lainnya. Pergerakan kendaraan dapat menimbulkan debu dari permukaan jalan yang kemudian kembali terangkat ke udara. Dengan demikian, kondisi partikulat yang dirasakan masyarakat tidak hanya berkaitan dengan aktivitas produksi di kawasan industri, tetapi juga dapat berkaitan dengan aktivitas transportasi dan kondisi lingkungan sekitar (Rienda & Alves, 2021)

Keberadaan debu pada tanaman, halaman rumah, dan lingkungan permukiman dapat menjadi salah satu bentuk perubahan lingkungan yang paling mudah dikenali masyarakat(U.S. EPA, 2022; WHO, 2025).

Kondisi tersebut sejalan dengan hasil kuesioner yang menunjukkan adanya penilaian masyarakat terhadap meningkatnya debu, berkurangnya kebersihan lingkungan, serta menurunnya kenyamanan dalam beraktivitas. Persepsi tersebut menunjukkan bahwa perubahan kualitas lingkungan tidak hanya dipahami melalui angka konsentrasi $PM_{2.5}$, tetapi juga melalui kondisi fisik lingkungan yang dapat diamati dan dirasakan secara langsung (Nikolopoulou et al,2021)

Secara keseluruhan, kondisi lingkungan dan aktivitas masyarakat dalam penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan partikulat menjadi salah satu kondisi lingkungan yang dirasakan oleh masyarakat Desa Ngrombot. Hasil pengukuran $PM_{2.5}$ dan hasil persepsi masyarakat dapat digunakan secara berdampingan untuk memberikan gambaran kondisi lingkungan di wilayah penelitian. Penggunaan pengukuran kualitas udara dan penilaian masyarakat secara bersamaan juga dilakukan dalam penelitian Nikolopoulou et al. (2021) serta Fazira et al. (2025). Namun, kesesuaian antara keduanya tetap bersifat deskriptif dan tidak digunakan untuk menyatakan adanya hubungan statistik antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dengan aktivitas atau persepsi masyarakat.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Pembahasan Kesesuaian Dengan Hasil Pengukuran PM 2.5

Pada jarak 200 meter, konsentrasi $PM_{2.5}$ merupakan yang tertinggi, sedangkan pada jarak 1.000 meter merupakan yang terendah. Pola tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi lebih tinggi pada lokasi yang lebih dekat dengan kawasan industri. Hasil ini dapat dibahas dengan mengacu pada penelitian Maharani dan Razif (2020), yang menganalisis dispersi $PM_{2.5}$ di kawasan industri menggunakan model *Gauss Point Source* untuk menggambarkan distribusi konsentrasi partikulat pada beberapa jarak dari sumber emisi. Persepsi masyarakat secara umum menunjukkan adanya keberadaan debu dan penurunan kebersihan lingkungan. Dengan demikian, hasil pengukuran dan persepsi dapat digunakan bersama untuk menggambarkan kondisi lingkungan di Desa Ngrombot.

Temuan tersebut memperkuat pentingnya pemantauan kualitas udara secara berkala. Pengukuran instrumen memberikan data kuantitatif, sedangkan persepsi masyarakat memberikan informasi mengenai kondisi yang dirasakan. Penggunaan kedua informasi secara berdampingan dapat membantu menggambarkan kondisi lingkungan secara lebih utuh tanpa harus menyatakan adanya hubungan statistik.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Kondisi kualitas udara di sekitar PT Perkebunan Nusantara Gula Lestari berdasarkan pengukuran $PM_{2.5}$ menunjukkan bahwa kecenderungan penurunan konsentrasi seiring bertambahnya jarak dari kawasan industri. Konsentrasi sebesar 129 µg/m³ pada jarak 200 meter menurun menjadi 108 µg/m³, 97 µg/m³, 85 µg/m³, dan 72 µg/m³ pada jarak 400, 600, 800, dan 1.000 meter. Hasil konversi ISPU menunjukkan nilai 178, 156, 145, 132, dan 118, yang seluruhnya termasuk kategori Tidak Sehat.

Persepsi masyarakat Desa Ngrombot menunjukkan adanya penilaian terhadap penurunan kualitas udara yang ditandai meningkatnya debu, berkurangnya kebersihan lingkungan, dan menurunnya kenyamanan beraktivitas. Secara deskriptif, persepsi tersebut sejalan dengan hasil pengukuran $PM_{2.5}$. Kesimpulan tersebut tidak dimaksudkan sebagai pembuktian hubungan statistik karena penelitian tidak melakukan uji korelasi maupun regresi.

Saran

Berdasarkan temuan dan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut.

a. Bagi Pihak Pabrik
   Diharapkan dapat meningkatkan pengelolaan limbah udara dengan menggunakan teknologi yang lebih ramah lingkungan, sehingga dapat mengurangi emisi debu dan asap yang dihasilkan selama proses produksi.
b. Bagi Pemerintah Daerah
   Diharapkan dapat melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap aktivitas industri, khusunya terkait dengan standar kualitas udara, serta memberikan kebijakan yang mendukung terciptanya lingkungan yang sehat.
c. Bagi Masyarakat
   Diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dalam menjaga kebersihan lingkungan serta melakukan upaya pencegahan terhadap dampak pencemaran udara, seperti menjaga kebersihan rumah dan lingkungan sekitar.
d. Bagi Peneliti Selanjutnya
   Diharapkan dapat mengembangkan penelitian ini dengan menambahkan variabel lain, seperti faktor Kesehatan masyarakat atau kondisi meteorologi, sehingga hasil penelitian menjadi lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Apriandi, A. D., Bachtiar, V. S., & Silvia, S. (2025). Investigation Of PM10 And PM2.5 In Ambient Air: Spatial And Temporal Variations In The Western Area Of A Cement Plant. CIVED, 12(1), 218–229. https://doi.org/10.24036/cived.v12i1.727

Assegaf, A. H. (2018). Pemodelan Dispersi Gas Dari Cerobong Dengan Model Gaussian. Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan,8(3),414–419. https://doi.org/10.29244/jpsl.8.3.414-419 ev

Fazira, A., Kiswanto, K., Siahaan, P. B. C., Murdani, I., & Saputra, F. F. (2025). Public Perception Of Air Quality In Aceh District's Border Areas. Jurnal Prima Medika Sains, 7(1), 8–15. https://doi.org/10.34012/jpms.v7i1.6813

Ho, R., & Au, W. T. (2020). Scale Development For Environmental Perception Of Public Space. Frontiers In Psychology, 11, Article 596790. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.596790

Holmes, N. S., & Morawska, L. (2020). A Review Of Dispersion Modelling And Its Application To The Dispersion Of Particles: An Overview Of Different Dispersion Models Available. Atmospheric Environment, 40(30), 5902–5928. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.06.003

Kementerian LHK (2020). Baku Mutu Udara Ambien Nasional.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020). Permen LHK Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).

UNESA Universitas Negeri Surabaya

KLHK. (2023). Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2023.

Maharani, I. D., & Razif, M. (2020). Analisa Dispersi PM2,5 Menggunakan Model *Gauss Point Source* Di Kawasan Industri Dan Desain Venturi Scrubber Beserta IPAL Untuk Effluent Venturi (Studi Kasus: Industri Peleburan Aluminium PT.X Kecamatan Kesamben, Jombang). Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 12(2),44–52. https://doi.org/10.33005/envirotek.v12i2.65

Naufal, C. A., Wahyudianto, F. E., & Kuncoro, E. P. (2023). Analisis Potensi Dampak Pencemaran Udara Proses Produksi Gula Dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA). Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 15(1), 22–31. https://envirotek.upnjatim.ac.id/index.php/envirotek/article/view/221

Nikolopoulou, M., Kleissl, J., Linden, P. F., & Lykoudis, S. (2021). Pedestrians' Perception Of Environmental Stimuli Through Field Surveys: Focus On Particulate Pollution. Science Of The Total Environment, 409(13), 2493–2502. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.02.002

Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Permenkes RI No. 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah

Rahayu, D. (2021). Upaya Masyarakat dalam Penanggulangan Polusi Udara PG Meritjan Kota Kediri. Jurnal Ilmu Lingkungan dan Sosial, 5(2), 115–126.

Rienda, I. C., & Alves, C. A. (2021). Road Dust Resuspension: A Review. Atmospheric Research,261,105740. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105740

Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.

Sutopo, D. (2018). Dampak Emisi Industri terhadap Kualitas Udara dan Lingkungan Perkotaan. Yogyakarta: Deepublish.

Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

United States Environmental Protection Agency. (2026). Air-surface exchange process overview. https://www.epa.gov/cmaq/air-surface-exchange-process-overview

World Health Organization. (2016). Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease. Geneva: WHO Press.

Yuliani, R., & Susanto, H. (2021). Analisis Dampak Pembakaran Ampas Tebu terhadap Kualitas Udara di Sekitar Pabrik Gula. Jurnal Teknologi Lingkungan, 22(3).

UNESA
Universitas Negeri Surabaya