

Tingkat Penurunan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien dengan Menggunakan Taman Vertikal (Studi Kasus di Esa Sampoerna Center Surabaya)

The Level of Decrease in The Concentration of Carbon Monoxide (CO) in Ambient Using The Vertical Garden (Case Study at Esa Sampoerna Center Surabaya)

Desi Ivanastuti¹ Bambang Rahadi^{2*} Liliya Dewi Susanawati²

¹Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

²Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

*Email Korespondensi : jbrahadi@ub.ac.id

ABSTRAK

Tingginya kepadatan penduduk mengakibatkan padatnya kendaraan bermotor sebagai pemicu pencemaran udara. Salah satu bahan pencemar yang banyak terdapat di udara yaitu karbon monoksida (CO). Taman vertikal merupakan salah satu solusi untuk mengurangi polusi udara serta menambah adanya ruang terbuka hijau di perkotaan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan tingkat penurunan konsentrasi CO yang dihasilkan oleh lokasi dengan taman vertikal di Esa Sampoerna Center Surabaya dan lokasi tanpa taman vertikal di BCA serta Jl. Dr. Ir. H. Soekarno sebagai kontrol. Metode yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif. Penentuan konsentrasi pada udara ambien dilakukan dengan menggunakan metode Iodine Pentoksida. Setelah dilakukan pengamatan dan analisis, didapatkan hasil bahwa konsentrasi CO di setiap titik berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Tingkat penurunan konsentrasi CO pada ESC1 memiliki nilai 94.10% sedangkan BCA1 memiliki nilai 0.00%. Tingkat penurunan konsentrasi CO pada ESC2 memiliki nilai 100% sedangkan BCA2 memiliki nilai 35.28%. Nilai penurunan konsentrasi CO yang tinggi terjadi pada lokasi ESC menunjukkan bahwa adanya taman vertikal sangat membantu dalam mengurangi konsentrasi CO.

Kata Kunci : Karbon monoksida, taman vertikal, udara ambien.

Abstract

The high population density results in density of motor vehicles as a trigger for air pollution. One of the pollutants in the air is carbon monoxide (CO). Vertical garden is one of the solutions to reduce air pollution as well as add to the open green space in urban areas. This research is intended to find out the rate comparison decreased concentrations of CO produced by location with the vertical garden at the Esa Sampoerna Center Surabaya and location without a vertical garden in BCA as well as Jl. Dr. Ir. H. Soekarno as a control. The method used is descriptive quantitative. Determination of the concentration of ambient air is carried out by using the method of Iodine Pentoxide. After observation and analysis, the results obtained that the concentration of CO in every point is below the quality standard that has been set. The level of decrease in the concentration of CO in the ESC1 94.10% while the value BCA1 value is 0.00%. The level of decrease in the concentration of CO on ESC2 has a value of 100% whereas BCA2 has a value of 35.28%. The value of a high concentration of CO loss occurs at the location of the ESC points out that the existence of a vertical garden is very helpful in reducing the concentration of CO.

Keywords: Ambient air, carbon monoxide, vertical garden.

PENDAHULUAN

Kota besar mengandung pencemaran yang tinggi akibat meningkatnya kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda

empat. Berdasarkan studi yang lain menyatakan bahwa dampak kepadatan lalu lintas pada jam-jam sibuk di Kota Surabaya akibat kemacetan lalu lintas adalah salahsatu sumber utama timbulnya polusi

udara di Kota Surabaya (Boediningsih, 2011). Hal ini menurut Fardiaz (1992) menjadi salahsatu pemicu peningkatan gas dari kenalpot yang dapat mencemari udara hingga mencapai sekitar 60% dari faktor pencemar udara lainnya. Menurut Soedomo (2011), proses pembakaran bahan bakar minyak yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor menghasilkan bahan kimiawi yang mencemari udara, seperti partikulat, karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC), oksida-oksida sulfur (SO_x), timbal (Pb), oksida-oksida nitrogen (NO_x) serta terjadinya peningkatan suhu udara.

Pengamatan kualitas udara dengan parameter yang diamati berupa karbon monoksida (CO) melalui pertimbangan bahwa pada udara ambien yang terdapat pada daerah padat kendaraan bermotor menjadikan konsentrasi karbon monoksida sebagai parameter paling tinggi konsentrasi yang terdapat di udara. Hal ini disebabkan oleh keadaan proses pembakaran yang tidak sempurna yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Menurut Eugene (2003), karakteristik pada CO yang paling penting yaitu kemampuan untuk berikatan dengan hemoglobin sebagai pigmen yang mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Kemampuan ini mengakibatkan pembentukan karboksihemoglobin (HbCO) yang lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO₂) sehingga menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen dalam fungsinya membawa oksigen keseluruh tubuh.

Salah satu wilayah padat kendaraan di Kota Surabaya berada pada persimpangan jalan antara Jl. Dr. Ir. H. Soekarno dengan Jl. Arief Rachman Hakim, dimana volume kendaraan terbanyak yang melintasi jalan tersebut pada puncak pagi pukul 6-9 WIB sekitar 9.876 smp/jam yang terdiri dari kendaraan penumpang, sepeda motor, kendaraan berat, serta kendaraan tak bermotor (Dwi, 2012).

Pembangunan kota-kota besar di Indonesia banyak yang tidak diimbangi dengan penghijauan atau pembuatan taman hijau kota sebagai areal untuk mengurangi dampak dari global warming. Hanya sebagian kecil saja kota di Indonesia yang memperhatikan hal ini. Melihat kondisi yang ada di wilayah kota Surabaya

diperlukan penerapan Ruang Terbuka Hijau untuk mengurangi pencemaran udara yang ada.

Tugas akhir ini disusun untuk mengetahui kemampuan taman vertikal terhadap penurunan konsentrasi CO di udara ambien. Studi kasus pada Esa Sampoerna Center sebagai penerap taman vertikal yang ada di Kota Surabaya.

BAHAN DAN METODE

Area Studi

Penelitian ini dilaksanakan di Jl. Dr. Ir. H Soekarno Surabaya yang berada di tiga lokasi yaitu, Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, gedung Esa Sampoerna Center dan gedung Bank Central Asia (BCA). Ketiga lokasi dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi penelitian

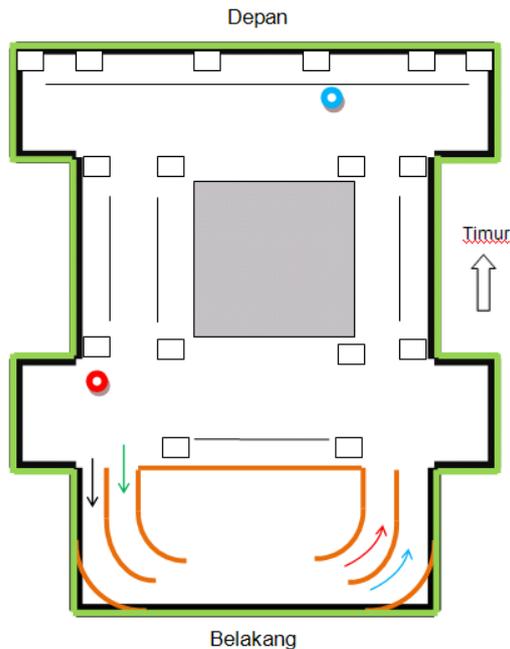
Keterangan : ● = titik pengambilan sampel di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, ● = titik sampel pada gedung Esa Sampoerna Center, ● = titik sampel pada gedung pambanding

Titik Pengambilan Sampel Udara

Lokasi pertama pengambilan sampel udara yaitu Jl. Dr. Ir. H. Soekarno (JS) yang dilakukan pengambilan di satu titik antara gedung Esa Sampoerna Center dan BCA. Titik sampling terletak pada ordinat S 07O17'08,7" E 112O46'50,8". Pengambilan sampel pada lokasi ini untuk mengetahui konsentrasi karbon monoksida (CO) sebagai lokasi kontrol berupa sumber pencemar.

Lokasi kedua yaitu gedung Esa Sampoerna Center sebagai lokasi yang

memiliki taman vertikal. Lokasi ini dibagi menjadi dua titik pengambilan sampel, titik pertama (ESC1) terdapat di sisi depan area parkir P2 dan titik kedua (ESC2) terletak di sisi belakang area parkir P2. Masing-masing titik terletak pada ordinat S 07O17'05,6" E 112O46'51,4" untuk ESC1, sedangkan titik ESC2 terletak pada ordinat S 07O17'51,7" E 112O46'05,6". Titik pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 2**.



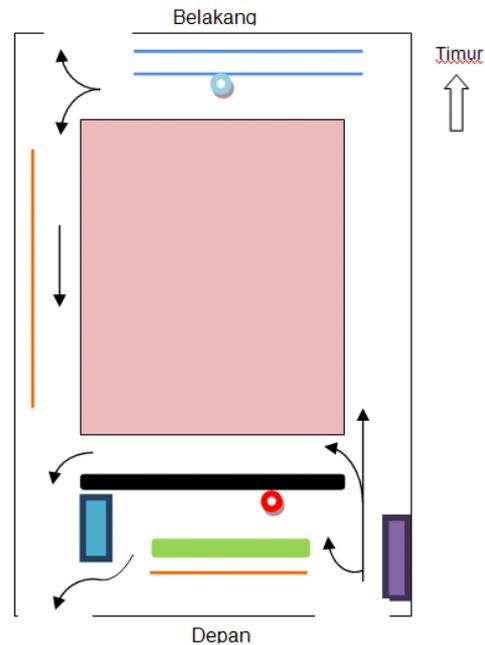
Gambar 2. Denah lokasi titik sampel di Esa Sampoerna Center.

Keterangan :

- = Tempat parker mobil
- = Pilar
- = Gedung utama
- = Arah mobil naik ke P3
- = Arah mobil keluar
- = Arah mobil masuk P2
- = Arah mobil turun dari P3
- = ESC1
- = ESC2
- = Dinding gedung
- = Tanaman

Lokasi ketiga yaitu gedung BCA sebagai lokasi tanpa taman vertikal. Lokasi ini dibagi menjadi dua titik pengambilan sampel. Titik pertama (BCA1) terletak di halaman depan gedung dengan ordinat S 07O17'04,5" E 112O46'52,0" dan titik kedua (BCA2) terletak pada halaman belakang

gedung dengan ordinat S 07O17'05,1" E 112O46'54,2". Titik pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Denah titik sampel di gedung BCA

Keterangan :

- = Parkir sepeda motor
- = Parkir Mobil
- = Arah kendaraan
- = Pos satpam
- = Gedung utama
- = ATM
- = Tembok pembatas
- = Taman pembatas
- = BCA1
- = BCA2

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pengumpulan data dengan cara survei yang dilakukan secara langsung pada waktu tertentu dengan mencatat dan pengambilan sampel untuk memperoleh nilai konsentrasi CO pada udara ambien.

Kegiatan sampling dilakukan dengan memperhatikan aturan yang berlaku. Pada penelitian ini mengacu pada aturan SNI 19-7119.6-2005. Pengambilan sampel dilakukan pada hari aktif kerja di pagi hari, dimana sampling pada lokasi JS dilakukan pada pukul 07.40 WIB

sedangkann pada ESC dan BCA pada pukul 8.50 WIB. Penentuan waktu pengambilan berdasarkan pertimbangan terhadap suhu, dimana pada pagi hari suhu udara belum mencapai maksimal, sehingga menyebabkan konsentrasi polutan bisa mencapai keadaan yang tinggi. Selain itu aktifitas lalu lintas jalan dalam keadaan ramai dan berada pada waktu puncak kepadatan lalu lintas di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno.

Pengamatan yang dilakukan sebelum melakukan pengambilan sampel meliputi pengamatan meterologi terhadap suhu udara, kecepatan angin serta kelembaban, yang dilakukan dengan menggunakan Hygro Thermo Anemometer (EXTECH). Hal ini dikarenakan ada atau tidaknya taman vertikal dapat berpengaruh terhadap penyebaran konsentrasi CO. kemudian melakukan penentuan titik lokasi sampling dengan menggunakan GPS (GPSmap 76CS x GARMIN).

Pengambilan Sampel Udara

Pengambilan sampel menggunakan metode Iodine Pentoksida dengan memasukkan larutan absorben 2% KI yang telah dilakukan pengenceran dengan aquades ke dalam tabung impinger yang kemudian tabung impinger di masukkan dan dihubungkan kedalam midget impinger untuk memompa udara masuk ke dalam larutan penjerap. Laju udara pada midget impinger pada saat melakukan sampling yaitu sebesar 1 liter/menit. Pengambilan sampel dilakukan selama 30 menit yang dapat dilihat dengan menggunakan stopwatch.

Analisis Sampel

Hasil dari pengambilan sampel selama 30 menit menghasilkan absorben yang telah menangkap CO di udara. Kemudian sampel udara ambien diambil dan dilakukan analisis di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya menggunakan alat spektrofotometer (Genesys 20) dengan panjang gelombang 352 nm.

Analisis Data

Data konsentrasi CO selanjutnya akan dibandingkan dengan standar baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur. Kemudian berdasarkan data konsentrasi CO dilakukan perhitungan untuk mendapatkan data tingkat penurunan dengan rumus :

$$TP = \frac{(JS - \text{Konsentrasi})}{JS} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

JS = Konsentrasi kontrol di titik Jl. Dr. Ir. H. Soekarno
 Konsentrasi = Nilai konsentrasi pada setiap titik pada gedung

Data hasil penelitian juga dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode statistika untuk mendapatkan nilai simpang baku. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan apakah data bersifat representative. Simpang baku didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

Dimana :

\bar{X} = Nilai rata-rata konsentrasi CO (ppm)
 X_i = Nilai konsentrasi CO (ppm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Wilayah

Pengambilan sampel di lokasi pertama yaitu Jl. Dr. Ir. H. Soekarno dilaksanakan pagi tanggal 2 Maret 2015 Sampling dilakukan dengan memperhatikan keadaan meterologi yang terjadi. Berdasarkan pengamatan keadaan meterologi di dapatkan cuaca dalam kondisi mendung dengan kecepatan angin sebesar 0,3-1,7 m dt⁻¹ menuju kearah barat. Arah angin ini berfungsi sebagai penentu dalam penentuan titik lokasi pengambilan sampel pada jalan raya, oleh karena itu pengambilan sampel dilaksanakan di sisi barat jalan. Suhu udara di jalan saat sampling dilaksanakan sebesar 32°C

dengan kelembaban sebesar 53 %. Jarak titik pengambilan sampel dari jalan sejauh 1 meter.

Lokasi kedua pengambilan sampel dilakukan di Sampoerna Center. Pengambilan sampel pada lokasi ini berada pada P2 dengan titik pengambilan di dua tempat pada tanggal 2 Maret 2015, yaitu ESC1 dan ESC2. Sampling pada titik ESC1 dilakukan dengan keadaan suhu 30°C dan kelembaban mencapai 57 %. Kecepatan angin di titik ini tidak terbaca oleh anemometer dikarenakan adanya pengaruh dari kerapatan taman vertikal pada area ini, namun masih terdapat pergerakan angin yang berasal dari luar dengan kecepatan sangat rendah. Titik ESC2 berada pada sisi belakang gedung, dengan keadaan meterologi suhu lingkungan pada saat sampling sebesar 29°C, sedangkan kelembaban mencapai 59,8 %.

Kegiatan sampling pada lokasi ketiga terletak di BCA. Lokasi ini merupakan lokasi yang belum menerapkan taman vertikal, namun sudah terdapat taman dan beberapa pohon di halaman. Kegiatan sampling dilaksanakan pada tanggal 4 Maret 2015. Sampling dilakukan di dua titik lokasi, dimana titik BCA1 berada di halaman depan untuk mewakili area di depan gedung. Titik BCA2 dilakukan pada area belakang gedung, dimana titik sampling ini merupakan perwakilan dari keadaan udara ambien di area belakang gedung. Keadaan meterologi pada saat sampling di titik BCA1 berada pada kondisi cuaca cerah dengan suhu 29°C dan kelembaban 65,5 %. Kecepatan angin di titik ini mencapai interval 0,4-1,7 m dt⁻¹ dengan arah angin menuju ke selatan. Keadaan meterologi di titik BCA2 berada pada kondisi cerah dengan suhu sebesar 30°C dan kelembaban 61,6 %. Kecepatan angin saat sampling di titik BCA2 memiliki interval 0,1-0,3 m dt⁻¹ dengan arah angin menuju ke selatan.

Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

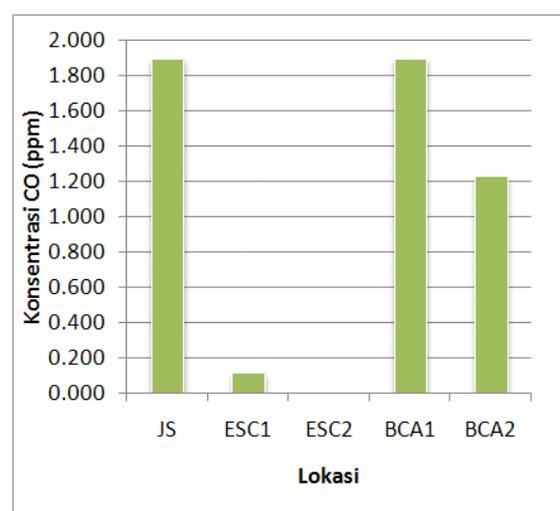
Keadaan udara ambien di lima titik sampel dapat dikatakan aman. Berdasarkan nilai konsentrasi CO yang masih berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan. Keadaan udara ini akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat

menimbulkan efek negatif pada kesehatan apabila terkena paparan CO dengan konsentrasi yang kecil. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Gambar 4**.

Tabel 1. Konsentrasi CO

| Lokasi | Konsentrasi Rata-rata CO (ppm) |
|-----------|--------------------------------|
| JS | 1,899 |
| ESC1 | 0,112 |
| ESC2 | 0,000 |
| BCA1 | 1,899 |
| BCA2 | 1,229 |
| Baku Mutu | 20,00 |

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 4. Grafik Konsentrasi CO

Tingkat penurunan

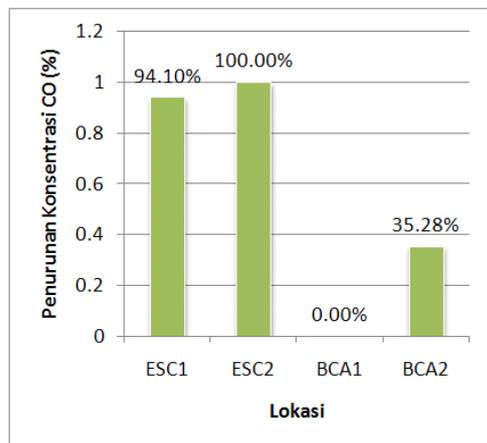
Tabel 2. Tingkat Penurunan CO

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------|-------|--------|-------|---|
| JS | 1.899 | - | 0.871 | |
| ESC1 | 0.112 | 94.10 | 0.916 | |
| ESC2 | 0.000 | 100.00 | 1.028 | |
| BCA1 | 1.899 | 0.00 | 0.871 | |
| BCA2 | 1.229 | 35.28 | 0.201 | |
| Jumlah | 5.139 | - | 3.887 | |
| Mean | 1.028 | - | - | |
| S | 0.93 | - | - | |

Sumber : Hasil Analisis

Keterangan : 1 = Lokasi, 2= Konsentrasi Rata-rata CO (ppm), 3 = Tingkat Penurunan (%), dan 4 = | Konsentrasi - Mean |

Nilai konsentrasi CO yang didapatkan dari kegiatan sampling dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan besar tingkat penurunan. Tingkat penurunan dilihat dari titik sampel pada gedung dengan dan tanpa taman vertikal. Sebagai lokasi sumber pencemar maka titik JS merupakan kontrol yang nilainya dikurangi dengan nilai konsentrasi. Berdasarkan data konsentrasi pada **Tabel 2** di setiap titik sampling didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,93. Nilai standar deviasi ini menunjukkan bahwa data bersifat representatif dan dianggap dapat mewakili, karena nilai standar deviasi ini masih berada dibawah nilai mean dari data sampel.



Gambar 5. Grafik Tingkat Penurunan Konsentrasi CO

Tingkat penurunan konsentrasi CO disetiap titik sampel dapat dilihat pada **Gambar 5**. Titik ESC1 dan ESC2 yang memiliki taman vertikal menghasilkan tingkat penurunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi tanpa taman vertikal. Adanya proses adsorpsi dan absorpsi yang terjadi oleh tanaman sangat berpengaruh terhadap penurunan yang dihasilkan. Taman vertikal di Esa Sampoerna Center memiliki kerapatan dan kerimbunan yang lebih dari cukup untuk memaksimalkan penyerapan polutan serta dapat menghalangi masuknya polutan dari area jalan. Lebar daun juga berpengaruh pada tingkat penurunan, hal ini disebabkan daun memiliki stomata yang digunakan oleh tanaman dalam proses respirasi dan fotosintesis. Selain itu terdapat faktor

kelembaban yang dapat membantu terbukanya stomata. Udara bersama dengan polutannya akan terserap masuk kedalam tubuh tanaman, kemudian dengan bantuan mikroorganisme dapat mengurangi konsentrasi CO.

DAFTAR PUSTAKA

- Boediningsih, Widyawati. 2011. Dampak Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Polusi Udara Kota Surabaya. Jurnal Fakultas Hukum, Universitas Narotama. Surabaya.
- BSN. SNI 19-7119.6-2005. Udara Ambien - Bagian 6 : Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien. Badan Standarisasi Nasional.
- Dwi, Ferry Tristanto. 2012. Analisis Dampak Lalulintas Akibat Adanya Pembangunan SMA Krister Petra 2 Surabaya. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Eugene N.Bruce, Margaret C. 2003. A Multicompanement Model Of Carboxyhemoglobin And Carboxymyoglobin Responses To Inhalation Of Carbon Monoxide. *J Appl Physiol*95: 1235-1247.
- Fardiaz,Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 Tahun 2009 Tentang Baku Mutu Uara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur.
- Soedomo, Moestikahadi. 2001. Pencemaran Udara. Bandung : ITB.