
PENGARUH LUAS RUANG TERBUKA HIJAU TERHADAP PENURUNAN NO₂ BERDASARKAN NILAI TOTAL KOLOM CITRA SATELIT GOME 2 METOP-B

Raden Kokoh Haryo Putro¹, Aussie Amalia¹, Novirina Hendrasarie¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Email: radenkokoh.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar fosil untuk kendaraan bermotor di Indonesia berpotensi menghasilkan emisi udara yang dapat mencemari lingkungan terutama kesehatan manusia. Parameter yang sering dijadikan acuan pencemaran oleh emisi kendaraan bermotor yaitu NO₂. Pada saat ini citra satelit telah dikembangkan dan dimanfaatkan di berbagai bidang. Salah satunya yaitu guna melakukan pemantauan kualitas udara. Tujuan penelitian ini yaitu melakukan analisa pengaruh rasio luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Surabaya dan Jakarta terhadap penurunan NO₂ dilakukan pada penelitian ini. Metode yang digunakan dengan menggunakan data NO₂ troposfer berdasarkan data total kolom NO₂ citra satelit GOME 2 METOP B. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan luar ruang terbuka memberikan pengaruh terhadap penurunan angka NO₂ di udara.

Kata kunci: NO₂, Citra Satelit GOME-2 METOP B, Ruang Terbuka Hijau

ABSTRACT

The use of fossil fuels for motor vehicles in Indonesia has the potential to produce air emissions that can pollute the environment, especially human health. The parameter that is often used as a reference for pollution by motor vehicle emissions is NO₂. Nowadays satellite imagery has been developed and used in various fields. One of them is to monitor air quality. Analysis of the effect of the ratio of the area of Green Open Space (RTH) in the cities of Surabaya and Jakarta to the reduction of NO₂ was carried out in this study. The method of this study is using tropospheric NO₂ data based on the total NO₂ column data from satellite imagery GOME 2 METOP B. The results show that there is an influence of the area of the green open space ratio on the pattern of NO₂ increase in DKI Jakarta and Surabaya.

Keywords: NO₂, Citra Satelit GOME-2 METOP B, Green Space

PENDAHULUAN

Sektor transportasi merupakan salah satu sektor yang berkembang pesat sehingga Jumlah Kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2019 sudah mencapai 133.617.012 unit. Khusus untuk pulau Jawa penggunaan kendaraan bermotor mencapai 80.373.138. Rata – rata peningkatan kendaraan tersebut dari tahun 2015 ke tahun 2019 yaitu 6,13% (BPS, 2019). Rata – rata kendaraan di Indonesia masih menggunakan bahan bakar fosil. Gas pencemar udara yang ditimbulkan oleh emisi bahan bakar fosil meliputi SO₂, NO₂, CO, Partikulat, Pb dan Ozon (Cooper, 2002). Banyaknya jumlah kendaraan bermotor inilah yang menyebabkan semakin besar konsentrasi NO₂ yang ada di udara (Sukmawati et al, 2011).

Parameter pencemar utama seperti SO₂, NO₂, CO, Partikulat, Pb dan Ozon sangat mempengaruhi kesehatan manusia terutama yang berhubungan dengan pernafasan. Salah satu gangguan kesehatan dari pencemaran udara yaitu *Chronic Non Specific Respiratory Diseases (CNSRD)*. Contoh CNSRD adalah asma, bronkhitis dan penyakit lainnya. CNSRD diakibatkan oleh tercemarnya paru – paru oleh NO_x, SO₂, Ozon, Partikulat. Selain itu CO juga dapat masuk ke darah melalui paru – paru yang bersifat neurotoksik (Budiyono, 2001). Penelitian sebelumnya juga menunjuk adanya keterkaitan signifikan antara kualitas udara dengan kejadian penyakit ISPA di suatu daerah. (Ramathan et al, 2009).

Citra satelit telah dikembangkan ke berbagai fungsi salah satunya yaitu untuk pemantauan kualitas udara. Analisis korelasi antara kualitas udara ambien dan data satelit pernah dilakukan di beberapa negara lain. Konsentrasi NO₂, SO₂, CO ambien di Arab Saudi (Jeddah) di korelasikan dengan data *Land Surface temperature (LST)* dari hasil citra satelit Landsat 7 ETM+. Hasil korelasi 2 faktor (linear) antara LST dan data konsentrasi udara ambien menunjukkan nilai korelasi yang cukup tinggi yaitu $R^2 = 0.954$ (Alseroury, 2015). Penelitian di Thailand (Bangkok dan Rayong) dan Cina (Chiangmai) menunjukkan hasil yang cukup bagus terkait dengan korelasi data total kolom NO₂ citra satelit GOME 2 dengan data pengukuran di bumi yaitu nilai $R^2 = 0.5 - 0.67$ (Lalitaporn et

al, 2013). Penelitian lain yang dilakukan di Indonesia dengan menggunakan data total kolom NO₂ citra satelit GOME 2 METOP B dengan pengukuran bumi diambil dari AQMS (*Air Quality Monitoring System*) Kota Surabaya dan Kota Jakarta pada tahun 2016 yang menunjukkan nilai korelasi $R^2 = 0.436$.

Ruang Terbuka Hijau (RTH) menjadi salah satu langkah pengembangan kota dalam memperbaiki kualitas udara di beberapa kota. Tanaman yang berada di RTH diyakini dapat melakukan penyerapan gas – gas pencemar udara. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa semak dan pohon menjadi salah satu tanaman di RTH yang memiliki penyerapan gas emisi cukup baik yaitu dari 0.28-100.02 $\mu\text{g/g}^{15}\text{N}$ (Nazrullah et al, 2000).

Oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dilakukan analisa pengaruh rasio luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Surabaya dan Jakarta terhadap penurunan NO₂ (berdasarkan data citra satelit GOME 2 Metop B). Pada penelitian ini kota Surabaya dan Jakarta dijadikan sebagai objek penelitian karena kedua kota tersebut merupakan kota yang memiliki kepadatan penduduk tinggi yang ada di Indonesia. Data citra satelit dapat digunakan secara luas untuk mewakili suatu kota sehingga cocok digunakan untuk melakukan analisa untuk skala kota.

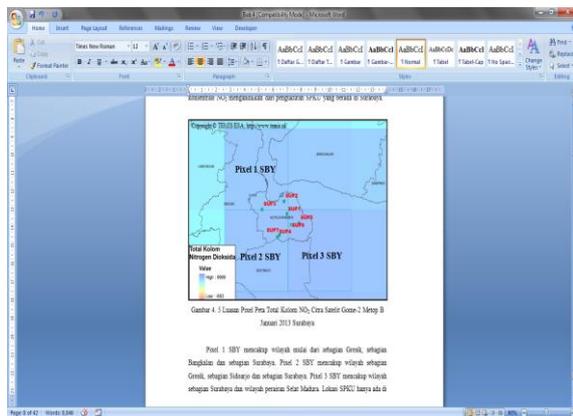
METODE PENELITIAN

Pengambilan Data Total Kolom NO₂ Citra Satelit GOME 2 METOP B

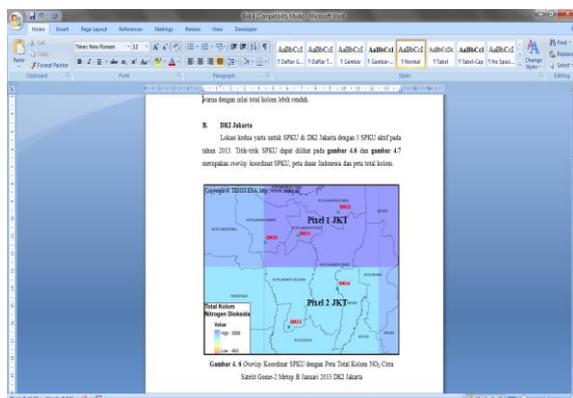
Citra satelit GOME 2 METOP B merupakan suatu instrumen yang dapat mengukur jejak gas NO₂ di troposfer. Hasil pengukuran tersebut dinyatakan dalam data total kolom NO₂. Data total kolom Satelit GOME 2 METOP B tersedia dari 2013 dan masih tersedia sampai saat ini, akan tetapi awal satelit GOME 2 diluncurkan pada tahun 2012. Pengukuran nilai total kolom NO₂ berdasarkan cahaya yang dipantulkan kembali oleh lapisan NO₂ yang ada di troposfer. Pantulan tersebut selanjutnya tertangkap oleh citra satelit. Luas jangkauan citra satelit (Pixel) GOME 2 METOP B yaitu 80 km x 40 km (Munro, et al). Data Total Kolom NO₂ diambil dari publikasi di situs www.temis.nl. Data total kolom NO₂ digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan korelasi yang cukup bagus

dengan pengukuran Konsentrasi NO₂ udara ambien. Data yang didapat berupa data rata-rata bulanan total kolom NO₂. Data tersebut disajikan berupa peta warna dan nilai dalam bentuk file ESRI Grid Format.

Berdasarkan data total kolom NO₂, wilayah Kota Surabaya terbagi dalam 3pixel dan Wilayah DKI Jakarta terbagi menjadi 2 Pixel. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi ArcGIS untuk mendapat nilai total kolom setiap pixelnya untuk setiap bulan dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016. Data tersebut kemudian diolah menjadi data total kolom NO₂ per tahun. Data total kolom kemudian di rata-rata untuk Surabaya (rata-rata 3 pixel) dan DKI Jakarta (rata-rata 2 pixel) yang mana pembagian peta wilayahnya dapat dilihat pada **Gambar-1** dan **Gambar-2**.



Gambar -1: Peta Total Kolom NO₂ Surabaya Januari 2013



Gambar -2: Peta Total Kolom NO₂ DKI Jakarta Januari 2013

Kerapatan Tutupan Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Tutupan RTH merupakan luasan tutupan dari tanaman, air, maupun tanah yang terlihat dari atas. Dalam hal ini mungkin luas tutupan RTH akan berbeda dengan luas RTH

dari data kota karena yang dihitung adalah luas tutupannya. Sebagai contoh yaitu luas dari tutupan daun pohon. Luasan tutupan RTH dihitung berdasarkan data citra satelit dari tahun 2013 – 2016 yang diambil dari data Google Earth. Luas tutupan dihitung dengan batasan luasan total pixel setiap kota data total kolom NO₂ citra satelit GOME-2 METOP B. Kerapatan tutupan RTH dihitung berdasarkan persamaan (1):

$$\text{Kerapatan RTH} = \frac{\text{Luas RTH}}{\text{LuasPixelKota}} \quad (1)$$

Hasil perhitungan Luas Tutupan RTH untuk kota Surabaya dan Jakarta pada Tahun 2013-2015 dan tahun 2013-2016 dapat dilihat pada **Tabel-2**.

Tabel -2: Luas Tutupan RTH

| Lokasi | Tahun | Luas Pixel (km ²) | Luas Bangunan (km ²) | Luas Tutupan RTH (km ²) |
|-------------|-------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Surabaya | 2013 | 2291.5247 | 1092.4 | 1199.1 |
| | 2014 | | 1094.6 | 1196.9 |
| | 2015 | | 1095.4 | 1196.2 |
| DKI Jakarta | 2013 | 1530.1349 | 1007.3 | 522.9 |
| | 2014 | | 1009.4 | 520.8 |
| | 2015 | | 1013.2 | 517.0 |
| | 2016 | | 1013.2 | 517.0 |

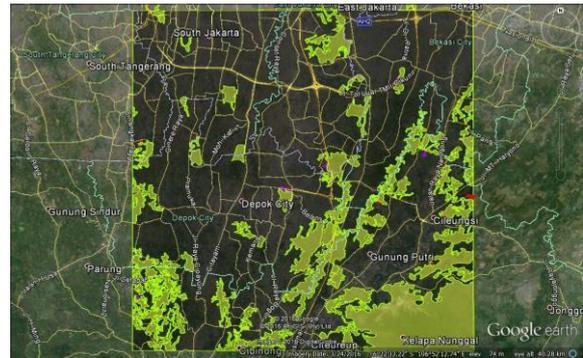
Pada **Gambar-3**, **Gambar-4**, dan **Gambar-5** menunjukkan perubahan jumlah daerah RTH yang semakin berkurang di setiap tahunnya di Kota Surabaya, sedangkan pada **Gambar-6** dan **Gambar-7** menunjukkan perubahan jumlah daerah RTH yang semakin berkurang di setiap tahunnya di Kota Jakarta.



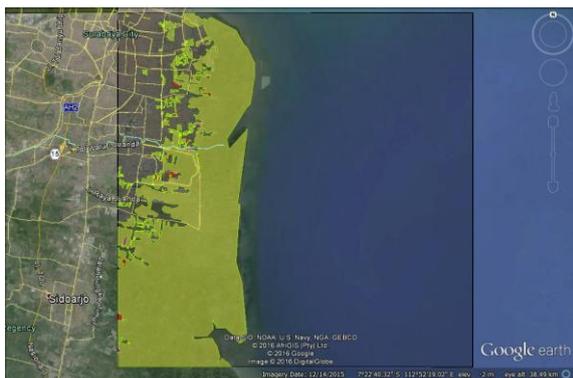
Gambar -3: Penurunan daerah RTH dilihat dari pixel 2 SBY Tahun 2013-2016 (garis warna merah untuk tahun 2014, warna ungu untuk tahun 2015, dan warna biru untuk tahun 2016) (sumber: Google Earth).



Gambar -4: Tidak ada perubahan pada RTH dilihat dari pixel 1 SBY tahun 2013-2016 (sumber: Google Earth).



Gambar -7: Penurunan daerah RTH dilihat dari pixel 2 JKT Tahun 2013-2016 (garis warna merah untuk tahun 2014, warna ungu untuk tahun 2015, dan warna biru untuk tahun 2016) (sumber: Google Earth)



Gambar -5: Penurunan daerah RTH dilihat dari pixel 3 SBY Tahun 2013-2016 (garis warna merah untuk tahun 2014, warna ungu untuk tahun 2015, dan warna biru untuk tahun 2016) (sumber: Google Earth).



Gambar -6: Penurunan daerah RTH dilihat dari pixel 1 JKT Tahun 2013-2016 (garis warna merah untuk tahun 2014, warna ungu untuk tahun 2015, dan warna biru untuk tahun 2016) (sumber: Google Earth)

Rasio Kerapatan RTH : Jumlah Kendaraan

Jumlah Kendaraan bermotor di DKI Jakarta dan di Surabaya di dapat dari data BPS yang merupakan data dari kendaraan yang terdaftar di kepolisian wilayah kota tersebut. Data untuk DKI Jakarta tersedia dari tahun 2013 – 2016. Data untuk Kota Surabaya tersedia dari tahun 2013 – 2015. Data terkait jumlah kendaraan bermotor dari kedua kota tersebut dapat dilihat pada **Tabel-2**.

Tabel -2: Jumlah Kendaraan Bermotor

| Lokasi | Tahun | Jumlah Kendaraan |
|-------------|-------|------------------|
| Surabaya | 2013 | 1.903.039 |
| | 2014 | 2.011.512 |
| | 2015 | 2.126.168 |
| DKI Jakarta | 2013 | 16.072.869 |
| | 2014 | 17.523.967 |
| | 2015 | 18.668.056 |
| | 2016 | 18.006.404 |

(BPS Jakarta, 2017 dan BPS Surabaya, 2018)

Rasio Kerapatan RTH dibanding dengan jumlah kendaraan dihitung berdasarkan persamaan 2:

$$\text{RasioRTH/kendaraan} = \frac{\text{kerapatan RTH}}{\text{Jumlahkendaraan}} \quad (2)$$

Jumlah kendaraan dimasukkan dalam perhitungan pengaruh karena sebagai sumber emisi NO₂. Analisa pengaruh kerapatan RTH akan menjadi valid karena ada perwakilan faktor penyerap (RTH) dan faktor penghasil (Kendaraan).

Analisa Pengaruh Luas RTH terhadap Penurunan NO₂

Analisa pengaruh dilakukan berdasarkan analisa statistik yaitu Regresi Linear. Pengaruh dilihat dari nilai r² yang dihasilkan dari perbandingan data rasio kerapatan RTH/kendaraan dan data total kolom NO₂ citra satelit GOME-2 METOP B. Nilai r² akan menunjukkan besaran pengaruh dari faktor rasio kerapatan RTH/kendaraan terhadap total kolom NO₂. Pendekatan tersebut

selanjutnya dapat ditarik kesimpulan apakah ada pengaruh dari RTH terhadap konsentrasi NO₂ di udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan perhitungan yang dilaksanakan, didapatkan hasil data rasio RTH/Kendaraan dan Nilai Total Kolom NO₂ yang dapat dilihat pada **Tabel-3**.

Tabel -3: Data Rasio RTH/Kendaraan dan Nilai Total Kolom NO₂

| Lokasi | Tahun | Kerapatan Tutupan RTH (km ² / km ²) | Rasio Jumlah RTH: Kendaraan x 10 ⁻⁶ | Nilai total Kolom (10 ¹⁵ molekul/ cm ²) |
|-------------|-------|--|--|--|
| Surabaya | 2013 | 0.52 | 0.27 | 411 |
| | 2014 | 0.52 | 0.26 | 418 |
| | 2015 | 0.52 | 0.25 | 369 |
| DKI Jakarta | 2013 | 0.34 | 0.02 | 610 |
| | 2014 | 0.34 | 0.02 | 683 |
| | 2015 | 0.34 | 0.02 | 709 |
| | 2016 | 0.34 | 0.02 | 1295 |

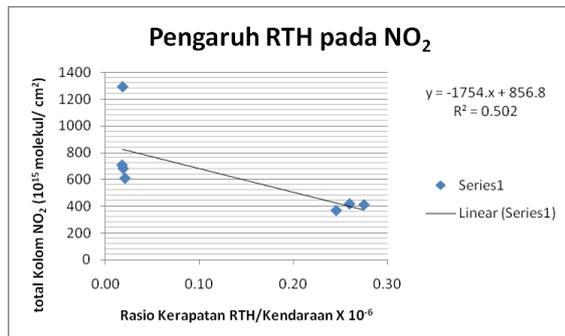
Gambar-7 merupakan hasil perbandingan rasio kerapatan RTH : Jumlah kendaraan (sumbu X) dengan nilai total kolom NO₂ citra satelit GOME-2 METOP B (Sumbu Y) di Kota Surabaya dan DKI Jakarta. Hasil analisis menunjukkan hasil regresi linear yang memiliki nilai r² = 0.502. Hal ini berarti faktor rasio RTH/kendaraan memiliki pengaruh sebesar 50.2% terhadap angka Total Kolom NO₂. **Gambar-8** juga menunjukkan rumus korelasi linear yang menunjukkan hasil nilai Y yang berbanding terbalik dengan nilai X. Hal ini berarti bahwa nilai total kolom NO₂ semakin kecil jika nilai rasio RTH/kendaraan semakin besar. Nilai Rasio RTH/kendaraan sendiri dipengaruhi dari luas kerapatan RTH di kota itu sendiri. Nilai rasio RTH/kendaraan akan semakin besar jika luas RTH juga semakin besar.

Dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nazrullah et al (2000) menyatakan bahwa semua tanaman memiliki kemampuan dalam menyerap kadar NO₂. Selain itu, hasil penelitiannya menunjukkan tidak hanya tanaman besar saja yang memiliki kemampuan menyerap kadar NO₂, namun kecil yang menutupi tanah juga berperan dalam penyerapan NO₂. Luasan RTH yang

semakin besar memiliki nilai Rasio Luas RTH yang juga ikut meningkat. Tanaman yang dimaksud tidak hanya tanaman pohon melainkan juga tanaman penutup tanah (seperti rumput) yang banyak ditanam di taman kota yang dijadikan sebagai RTH. Tanaman hias seperti *sansevieria* dapat membantu mengurangi kadar NO₂ di daerah perkotaan (Rosha et al, 2013).

Hasil dari analisa, terdapat korelasi antara nilai Total Kolom NO₂ dengan rasio luas RTH. Peningkatan Nilai total kolom NO₂ berbanding terbalik dengan rasio luar RTH. Nilai pengaruh masih mencapai 50.2% yang disebabkan oleh faktor yang digunakan dalam analisis ini. Faktor yang digunakan hanya menggunakan 3 faktor saja yaitu nilai total kolom NO₂, jumlah kendaraan bermotor dan juga luas tutupan RTH. Faktor alam sendiri juga memiliki pengaruh terhadap nilai NO₂ di udara seperti terjadinya reaksi fotokimia di udara (Boersma et al, 2009). Selain itu pendekatan data menggunakan citra satelit juga masih memiliki beberapa kelemahan. Hal ini ditunjukkan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menunjukkan nilai korelasi yang belum sempurna antara nilai total kolom NO₂ dengan konsentrasi NO₂ udara ambien.

Sebagai contoh Penelitian di Thailand (Bangkok dan Rayong) dan Cina (Chiangmai) menunjukkan hasil korelasi data total kolom NO₂ citra satelit GOME 2 dengan data pengukuran di bumi yaitu nilai $R^2 = 0.5 - 0.67$ (Lalitaporn et al, 2013)



Gambar -8: Analisa Pengaruh Regresi Linear

KESIMPULAN

Hasil dari analisis terdapat korelasi antara nilai Total Kolom NO₂ dengan rasio luas RTH. Peningkatan Nilai total kolom NO₂ berbanding terbalik dengan rasio luar RTH di DKI Jakarta dan Surabaya. Peningkatan NO₂ berbanding terbalik dengan pertambahan luasan RTH di kedua kota tersebut. Hasil analisis regresi linear menunjukkan nilai pengaruh sebesar $r^2 = 0.502$ dengan pengaruh yaitu menurunnya nilai total kolom NO₂ pada saat nilai RTH meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alseroury, F. A. (2015). The effect of pollutants on land surface temperature around power plan. *International Journal of Mechanical and Production Engineering*, 3, 17–21
- Boersma, K. F., Jacob, D. J., Trainic, M., Rudich, Y., DeSmedt, I., Dirksen, R., dan Eskes, J. H., (2009). Validation of urban NO₂ concentrations and their diurnal and seasonal variations observed from the SCIAMACHY and OMI sensors using in situ surface measurements in Israeli cities. *Atmos. Chem. Phys.*, Vol. 9. Hal 3867-3879
- Boersma, F. (2009). Monthly mean tropospheric NO₂ data files (TOMS format). Netherland: KNMI
- BPS (Badan Pusat Statistika) DKI Jakarta. (2017). Jakarta Dalam Angka. DKI Jakarta: Percetakan Pemerintah DKI Jakarta
- BPS (Badan Pusat Statistika) Surabaya. (2018). Surabaya Dalam Angka. DKI Jakarta: Percetakan CV Azka Putra Pratama
- Budiyono A. (2001). Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara lingkungan. *Berita Dirgantara: Vol 2 no 1, 21 - 27.*
- Cooper, C. D., dan Alley, F. C. (2002). *Air Pollution Control 3rd Edition.* Waveland Press Inc. USA
- KNMI.(2021).www.temis.nl. diakses tanggal 20 Juli 2021
- Lalitaporn, P., Kurata, G., Matsuoka, Y., Thongboonchoo, N., & Surapipith, V. (2013). Long-term analysis of NO₂, CO, and AOD seasonal variability using satellite observations over Asia and intercomparison with emission inventories and model. *Air Qual Atmos Health*, Vol. 6, hal. 655-672
- Nasrullah, N., Gandanegara, S., Suharsono, H., Wungkar, M., dan Gunawan, A. (2000). Pengukuran Serapan Polutan Gas No₂ Pada Tanaman Tipe Pohon, Semak Dan Penutup Tanah Dengan Menggunakan Gas No₂ Bertanda 15N. *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi*
- Ramantahan V., Y. Feng. (2009). Air Pollution, Greenhouse Gases and Climate Change : Global and Regional Perspective. *Atmospheric Environment: Vol 43 No 1, 37-50.*
- Rosha, P. T., Fitriyana, M. N., Ulfa, S. F., dan Dharminto. (2013). Pemanfaatan Sanseviera Tanaman Hias Penyerap Polutan Sebagai Upaya Mengurangi Pencemaran Udara Di Kota Semarang. *Jurnal ilmiah mahasiswa Vol. 3. No. 1*
- Sukmawati, Palloan, P., Ihsan, N. (2011). Studi Kualitas Udara Kota Makassar (Studi Kasus Konsentrasi NO₂). *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika: Vol 7 No 1, 47-58.*