

113./Biologi dan Bioteknologi Umum

LAPORAN PENELITIAN DOSEN MADYA

BIDANG KEILMUAN



TINGKAT KEMAMPUAN BERBAGAI MACAM KULTIVAR *Sansevieria trifasciata* DALAM MEREDUKSI GAS CO DARI ASAP ROKOK

Oleh :

**Whika Febria Dewatisari, S. Si, M.Si
Melly Lyndiani, S. Sos**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TERBUKA
MARET 2014**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DOSEN MADYA

Judul Penelitian : **Tingkat Kemampuan Berbagai Macam Kultivar *S. trifasciata* dalam Mereduksi Gas CO dari Asap Rokok**

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 113 /Biologi dan Bioteknologi Umum

Ketua Peneliti:

a. Nama Lengkap : Whika Febria Dewatisari, S. Si., M. Si
b. NIDN : 0009028501
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
d. Program Studi : Biologi
e. Nomor HP : 08153782732
f. Alamat surel (e-mail) : [whika@ut.ac.id/](mailto:whika@ut.ac.id) dewatisari@whika.web.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Melly Lyndiani, S. Sos
b. NIDN : -
c. Perguruan Tinggi : Universitas Terbuka

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap :
b. NIDN :
c. Perguruan Tinggi :

Biaya Penelitian : - diusulkan ke DIKTI Rp.
- dana internal PT Rp. Rp 20.000.000,-(Dua Puluh Juta Rupiah)
- dana institusi lain Rp.
- inkind sebutkan Lima Belas Juta Rupiah

Bandar Lampung, 26 Maret 2014

Mengetahui,
Kepala UPBJJ-UT Bandar Lampung

Ketua Peneliti,



(Drs. Irlan Soelaeman, M. Ed)
NIP. 19570822 198811 1 001

(Whika Febria Dewatisari, S. Si., M. Si)
NIP: 19850209.200812.2.004

Menyetujui,
Ketua lembaga penelitian

DAFTAR ISI

HALAMAN	JUDUL
.....	i
HALAMAN	
PENGESAHAN	ii
DAFTAR	
ISI	iii
RINGKASAN	i
v	
 I. PENDAHULUAN	
1. Latar Belakang	1
2. Perumusan Masalah	3
3. Tujuan Penelitian	3
4. Manfaat Penelitian.....	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
1. Pencemaran Udara di Dalam Ruangan.....	4
2. Karbon Monoksida (CO).....	6
3. Karbon dioksida (CO ₂).....	18
4. <i>Sansevieria trifasciata</i>	20
5. Stomata.....	27
 III. METODOLOGI PENELITIAN	
1. Tempat dan Waktu Penelitian	31
2. Bahan dan Alat Penelitian	31
3. Rancangan Percobaan	32
4. Metode Pengumpulan Data	32
5. Analisis Data	34
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
35	
 V. KESIMPULAN	
5	
 VI. DAFTAR PUSTAKA	
53	

RINGKASAN

Pencemaran atau polusi udara tidak hanya terjadi di luar ruangan saja, tetapi di dalam ruanganpun tidak lepas dari pencemaran, khususnya udara. Pencemaran dalam ruangan cenderung disebabkan oleh asap rokok. Gas pencemar dari asap rokok yang paling berpengaruh bagi tubuh manusia adalah gas karbon monoksida (CO) dan gas karbon dioksida (CO₂). *Sansevieria trifasciata* merupakan contoh tanaman hias yang sering diletakkan di perkantoran, hotel, maupun rumah sebagai penetralisir polusi. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa Sanseveira mampu menyerap 107 jenis racun. Termasuk racun-racun yang terkandung dalam polusi udara (karbonmonoksida), racun rokok, bahkan radiasi nuklir.

Riset lainnya dapat disimpulkan bahwa untuk ruangan seluas 100 m³ cukup ditempatkan *Sansevieria* dewasa berdaun 5 helai daun agar ruangan itu bebas polutan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan penyerapan gas CO keenam kultivar *S. trifasciata* setelah pemaparan asap rokok dan mengetahui kultivar mana yang memiliki kemampuan penyerapan gas CO terbaik menyerap gas CO.

Penelitian ini dilaksanakan di Rajabasa Bandar Lampung. Penelitian dilaksanakan selama 7 bulan, dimulai dari Februari 2014 sampai dengan bulan Agustus 2014. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satuan percobaan homogen atau tidak ada faktor lain yang mempengaruhi respon di luar faktor yang diteliti. Rancangan ini menggunakan lima macam perlakuan.

Analisa dilakukan selama penelitian dan secara menyeluruh mulai dari tahap kalibrasi, pemaparan gas pencemar karbon monoksida (CO), menentukan tanaman yang memiliki penyisihan terbesar dalam penurunan polutan gas CO dan efek yang ditimbulkan terhadap tanaman. Data hasil pengamatan disusun dalam tabel kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan Anova. Apabila terdapat pengaruh perlakuan yang berbeda nyata maka pengujian dilanjutkan dengan uji jarak Duncan/Duncan Multiple Range Test (Gaspersz, 1991).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kultivar terbaik dalam menyerap kadar CO dari polutan asap rokok adalah *S. trifasciata* “Green tiger” yaitu sebesar 76% dan kultivar terbaik dalam menyerap kadar CO₂ dari polutan asap rokok adalah *S. trifasciata* “Green tiger” sebesar 80.07 %, serta yang mengalami kerusakan stomata paling banyak adalah *S. trifasciata* “Green tiger” yaitu sebesar 13.33%

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Pencemaran atau polusi udara tidak hanya terjadi di luar ruangan saja, tetapi di dalam ruanganpun tidak lepas dari pencemaran, khususnya udara. Contohnya adalah : bau tidak sedap, mikroorganisme, dan asap rokok. Pencemaran dalam ruangan cenderung disebabkan karena asap rokok. Satu batang rokok mengandung lebih kurang 4000 jenis bahan kimia, dan 40% di antaranya beracun. Bahan kimia yang paling berbahaya terutama nikotin, tar, hidrokarbon, karbon monoksida, dan logam berat. Gas pencemar dari asap rokok yang paling berpengaruh bagi tubuh manusia adalah gas karbon monoksida (CO) dan gas karbon dioksida (CO₂).

Sansevieria trifasciata merupakan contoh tanaman hias yang sering diletakkan di perkantoran, hotel, maupun rumah sebagai penetralisir polusi. Penelitian yang dilakukan Badan Antariksa Amerika Serikat (NASA) telah menemukan bukti-bukti bahwa tanaman ini secara alami mampu memerangi *Sick Building Syndrome* yaitu salah satu fenomena gangguan kesehatan yang berkaitan dengan kualitas udara dalam ruangan. *S. trifasciata* mampu memberikan udara segar pada suatu ruangan karena sepanjang hidupnya tanaman ini terus-menerus menyerap zat berbahaya di udara. *S. trifasciata* sangat tahan terhadap polutan. Selain sebagai anti polutan terhadap asap rokok, *S. trifasciata* juga mampu menyerap carbon dioxide, benzene, formaldehyde, dan trichloroethylene.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Sanseveira* mampu menyerap 107 jenis racun. Termasuk racun-racun yang terkandung dalam polusi udara (karbonmonoksida), racun rokok (nikotin), bahkan radiasi nuklir. Riset lainnya dapat disimpulkan bahwa untuk ruangan seluas 100 m³ cukup ditempatkan *Sansevieria* dewasa berdaun 5 helai daun agar ruangan itu bebas polutan.

Sebagian besar bahan-bahan pencemar udara mempengaruhi tanaman melalui daun, mekanisme tanaman untuk pertahanan dari zat pencemar udara adalah melalui pergerakan membuka dan menutupnya stomata dan proses detoksifikasi. Stomata merupakan bagian tumbuhan yang mempunyai peranan penting dalam proses fotosintesis. Sehingga pengaruh dari pencemaran udara dapat dilihat pada kondisi stomata daun yang berada di daerah yang terkena gas polutan. Hasil dari pencemaran udara tersebut dapat menjadi faktor negatif dari pertumbuhan tumbuhan serta struktur komunitas.

Penelitian yang dilakukan oleh Adita dan Ratni (2011) menyebutkan bahwa *S. trifasciata* merupakan tanaman yang memiliki kemampuan terbesar dalam penurunan konsentrasi gas karbon monoksida dibandingkan tanaman hias lainnya seperti lili paris dan sirih gading. *S. trifasciata* pada umur 12 bulan mampu mereduksi CO sebesar 81,63 ppm (70,6%) dengan dengan kerapatan 16 helai daun (Muhammadah, 2012). Dari hasil penelitian didapatkan tanaman *S. trifasciata* dengan tinggi 100 cm memiliki kemampuan terbesar dalam penurunan konsentrasi gas CO dibandingkan tanaman kembang sepatu yaitu sebesar 84.18% (Boedisantoso,2008).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan di atas *S. trifasciata* termasuk tanaman hias yang cukup berhasil dalam menurunkan kadar CO, Oleh karena itu kali ini peneliti akan mencoba enam kultivar dari *S. trifasciata* yang biasanya menjadi

tanaman hias dalam ruangan yang mampu secara maksimal dapat menyerap gas CO dari asap rokok dan mengamati pengaruhnya terhadap kerapatan stomata pada daun.

2. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimanakah perbandingan kemampuan penyerapan gas CO dari keenam kultivar *S. trifasciata* setelah pemaparan asap rokok
- 2) Kultivar manakah yang memiliki kemampuan penyerapan gas CO terbaik menyerap gas CO

3. Tujuan Penelitian

- 1) Untuk mengetahui kemampuan penyerapan gas CO keenam kultivar *S. trifasciata* setelah pemaparan asap rokok
- 2) Mengetahui kultivar mana yang memiliki kemampuan penyerapan gas CO terbaik menyerap gas CO

4. Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan menambah informasi tentang kemampuan kultivar *S. trifasciata* sebagai tanaman hias di dalam ruangan sekaligus berfungsi mengurangi polusi di dalam ruangan seperti asap rokok.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pencemaran Udara di Dalam Ruangan

Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya dalam atmosfer (udara) yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia, serta menurunkan kualitas lingkungan. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana contohnya di dalam rumah, sekolah, kantor, dan dalam ruangan lainnya. Pencemaran ini disebut pencemaran di dalam ruangan (*indoor pollution*) misalnya asap rokok dan hasil pembakaran dalam rumah tangga. Sementara pencemaran di luar ruangan (*outdoor pollution*) berasal dari emisi kendaraan bermotor, industri perkapalan, dan proses alami oleh makhluk hidup. Pada prinsipnya pencemaran udara adalah kondisi udara yang mempunyai komposisi tidak ideal (Sudrajad, 2005).

Pencemaran dalam ruangan cenderung disebabkan oleh asap rokok. Satu batang rokok mengandung lebih kurang 4000 jenis bahan kimia, dan 40% di antaranya beracun. Bahan kimia yang paling berbahaya terutama nikotin, tar, hidrokarbon, karbon monoksida, dan logam berat. Asap rokok mengandung berbagai bahan kimia yang dapat merusak kesehatan terutama bagi perokok pasif, bahkan berdasarkan penelitian, ternyata akibat yang terjadi lebih buruk pada perokok pasif dibandingkan dengan perokok aktif. Asap rokok mengandung berbagai macam zat berbahaya. Gas pencemar dari asap rokok yang paling berpengaruh bagi tubuh manusia adalah gas karbon monoksida (CO). Gas CO yang dihasilkan rokok terhisap oleh manusia melalui proses pernafasan, kemudian gas CO tersebut akan ikut dalam aliran darah termasuk aliran darah jantung. Bila di dalam darah

terdapat gas CO, maka hemoglobin akan lebih banyak terikat dengan CO, karena daya ikat CO dengan hemoglobin 200-250 kali lebih kuat dari daya ikat oksigen dengan hemoglobin. Bila terdapat kadar CO yang berlebihan dalam darah, maka pada akhirnya kadar oksigen dalam darah akan turun dengan drastis. Pada tubuh yang kekurangan oksigen dapat menimbulkan terjadinya hipoksia. Akibatnya jaringan tubuh juga akan kekurangan oksigen. Bila hipoksia menyerang otak, maka akan menimbulkan gangguan susunan syaraf pusat yang disebut ensefalopati. Apabila mengenai jantung dan darah disebut gangguan kardiovaskuler. Ikatan gas CO dengan hemoglobin disebut karboksihemoglobin (COHb). Merokok satu batang per hari akan menghirup 20 ppm gas CO. Udara di dalam ruangan juga dapat dicemari oleh mikroorganisme antara lain bakteri, virus, dan jamur. Menurut Utomo, spesialis okupasi yang juga ahli masalah polusi udara dalam ruang, penyakit infeksi pernapasan akut yang disebabkan bakteri, populer disebut sebagai legionella disease (penyakit legionella). Bakteri legionella sangat umum di lingkungan dan terdapat di mana-mana. Belakangan ini banyak orang berupaya mencari cara untuk menanggulangi polusi tersebut. Seiring dengan perkembangan teknologi, produsen alat elektronik mencoba mencari solusi untuk masalah pencemaran udara di dalam ruangan dengan menciptakan penyejuk ruangan yang dapat mengurangi kadar CO₂, asap rokok, bau tidak sedap, serta menghentikan aktivitas bakteri dan virus. Namun alat ini membutuhkan daya listrik yang cukup besar dan harganya relatif mahal (Sudrajad, 2005).

2. Karbon Monoksida (CO)

a. Sifat Fisik dan Kimia

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Tidak seperti senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin (Sumarawati,2005).

Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas tidak berwarna, tidak berbau yang dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna material yang mengandung zat arang atau bahan organik, baik dalam alur pengolahan hasil jadi industri, ataupun proses di alam lingkungan. Ia terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen. Satuan konsentrasi CO di udara adalah ppm atau parts per million. Untuk mengukur kadar CO tersebut, digunakan gas analyzer dengan satuan persen volume (Depkes, 2013)..

Konsentrasi CO di ruang naik bila ada perokok. Perokok mengeluarkan asap yang mengandung konsentrasi gas CO > 20.000 ppm. Ketika dihisap akan menjadi encer dengan konsentrasi sekitar 400-5000 ppm. Keadaan ini membahayakan karena akan meningkatkan konsentrasi CO-Hb dalam darah sampai 6.9% sehingga mudah terkena serangan jantung (Depkes, 2013).

Selain dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna di luar tubuh, gas CO juga dihasilkan dalam jumlah kecil (kurang dari 0,5%) dari katabolisme normal

cincin protoporfirin hemoglobin di dalam tubuh dan tidak toksik bagi tubuh.CO dapat terbentuk secara alamiah, tetapi sumber utamanya adalah dari kegiatan manusia. Karbon monoksida yang berasal dari alam termasuk dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam (Sumarawati,2005)

Sesuai dengan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) Nomor KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 pasal 9 menyatakan bahwa angka dan kategori indeks standar pencemaran udara untuk gas karbon monoksida adalah sebagai berikut.

Tabell . CO dan Kategori Indeks Standar Pencemaran Udara Untuk Gas Karbon Monoksida

Kategori	Kadar CO (dalam ppm)
Baik	0-50 ppm
Sedang	51-100 ppm
Tidak sehat	101-199 ppm
Sangat tidak sehat	200-299 ppm
Berbahaya	>300 ppm

(Aditya, KP, dkk)

b. Sumber dan Distribusi

Karbon monoksida di lingkungan dapat terbentuk secara alamiah, tetapi sumber utamanya adalah dari kegiatan manusia, Karbon monoksida yang berasal dari alam termasuk dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam. Sumber CO buatan antara lain kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar bensin. Berdasarkan estimasi, jumlah CO

dari sumber buatan diperkirakan mendekati 60 juta Ton per tahun. Separuh dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batubara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik. Didalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90% dari CO diudara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Selain itu asap rokok juga mengandung CO, sehingga para perokok dapat memajan dirinya sendiri dari asap rokok yang sedang dihisapnya (Adita dan Ratni, 2010).

Sumber CO dari dalam ruang (*indoor*) termasuk dari tungku dapur rumah tangga dan tungku pemanas ruang. Dalam beberapa penelitian ditemukan kadar CO yang cukup tinggi didalam kendaraan sedan maupun bus. Kadar CO diperkotaan cukup bervariasi tergantung dari kepadatan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan umumnya ditemukan kadar maksimum CO yang bersamaan dengan jam-jam sibuk pada pagi dan malam hari. Selain cuaca, variasi dari kadar CO juga dipengaruhi oleh topografi jalan dan bangunan disekitarnya (Adita dan Ratni, 2010).

Pemajanan CO dari udara ambien dapat direfleksikan dalam bentuk kadar karboksi-haemoglobin (HbCO) dalam darah yang terbentuk dengan sangat perlahan karena butuh waktu 4-12 jam untuk tercapainya keseimbangan antara kadar CO diudara dan HbCO dalam darah. Oleh karena itu kadar CO didalam lingkungan, cenderung dinyatakan sebagai kadar rata-rata dalam 8 jam pemajanan. Data CO yang dinyatakan dalam rata-rata setiap 8 jam pengukuran sepanjang hari (*moving 8 hour average concentration*) adalah lebih baik dibandingkan dari data CO yang

dinyatakan dalam rata-rata dari 3 kali pengukuran pada periode waktu 8 jam yang berbeda dalam sehari. Perhitungan tersebut akan lebih mendekati gambaran dari respons tubuh manusia terhadap keracunan CO dari udara. Karbon monoksida yang bersumber dari dalam ruang (*indoor*) terutama berasal dari alat pemanas ruang yang menggunakan bahan bakar fosil dan tungku masak. Kadarnya akan lebih tinggi bila ruangan tempat alat tersebut bekerja, tidak memadai ventilasinya. Namun umumnya pajanan yang berasal dari dalam ruangan kadarnya lebih kecil dibandingkan dari kadar CO hasil pajanan asap rokok.

Sumber lain CO adalah gas arang batu yang mengandung kurang lebih 5% CO, alat pemanas berbahan bakar gas, lemari es gas, kompor gas, dan cerobong asap yang bekerja tidak baik. Gas Karbon Monoksida merupakan salah satu gas pencemar udara yang biasanya hanya ada di daerah perkotaan dimana ruang udara terbatas oleh jalan-jalan, gedung-gedung, terowongan-terowongan maupun tempat-tempat parkir bawah tanah seperti di banyak hotel-hotel dan pusat perbelanjaan (Suparmoko, 2000).

Karbon Monoksida dapat dihasilkan oleh karena adanya pembakaran bensin yang tidak sempurna dari kendaraan bermotor, mesin industri, pemanas rumah, pembakar di pertanian, dan lain-lain. Gas ini tidak berwarna atau berbau tetapi sangat berbahaya (Sastrawijaya, 1997).

Karbon Monoksida adalah campuran kimiawi karbon dan oksigen dengan rumus CO . Gas ini tidak berbau dan tanpa warna, sekitar 3% lebih ringan dari udara, dan beracun bagi semua binatang berdarah panas dan kehidupan pada umumnya. Karbon monoksida dibentuk ketika karbon atau karbon yang berisi

unsur dibakar dengan suatu pemasukan udara tidak cukup. Bahkan ketika jumlah udara secara teoritis cukup, reaksi tidaklah selalu lengkap, sedemikian sehingga gas pembakaran membebaskan oksigen dan beberapa karbon monoksida. Secara umum terbentuknya gas CO adalah melalui proses sebagai berikut:

1. Pembakaran bahan bakar fosil dan udara yang reaksinya tidak *stoikiometris* adalah pada harga *Equivalen Ratio (ER) > 1*.
2. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara CO₂ dan C yang menghasilkan CO.
3. Pada suhu tinggi CO₂ dapat terurai kembali menjadi CO dan O₂

$ER > 1$ berarti pemakaian udara lebih dari 2 keperluan reaksi *stoikiometris* di mana 1 kg bahan bakar maka udara yang diperlukan untuk pembakaran adalah 15 kg udara. Semakin tinggi suhu hasil pembakaran maka jumlah gas CO yang terdisosiasi (terurai) menjadi CO dan O akan semakin banyak. Suhu tinggi merupakan pemicu terjadinya gas CO. (Wardhana, 2000).

Pembakaran bensin dalam kendaraan bermotor merupakan lebih dari separuh penyebab polusi udara. Pembakaran bensin lebih efisien jika mobil dilarikan dengan kecepatan yang konstan, dan mengurangi frekuensi pengereman dan menstater (Amsyari, 1995). Berbagai macam polutan biasanya mencapai puncaknya pada sore hari setelah bagian terbesar mobil berkumpul di jalan raya (Aditama, 1992).

Tingkat konsentrasi gas CO di udara dapat menurun jika dipengaruhi oleh:

- 1). Tanah yang masih terbuka atau tanah lapang dan belum ada bangunan di atasnya sehingga dapat membantu penyerapan gas CO, sebab

mikroorganisme yang ada didalam tanah mampu menyerap gas CO yang terdapat di udara.

- 2). Keadaan geografi dan meteorologi setempat.
- 3). Adanya tumbuhan yang mampu menyerap gas CO yang diperlukan serta mengeluarkan gas oksigen ke udara (Wardhana, 2000). Selain itu perlu .nembuat jalan satu jalur untuk mengurangi kemacetan lalau lintas, serta penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan seperti gas ataupun bahan bakar biodisel (Suharyono,2004).

Karbon monoksida (CO) yang dihisap oleh perokok tidak akan menyebabkan keracunan CO, sebab pengaruh CO yang dihirup oleh perokok sedikit demi sedikit, dengan lamban namun pasti akan berpengaruh negatif pada jalan nafas.Gas CO mempunyai kemampuan mengikat hemoglobin yang terdapat dalam eritrosit, lebih kuat dibandingkan oksigen, sehingga setiap ada asap tembakau, disamping kadar oksigen udara yang sudah berkurang, ditambah lagi eritrosit akan semakin kekurangan oksigen karena yang diangkut adalah CO. Dalam rokok terdapat CO sejumlah 2%-6% pada saat merokok, sedangkan CO yang dihisap oleh perokok paling rendah sejumlah 400 ppm sudah dapat meningkatkan kadar karboksihemoglobin dalam darah sejumlah 2-16% (Sitepoe M.1997)

c. Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan Manusia

Karbon Monoksida (CO) adalah gas yang beracun, tidak berbau dan tidak berwarna sangat berpengaruh terhadap kesehatan dikarenakan mempunyai sifat yang dapat mengikat darah lebih kuat daripada oksigen, Membentuk ikatan karboksihemoglobin sehingga dapat mengakibatkan darah tidak dapat mengikat oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh, mengingat kestabilan CO kira kira 140 kali dari kestabilan oksigen, dengan demikian fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen akan terganggu (Wardhana, 2000). Ketika dihirup gas Karbon Monoksida (CO) berkombinasi dengan hemoglobin di dalam darah, mencegah penyerapan oksigen dan berakibat mati lemas oleh CO₂. (Microsoft® Encarta® Perpustakaan Acuan, 2005). Oleh karena sifat gas Karbon Monoksida (CO) yang dapat mengikat darah lebih kuat dari pada oksigen, maka dapat terbentuk ikatan karboksihemoglobin yang dapat bertahan hingga beberapa jam, sehingga dapat mengakibatkan darah tidak dapat mengikat oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh (Amsyari, 1995).

Hemoglobin + O₂ -- O₂Hb (Oksihemoglobin).

Hemoglobin + CO - COHb (Karboksihemoglobin).

Kestabilan dari karboksihemoglobin kirakira 140 kali kestabilan oksihemoglobin, sehingga darah akan menjadi lebih mudah dalam menangkap gas CO sehingga fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen akan terganggu (Wardhana, 2000). Departemen Kesehatan RI (1994) menyatakan bahwa pada umumnya gejala pembentukan CO-Hb akan lebih cepat terjadi pada perokok, baik

perokok aktif maupun perokok pasif. Kadar 10 bpj (bagian per jenis) CO dalam udara dapat menyebabkan manusia sakit. Dan dalam waktu setengah jam, 1300 ppm (part per million) dapat menyebabkan kematian, menghisap gas yang keluar dari knalpot mobil diruang tertutup akan menyebabkan kematian (Sastrawijaya, 1997). WHO telah membuktikan bahwa karbonmonoksida yang secara rutin mencapai tingkat tak sehat di banyak kota dapat mengakibatkan kecilnya berat badan janin, meningkatnya kematian bayi dan kerusakan otak, tergantung pada lamanya seorang wanita hamil terekspos, dan tergantung pada konsentrasi polutan di udara. Namun kebanyakan dunia negara berkembang mengalami kenaikan tingkat karbon monoksida, seiring dengan penambahan jumlah kendaraan dan kepadatan lalu lintas. Perkiraan kasar dari WHO menunjukkan bahwa konsentrasi karbonmonoksida yang tidak sehat mungkin terdapat pada paling tidak separuhkota di dunia (BPLHD, 2004).

Berdasarkan estimasi, jumlah CO dari sumber buatan diperkirakan mendekati 60 juta ton per tahun. Separuh dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batubara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik. Didalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90% dari CO diudara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Selain itu asap rokok juga mengandung CO, sehingga para perokok dapat membahayakan dirinya sendiri dari asap rokok yang sedang dihisapnya. Karakteristik biologik yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan haemoglobin, pigmen sel darah merah yang mengangkut oksigen keseluruh tubuh.

Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihaemoglobin (HbCO) yang 200 kali lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO₂). Penguraian HbCO yang relatif lambat menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen tersebut dalam fungsinya membawa oksigen keseluruh tubuh. Kondisi seperti ini bisa berakibat serius, bahkan fatal, karena dapat menyebabkan keracunan. Selain itu, metabolisme otot dan fungsi enzim intra-seluler juga dapat terganggu dengan adanya ikatan CO yang stabil tersebut (Wardhana, 2000)..

Dampak keracunan CO sangat berbahaya bagi orang yang telah menderita gangguan pada otot jantung atau sirkulasi darah perifer yang parah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian CO selama 1 sampai 3 minggu pada konsentrasi sampai 100 ppm tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tanam-tanaman tingkat tinggi. Akan tetapi kemampuan untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri bebas akan terhambat dengan pemberian CO selama 35 jam pada konsentrasi 2000 ppm. Demikian pula kemampuan untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri yang terdapat pada akar tanam-tanaman juga terhambat dengan pemberian CO sebesar 100 ppm selama satu bulan. Karena konsentrasi CO di udara jarang mencapai 100 ppm, meskipun dalam waktu sebentar, maka pengaruh CO terhadap tanam-tanaman biasanya tidak terlihat secara nyata. Pada konsentrasi polutan dalam ruangan atau rumah menunjukkan lebih tinggi daripada diluar ruangan. Kompor gas menghasilkan NO₂, ini menyebabkan tingginya konsentrasi di dalam ruangan daripada diluar dan tingginya konsentrasi didapur dari pada kamar tidur. Pada kenyataan walaupun macamnya sedikit konsentrasi diluar ruangan dari bulan ke bulan konsentrasi dalam ruangan meningkat dimusim dingin dari pada

panas. Perbedaan ini seharusnya udara bertukar antara didalam dan diluar rumah, dimusim panas jendela dibuka agar terasa sejuk. Pencemaran udara dalam ruangan tidak hanya dipengaruhi dari dalam ruangan itu sendiri tetapi juga dipengaruhi oleh udara luar dan bakteri yang dapat tumbuh pada filter AC. Suatu ciri khas dari mahluk hidup adalah kemampuan atau kapabilitas sel – sel untuk mengambil zat-zat makanan dari komponen sel itu sendiri sebagai sumber energi. Suplai dan absorpsi dari senyawa-senyawa kimia yang diperlukan untuk proses pertumbuhan dan metabolisme disebut nutrisi. Dan senyawa kimia yang diperlukan oleh organisme disebut nutrien (unsur hara) (Wardhana, 2000)..

Dampak dari CO bervariasi tergantung dari status kesehatan seseorang pada saat terpajan .Pada beberapa orang yang berbadan gemuk dapat mentolerir pajanan CO sampai kadar HbCO dalam darahnya mencapai 40% dalam waktu singkat. Tetapi seseorang yang menderita sakit jantung atau paru-paru akan menjadi lebih parah apabila kadar HbCO dalam darahnya sebesar 5–10% (Sumarawati, 2005).

Pengaruh CO kadar tinggi terhadap sistem syaraf pusat dan sistem kardiovaskular telah banyak diketahui. Namun respon dari masyarakat berbadan sehat terhadap pemajanan CO kadar rendah dan dalam jangka waktu panjang, masih sedikit diketahui. Misalnya kinerja para petugas jaga, yang harus mempunyai kemampuan untuk mendeteksi adanya perubahan kecil dalam lingkungannya yang terjadi pada saat yang tidak dapat diperkirakan sebelumnya dan membutuhkan kewaspadaan tinggi dan terus menerus, dapat terganggu/ terhambat pada kadar HbCO yang berada dibawah 10% dan bahkan sampai 5% (hal ini secara kasar

ekivalen dengan kadar CO di udara masing-masing sebesar 80 dan 35 mg/m³) Pengaruh ini terlalu terlihat pada perokok, karena kemungkinan sudah terbiasa terpajan dengan kadar yang sama dari asap rokok. Beberapa studi yang dilakukan terhadap sejumlah sukarelawan berbadan sehat yang melakukan latihan berat (studi untuk melihat penyerapan oksigen maksimal) menunjukkan bahwa kesadaran hilang pada kadar HbCO 50% dengan latihan yang lebih ringan, kesadaran hilang pada HbCo 70% selama 5-60 menit. Gangguan tidak dirasakan pada HbCO 33%, tetapi denyut jantung meningkat cepat dan tidak proporsional. Studi dalam jangka waktu yang lebih panjang terhadap pekerja yang bekerja selama 4 jam dengan kadar HbCO 5-6% menunjukkan pengaruh yang serupa terhadap denyut jantung, tetapi agak berbeda (Sumarawati, 2005)..

Hasil studi diatas menunjukkan bahwa paling sedikit untuk para bukan perokok, ternyata ada hubungan yang linier Antara HbCO dan menurunnya kapasitas maksimum oksigen. Walaupun kadar CO yang tinggi dapat menyebabkan perubahan tekanan darah, meningkatkan denyut jantung, ritme jantung menjadi abnormal gagal jantung, dan kerusakan pembuluh darah perifer, tidak banyak didapatkan data tentang pengaruh pajanan CO kadar rendah terhadap sistim kardiovaskular. Hubungan yang telah diketahui tentang merokok dan peningkatan risiko penyakit jantung koroner menunjukkan bahwa CO kemungkinan mempunyai peran dalam memicu timbulnya penyakit tersebut (perokok berat tidak jarang mengandung kadar HbCO sampai 15 %). Namun tidak cukup bukti yang menyatakan bahwa karbon monoksida menyebabkan penyakit jantung atau paru-paru, tetapi jelas bahwa CO mampu untuk mengganggu transpor oksigen ke seluruh

tubuh yang dapat berakibat serius pada seseorang yang telah menderita sakit jantung atau paru-paru. Studi epidemiologi tentang kesakitan dan kematian akibat penyakit jantung dan kadar CO di udara yang dibagi berdasarkan wilayah, sangat sulit untuk ditafsirkan. Namun dada terasa sakit pada saat melakukan gerakan fisik, terlihat jelas akan timbul pada pasien yang terpajan CO dengan kadar 60 mg/m³, yang menghasilkan kadar HbCO mendekati 5%. Walaupun wanita hamil dan janin yang dikandungnya akan menghasilkan CO dari dalam tubuh (endogenous) dengan kadar yang lebih tinggi, pajanan tambahan dari luar dapat mengurangi fungsi oksigenasi jaringan dan plasental, yang menyebabkan bayi dengan berat badan rendah. Kondisi seperti ini menjelaskan mengapa wanita merokok melahirkan bayi dengan berat badan lebih rendah dari normal (Sumarawati, 2005)..

Masih ada dua aspek lain dari pengaruh CO terhadap kesehatan yang perlu dicatat. Pertama, tampaknya binatang percobaan dapat beradaptasi terhadap pemajanan CO karena mampu mentolerir dengan mudah pemajanan akut pada kadar tinggi, walaupun masih memerlukan penjelasan lebih lanjut. Kedua, dalam kaitannya dengan CO di lingkungan kerja yang dapat mengganggu pertumbuhan janin pada pekerja wanita, adalah kenyataan bahwa paling sedikit satu jenis senyawa hidrokarbon-halogen yaitu metilen klorida (diklorometan), dapat menyebabkan meningkatnya kadar HbCO karena ada metabolisme di dalam tubuh setelah absorpsi terjadi (Sumarawati, 2005).

3. Karbon Dioksida (CO₂)

Secara fisik gas CO₂ merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah larut di dalam air dan mempunyai massa jenis 1,5 kali massa jenis udara. Pada kondisi atmosfer, gas CO₂ mencair pada temperatur -57°C dan membeku pada -79°C. Gas CO₂ terbentuk dari hasil pembakaran hidrokarbon dengan oksigen yang berlebih. Juga dapat terbentuk dari proses fermentasi alkoholik. Kandungan CO₂ didalam gas buang rata-rata dibawah 15%. Di daerah pedesaan yang jauh dari kota dan industri mempunyai kandungan rata-rata 300 ppm. Sedangkan di kota dapat mencapai 600-700 ppm (Ramadhana, 2008).

Berbeda dengan CO, CO₂ (karbon dioksida) tidak beracun. Akan tetapi, jika kadarnya terlalu besar (10-20%), gas ini dapat membuat orang pingsan dan merusak sistem pernafasan. Walaupun tidak berbau dan tidak berwarna, gas ini mudah dikenali karena mengeruhkan air kapur (Ramadhana, 2008)..

CO₂ terdapat di udara dengan kadar sekitar 0,035%. Juga terdapat dalam air, terutama air laut. CO₂ terbentuk pada pembakaran bahan bakar yang mengandung karbon seperti batu bara, minyak bumi, gas alam, dan kayu. Gas ini juga dihasilkan pada pernafasan makhluk hidup. CO₂ merupakan komponen utama siklus karbon di alam. CO₂ komersial diperoleh dari pembakaran residu penyulingan minyak bumi (Ramadhana, 2008).

Udara bersih yang kita hirup merupakan gas yang tidak tampak, tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna. Udara merupakan campuran beberapa gas yang perbandingannya tidak tetap. Dalam udara terdapat oksigen, karbondioksida dan ozon. Gas CO dalam udara murni berjumlah 0,03%, bila melebihi toleransi dapat

mengganggu pernapasan. Selain itu, gas CO yang terlalu berlebihan di bumi dapat mengikat panas matahari sehingga suhu bumi panas. Pemanasan global di bumi akibat CO disebut juga sebagai efek rumah kaca. Pemanasan global sudah lama menjadi perbincangan, namun belum juga ada cara yang efektif untuk menghilangkannya atau setidaknya untuk mengurangnya.

Adanya karbondioksida (CO₂) yang berlebih di udara dapat mengurangi kesegaran dan kebersihan udara yang kita hirup. Padahal kebutuhan akan udara yang bersih dan segar sangatlah besar. Karbondioksida (CO₂) juga bisa menjadi polusi udara apabila kadarnya dalam udara berlebih, dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Sehingga kita perlu memantau kandungan kadar CO di udara agar kita dapat melakukan pencegahan penambahan kadar CO₂ yang berlebihan di udara, karena akan membahayakan kehidupan. Oleh karena itu diperlukan adanya alat pengukur agar kita dapat mengetahui kadar karbondioksida di udara di suatu tempat.

4. *Sansevieria trifasciata*

S. trifasciata ditinjau dari segi biologi meliputi taksonomi, morfologi, habitat, agroklimat, dan reproduksi.

a. Taksonomi

Klasifikasi *S. trifasciata* menurut Stover (1983) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermathophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Liliales
Famili	: Agavaceae
Genus	: <i>Sansevieria</i>
Spesies	: <i>S. trifasciata</i>

Sebagian besar tumbuhan *Sansevieria* berasal dari benua Afrika, dan sebagian yang lainnya berasal dari Asia. *Sansevieria* digolongkan oleh Linnaeus ke dalam genus *Aloe* pada tahun 1753. Di tahun 1763 *Sansevieria* disebut “*Cordyline*” oleh Adanson. Pada tahun 1786 diubah namanya menjadi “*Acyntha*” dan beberapa tahun kemudian tumbuhan tersebut diberi nama “*Sansevierina*”. Di tahun 1794 Thunberg mengganti pengejaannya menjadi “*Sansevieria*” (Stover, 1983).

b. Morfologi

Secara morfologi *S. trifasciata* memiliki daun yang tebal karena kandungan airnya yang tinggi. Bentuknya bermacam-macam, ada yang berbentuk silinder dan ada yang mempunyai helaian kaku seperti pedang. Demikian pula dengan warna dan corak

yang bervariasi dan bermacam – macam, dari warna hijau, kuning, dan putih (Robert, 2007)

Sifat daun tunggal, terdiri dari 2-6 helai daun per tanaman, berbentuk lanset, mempunyai panjang daun 15 - 150 cm, dan lebar 4 - 9 cm, teksturnya licin, umumnya berwarna hijau bernoda putih atau kuning. Pada beberapa jenis *Sansevieria*, daun berkedudukan seperti roset yang mengelilingi batang semu. Batang semu membentuk rimpang, bulat, kuning oranye. Disebut batang semu karena sesungguhnya *Sansevieria* tidak mempunyai batang. (Stover, 1983).

Sebagaimana tanaman monokotil lainnya, akar *S. trifasciata* berupa akar serabut atau juga disebut juga *wild root* (akar liar). Semua akar tumbuh dari pangkal batang dan berbentuk serabut. Akar yang sehat berwarna putih dan tampak berisi (gemuk), sedangkan akar yang sakit berwarna coklat. Selain akar serabut, ciri khas lain dari *Sansevieria* adalah mempunyai rhizoma yang tumbuh menjalar di atas permukaan tanah atau tumbuh di dalam tanah (Stover, 1983 ; Robert, 2007).



Gambar 1. *S. trifasciata*

Bunga *S. trifasciata* termasuk berumah dua. Artinya, benang sari dan putik terletak pada bunga yang berbeda. Tipe bunga majemuk, berbentuk tandan, terletak di ujung akar rimpang, memiliki tangkai yang panjang. Tandan bunga memiliki panjang 40-85 cm, berkas bunga berbilang 5- 10, daun pelindung menyerupai selaput kering, memiliki 6 buah benang sari yang menempel pada tabung mahkota bagian atas, kepala putik membulat, dasar mahkota membentuk tabung dengan panjang ± 1 cm, di bagian ujung berbagi 6, dan berwarna putih kekuningan (Robert, 2007).

Bunga *S. trifasciata* berbau harum pada malam hari, dan mampu bertahan sampai tujuh hari. Apabila penyerbukan berhasil akan terjadi pembuahan yang bisa menghasilkan biji. Biji berjumlah 1 – 3 buah, dengan panjang 5- 8 mm, berbentuk bulat telur, berwarna hijau. Biji bersifat diploid, artinya terdapat dua embrio dalam satu biji sehingga kemungkinan akan menghasilkan dua jenis tanaman baru yang berbeda. Biji – biji *Sansevieria* ini akan masak setelah berumur 2 – 5 bulan, tergantung spesiesnya. Tipe buah buni, memiliki biji 1 – 3 buah. (Stover, 1983 ; Robert, 2007).

c. Habitat

S. trifasciata memiliki habitus terna, berumur tahunan, dan tinggi tanaman kira-kira 0,4 - 1,8 m. Tanaman ini habitat aslinya adalah daerah tropis yang kering dan mempunyai iklim gurun yang panas. *Sansevieria* juga tumbuh di pegunungan yang tandus dan gurun pasir yang gersang (Stover, 1983).

S. trifasciata yang dalam habitat aslinya hidup di gurun atau di hutan yang dalam mencari sumber makanan bersaing dengan tanaman lainnya. Di Indonesia tanaman ini

dirawat dengan baik dan benar sehingga tanaman jauh lebih indah dibandingkan dengan yang ada di habitat asalnya. *S. trifasciata* termasuk tanaman yang adaptif dengan semua media tanam. Ini berarti *S. trifasciata* tergolong tanaman yang mudah dalam perawatan, apalagi tanaman ini termasuk tanaman yang tidak mudah terkena penyakit (Laksita, 2011).

d. Agroklimat

Kebutuhan tanaman akan sinar matahari bersifat mutlak. Artinya, sinar matahari mutlak diperlukan untuk tumbuh dan berkembangnya tanaman. Aspek cahaya yang dibutuhkan adalah intensitas cahaya dan lama penyinaran (Purwanto, 2006 ; Robert, 2007).

Kebutuhan intensitas cahaya *Sansevieria trifasciata* sebesar 1000 – 10.000 *food candle*. Hal tersebut dapat diartikan bahwa *S. trifasciata* dapat bertahan hidup pada segala kondisi pencahayaan, meskipun idealnya *Sansevieria* membutuhkan sinar matahari 4000 – 6000 f.c (Purwanto, 2006 ; Robert, 2007).

Temperature optimal bagi *S. trifasciata* berkisar antara 24 – 29 °C pada siang hari dan 18 – 21 °C pada malam hari. Akan tetapi tanaman ini masih tahan pada suhu yang ekstrem panas. Suhu yang terlalu rendah justru akan menghambat pertumbuhannya. Daerah pegunungan yang bersuhu dingin tidak cocok untuk *Sansevieria*, khususnya jenis berdaun pipih atau membentuk helaian (Robert, 2007).

S. trifasciata tidak membutuhkan air dalam jumlah banyak untuk tumbuh dan berkembang. Hal itu sesuai dengan jenisnya *xerophyt* (tanaman dengan kebutuhan air yang sedikit). Tanaman jenis ini mampu menyimpan kelebihan air dalam sel daunnya. Tanaman ini hanya memerlukan sekitar 40 % air melalui umbi lapis untuk berkembang biak dan tumbuh (Robert, 2007).

Di habitat aslinya, *S. trifasciata* mampu bertahan di daerah yang hanya memiliki curah hujan sebesar 250 ml/tahun. Air yang berlebihan justru akan menyebabkan akar tanaman membusuk. Pembusukan ini dikarenakan media tumbuh menyimpan air dalam waktu lama sehingga menyebabkan berkembangbiaknya organisme, seperti cendawan dan bakteri. Selain itu akan terbentuk toksin atau racun dalam media tumbuhnya karena drainase dan aerasi yang kurang baik (Robert, 2007).

e. Reproduksi

S. trifasciata termasuk tanaman yang sangat mudah perbanyakannya. Perbanyak tanaman dapat dilakukan secara generatif dengan biji ataupun secara vegetatif dengan stek, pemisahan anakan, cabut pucuk, dan kultur jaringan (*cloning*) (Robert, 2007).

Keunggulan perbanyak tanaman menggunakan biji antara lain dapat diperoleh tanaman dalam jumlah banyak dan seragam serta tidak merusak tanaman induk. Selain itu, sifat biji *S. trifasciata* umumnya diploid sehingga menyebabkan minimal dua keragaman dalam satu biji. Kelemahan cara generatif ini adalah memerlukan waktu yang lama. Selain itu tidak semua spesies mampu menghasilkan bunga dan biji. Cara ini biasanya hanya digunakan untuk memperoleh hibrida baru (Robert, 2007).

Perbanyak secara vegetatif dilakukan dengan menggunakan bagian tanaman itu sendiri. Secara vegetatif, *S. trifasciata* dapat diperbanyak menggunakan stek, pemisahan anakan, teknik cabut pucuk, dan kultur jaringan. Keunggulan perbanyak tanaman secara vegetatif adalah sifat keturunan yang diperoleh bisa sama persis dengan induknya (Robert, 2007).

f. Manfaat *S. trifasciata*

S. trifasciata memiliki keunggulan yang jarang ditemukan pada tanaman lain, diantaranya sangat resisten terhadap polutan dan bahkan mampu menyerap polutan, sebagai tanaman hias, dan biasanya diletakkan di sudut ruangan seperti dapur atau kamar mandi untuk mengurangi bau tidak sedap. Hal itu dikarenakan *Sansevieria* mengandung bahan aktif pregnane glikosid yang mampu mereduksi polutan menjadi asam organik, gula, dan beberapa senyawa asam amino. Di dalam tiap helai daun *Sansevieria* terdapat senyawa aktif pregnane glykoside, yaitu zat yang mampu menguraikan zat beracun menjadi senyawa asam organik, gula, dan beberapa senyawa asam amino. Bahan Aktif : Pregnane glikosid yaitu 1beta, 3beta-dihydroxypregna-5,16-dien-20-one glikosid, Ruscogenin, Abamagenin, Neoruscogenin, sansevierigenin, dan Saponin. Penelitian National Aeronautics and Space Administration, NASA (badan antariksa Amerika Serikat) mensahihkan kemampuan itu. Beberapa riset selama 25 tahun melatarbelakangi kesimpulan itu. *Sansevieria* ini ampuh memberangus 107 zat polutan - termasuk di antaranya nikotin dari tembakau, karbonmonoksida, sampai dioksin - zat mahaberacun hasil pembakaran plastik atau naftalena (Syariefa,2013).

Dari penelitian sebelumnya, terungkap kandungan asam metil glukoronat, saponin, dan abamagenin dalam tanaman *Sansevieria*. Itu menjadi bukti pemanfaatan daun *Sansevieria* sebagai penutup luka, antiseptik, serta sebagai obat wasir, cacar, cacing, sampai penyakit mata atau telinga, dan juga sebagai bahan minuman penyegar tubuh. Cara menyembuhkan wasir dengan *Sansevieria*, lengkap dengan komposisi dan metodenya, dipatenkan warga India bernama Rajeev Agnihotri. Rajeev juga merekomendasikan penderita wasir mengkonsumsi kue panggang yang diberi *Sansevieria* sebagai bagian

pengobatan. Penemuan lain dari berbagai negara seperti Jepang, Amerika Serikat, Jerman, Belgia, sampai Tanzania dan Yaman mengungkap khasiat beberapa spesies *Sansevieria* sebagai anti malaria, anticendawan, antikolesterol, sampai antikanker (Syariefa, 2013).

Keragaman jenis *Sansevieria* memang sangat besar, mencapai 130 - 140 spesies. Bentuk daun anggota famili Agavaceae itu juga mudah berubah. Makanya banyak yang bentuknya mirip, apalagi jika tidak diperhatikan secara mendetil. Untuk membedakan setiap jenis, beberapa ciri yang bisa menjadi patokan antara lain penampang daun, batang, cross banding, garis di punggung daun, arah pertumbuhan, sampai jumlah daun (Syariefa, 2013).

Beberapa senyawa beracun yang bisa diuraikan oleh tanaman ini diantaranya kloroform, benzen, xilen, formaldehid, dan triklorotilen. Kloroform adalah senyawa beracun yang menyerang sistem saraf manusia, jantung, hati, paru-paru, dan ginjal, melalui sistem pernafasan dan sirkulasi darah (Syrieifa, 2013).

Kemampuan *Sansevieria* untuk menyerap racun berguna dalam penghijauan lingkungan. Tanaman ini dimanfaatkan untuk menyerap racun asap buangan kendaraan dari knalpot. Sementara itu sebagai tanaman hias, *Sansevieria* bisa menangani *sick building syndrome*, yaitu keadaan ruangan yang tidak sehat akibat tingginya konsentrasi gas karbondioksida, zat nikotin dari asap rokok, dan penggunaan AC dalam ruangan. Oleh karena itu *Sansevieria* sangat bagus diletakkan di dalam ruangan baik di rumah ataupun di kantor-kantor, maupun dijadikan penghias taman di jalan-jalan yang lalu lintasnya padat sebagai anti polutan (Purwanto, 2006).

5. Stomata

Stomata dalam bahasa Yunani berarti mulut (Prawiranata *et al.*, 1995). Stomata merupakan celah dalam epidermis yang dibatasi oleh dua sel epidermis khusus yaitu sel penutup. Dengan mengubah bentuknya, sel penutup mengatur pelebaran dan penyempitan celah. Sel yang mengelilingi stomata dapat berbentuk sama atau berbeda dengan sel epidermis lainnya. Sel ini dinamakan sel tetangga yang berperan dalam perubahan osmotik yang menyebabkan gerakan sel penutup dalam mengatur lebar celah (Estiti, 1995). Stomata bersama-sama sel tetangga disebut perlengkapan stomata atau kompleks stomata (Fahn, 1991).

Stomata biasanya ditemukan pada bagian tumbuhan yang berhubungan dengan udara terutama di daun, batang dan rizom. Stomata tidak ditemukan di akar dan seluruh permukaan beberapa tumbuhan parasit yang tanpa klorofil. Stomata dapat juga ditemukan pada daun mahkota, tangkai sari, daun buah dan biji tetapi biasanya stomata tersebut tidak berfungsi. Pada daun yang berfotosintesis, stomata mungkin ditemukan di kedua permukaan daun, atau hanya dipermukaan sebelah bawah. Pada daun yang pertulangannya sejajar stomata tersusun dalam barisan yang sejajar (Fahn, 1991).

Menurut Campbell *et al* (1999), menjelaskan bahwa, pada sebagian besar tumbuhan, stomata lebih banyak di permukaan bawah daun dibandingkan dengan permukaan atas. Adaptasi ini akan meminimumkan kehilangan air yang terjadi lebih cepat melalui stomata pada bagian atas suatu daun yang terkena matahari, ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa jumlah kerapatan stomata di bawah permukaan daun itu lebih tinggi dibandingkan di atas daun pada jenis tumbuhan peneduh jalan, sehingga semakin tinggi jumlah kerapatan stomata, semakin tinggi pula potensi menyerap logam berat atau partikel di udara.

Menurut Estiti (1995), ada empat tipe stomata berdasarkan susunan sel epidermis yang ada di samping sel penutup. Tipe anomositik atau tipe *Ranunculaceae* dimana sel penutup dikelilingi oleh sejumlah sel yang tidak berbeda ukuran dan bentuknya dari sel epidermis lainnya. Tipe ini umumnya terdapat pada *Ranunculaceae*, *capparidaceae*, *Cucurbitaceae*, *Malvaceae*. Tipe anisositik atau tipe *Cruciferae* dimana sel penutup dikelilingi tiga buah sel tetangga yang tidak sama besar. Tipe ini umum terdapat pada *Cruciferae*, *Nicotiana*, *Solanum*. Tipe parasitik atau jenis *Rubiaceae* dimana sel penutup diiringi sebuah sel tetangga atau lebih dengan sumbu panjang sel tetangga itu sejajar sel sumbu penutup serta celah. Tipe ini umum terdapat pada *Rubiaceae*, *Magnoliaceae*, *Convolvulaceae*, *Mimosaceae*. Tipe diasifik atau tipe *Caryophyllaceae* yang setiap stomata dikelilingi dua sel tetangga. Dinding bersama dari kedua sel tetangga itu tegak lurus terhadap sumbu melalui panjang sel penutup serta celah. Tipe ini umum terdapat pada *Caryophyllaceae*, *Acanthaceae*.

Menurut Fahn (1991), selain ke empat tipe stomata di atas masih ada tipe aktinositik, yaitu stomata dikelilingi oleh lingkaran sel yang menyebar dalam radius. Modifikasi tipe-tipe di atas dan tipe tambahan dapat terjadi pada spesies dari berbagai famili. Lebih dari satu tipe stomata terkadang terjadi bersama-sama pada organ yang sama.

Stomata terdapat hampir pada semua bagian permukaan tanaman, suatu stomata terdiri dari lubang (porus) yang dikelilingi oleh 2 sel penutup. Pada daun, stomata terdapat pada permukaan atas maupun bawah, atau biasanya pada permukaan bawah saja. Di bawah pori stomata terdapat ruang antara sel yang luas, disebut rongga stomata. Berdasarkan hubungan stomata dengan sel epidermis tetangga, Chalk dan Metcalfe (1950) dalam Sumardi dan Pudjorianto (1992) mengklasifikasikan stomata menjadi beberapa tipe sebagai berikut :

1. Tipe Anomositik : Jumlah sel tetangga yang mengelilingi sel penutup tidak tertentu, dan tidak dapat dibedakan dengan sel epidermis lainnya.
2. Tipe Anisositik : Biasanya jumlah sel tetangga 3 satu sel lebih kecil dari 2 lainnya.
3. Tipe Diasitik : Dua sel tetangga mengelilingi sel penutup, dan letaknya tegak lurus terhadap poros panjang sel penutup.
4. Tipe Parasitic : Poros panjang sel penutup sejajar dengan sel tetangga.
5. Tipe Aktinositik : Jumlah sel tetangga 4 atau lebih, sel-selnya memanjang ke arah radial terhadap sel penutup.
6. Tipe Siklositik : Jumlah sel tetangga 4 atau lebih, sel-selnya tersusun melingkar seperti cincin.

Stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan di atas tanah, tetapi paling banyak ditemukan pada daun. Jumlah stomata beragam pada daun tumbuhan yang sama dan juga daerah daun yang sama. Pada beberapa jenis tumbuhan, jumlah stomata berkisar antara beberapa ribu per cm². Pada umumnya stomata lebih banyak terdapat pada permukaan bawah daripada permukaan atas daun, bahkan pada beberapa tumbuhan, stomata tidak terdapat pada permukaan bawah daun (Loveless, 1983).

Jumlah stomata per satuan luas daun bervariasi diantara jenis-jenis tumbuhan. Keadaan lingkungan juga mempengaruhi frekuensi stomata. Daun yang tumbuh pada lingkungan kering dan dibawah cahaya dengan intensitas tinggi cenderung mempunyai stomata banyak dan kecil-kecil dibandingkan dengan yang hidup pada lingkungan basah dan terlindung. Frekuensi stomata tidak saja bervariasi antar jenis tetapi juga antar daun dari tumbuhan yang sama. Variasi juga terjadi dalam penyebaran stomata. Ada yang hanya di permukaan epidermis atas saja atau dipermukaan bawah saja dan ada juga yang ada pada

kedua permukaan, permukaan bawah umumnya berjumlah lebih banyak dari pada di permukaan atas (Prawiranata *et al.*, 1995).

Menurut hasil penelitian Sukarsono (1998) Kerusakan anatomi daun (termasuk juga kerusakan klorofil dan kloroplast) akibat pencemaran udara disebabkan karena pengaruh gas pencemar tersebut yang mempengaruhi pH medium sel dan jaringan yang menjadi lebih rendah (ion-ion H^+ meningkat). Sedangkan Pb merupakan unsur logam yang pada umumnya menjadi katalis pada berbagai reaksi termasuk dengan enzim, keadaan ini akan mempengaruhi membran biologi (baik sel maupun organel-organelnya). Fakta menunjukkan bahwa membran biologis tidak benar-benar tidak permeabel, membran tersebut memungkinkan terjadinya difusi ion dan molekul ditambah keberadaan enzim dalam membran tersebut yang secara langsung dapat mempengaruhi transportasi ion dan molekul untuk menyeberangi membran. Fungsi utama stomata adalah sebagai tempat pertukaran gas seperti CO_2 (Ebadi *et al.*, 2005).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Polinela Rajabasa Bandar Lampung. Penelitian dilaksanakan selama 7 bulan, dimulai dari Februari 2014 sampai dengan bulan Agustus 2014.

2. Bahan dan Alat

- a. Bahan : Tanaman yang digunakan adalah enam kultivar yaitu : *S. trifasciata* yaitu *S. trifasciata* “Green tiger”, *S. trifasciata* “Hahnii medio picta”, *S. trifasciata* “Green arrow”, *S. trifasciata* “Golden hahnii”, *S. trifasciata* “Hahnii cream”, dan *S. trifasciata* “Futura robusta” yang berumur 6 bulan dan kerapatan daun berjumlah 16 helai, asap rokok, media tanamman : tanah, kompos,pupuk kandang , pupuk urea,dan pasir)
- b. Alat : Asap rokok adalah asap rokok kretek, rokok putih dengan kandungan tar dan nikotin sebanyak 11 mg dan 0,8 mg per batang tanpa filter yang dipaparkan dengan dosis 2 batang dalam sehari, pipa penghubung, tempat tanaman berukuran panjang +1,5 m; lebar =0,5m; dan tinggi = 1 m., Monoxor 11 portable CO Analyzer, detektor gas CO₂,18 buah pot plastik kecil dengan tinggi 12 cm dan diameter 10 cm, pisau, skop, alat siram, mikroskop cahaya.

3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana menggunakan satuan percobaan homogen atau tidak ada faktor lain yang mempengaruhi respon di luar faktor yang diteliti. Rancangan ini menggunakan enam macam perlakuan :

A : *S. trifasciata* “Green tiger”

B : *S. trifasciata* “Futura robusta”

C : *S. trifasciata* “Green arrow”

D : *S. trifasciata* “Golden hahnii”

E : *S. trifasciata* “Hahnii cream”

F : *S. trifasciata* “Hahnii medio picta”

Masing – masing kultivar dibuat tiga ulangan. Masing-masing perlakuan dilakukan dalam tiga wadah, sehingga didapatkan 18 wadah perlakuan.

4. Metode Pengumpulan Data

a) Persiapan

Menyiapkan keenam kultivar yang berumur 6 bulan di 18 pot plastic kecil. Kemudian ditempatkan ke dalam rak tanaman yang berukuran 1,5 m; lebar =0,5m; dan tinggi = 1 m.yang ditutupi plastik. Setiap tumbuhan juga dipisahkan dengan memberikan pembatas yang terbuat dari plastik.

b) Pemaparan asap rokok

- Setiap kultivar diberikan satu batang rokok yang dibakar sampai habis

- Agar rokok tetap menyala pangkal rokok dihubungkan dengan melalui selang dengan diameter yang sesuai dengan diameter rokok
- Waktu pemaparan dimulai saat rokok mulai dibakar sampai rokok habis terbakar dengan waktu pemaparan :0,5 jam setiap pagi pada pukul 10.00 WIB selama 5 hari

c) Pengukuran dan Pengumpulan Data

- Pengukuran kadar CO dilakukan setelah selesai pemaparan asap rokok dengan cara menghitung selisih kadar CO di setiap jamnya dengan menggunakan CO analyzer. Pengukuran ini dilakukan setiap hari selama 5 hari.
- Pengukuran kadar CO₂, diukur setelah pemaparan asap rokok dengan menggunakan CO₂ detektor. Pengukuran ini dilakukan setiap hari selama 5 hari.
- Pengamatan kerapatan stomata

Pengamatan kerapatan stomata dilakukan setelah 5 hari pemaparan dengan asap rokok. Daun *S. trifasciata* dipotong melintang kemudian diamati kerapatan stomatanya di bawah mikroskop. Kerapatan stomata dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{jumlah stomata}}{\text{luas daerah pengamatan}}$$

(Agustin, 2012)

5. Analisis Data

Analisa dilakukan selama penelitian dan secara menyeluruh mulai dari tahap kalibrasi, pemaparan gas pencemar karbon monoksida (CO), menentukan tanaman yang memiliki penyisihan terbesar dalam penurunan polutan gas CO dan efek yang ditimbulkan terhadap tanaman. Begitu pula gas CO₂. Data hasil pengamatan disusun dalam tabel kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan Anova. Apabila terdapat pengaruh perlakuan yang berbeda nyata maka pengujian dilanjutkan dengan uji jarak Duncan/Duncan Multiple Range Test (Gaspersz, 1991). Data diolah dengan menggunakan bantuan program SPSS 20 *for windows*. Kemudian hasil perhitungan statistik dibandingkan dengan kerapatan stomata tiap-tiap kultivar yang diamati dengan penjelasan secara deskriptif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

CO dihasilkan dari asap rokok yang bisa mengakibatkan *indoor air pollution* (pencemaran di dalam ruangan). Pencemaran udara dalam ruangan sangat berbahaya karena sumbernya berdekatan dengan manusia secara langsung. Hingga saat ini lebih dari 4.000 zat kimia telah diketahui terkandung dalam asap rokok, termasuk di dalamnya adalah CO.

Tanaman *sansevieria* mudah didapat, mudah dipelihara, dan harganya murah. Jenisnya pun banyak dan memiliki variasi umur, tinggi, ketebalan, serta kerapatan yang berbeda. Pada tahap perkembangan, semakin tua umur *sansevieria* maka ukuran daunnya pun semakin lebat dan lebar, sehingga luas penampang semakin besar dan kemampuan menyerap polutan semakin besar. *Sansevieria* mengandung bahan aktif *pregnane glikosid* yang berfungsi untuk mereduksi polutan menjadi asam organik, gula dan asam amino yang tidak berbahaya lagi bagi manusia. Pada proses respirasi *sansevieria* menghasilkan gas yang bermanfaat bagi manusia, yaitu oksigen. Proses respirasi ini berlangsung terus menerus selama *sansevieria* masih hidup.

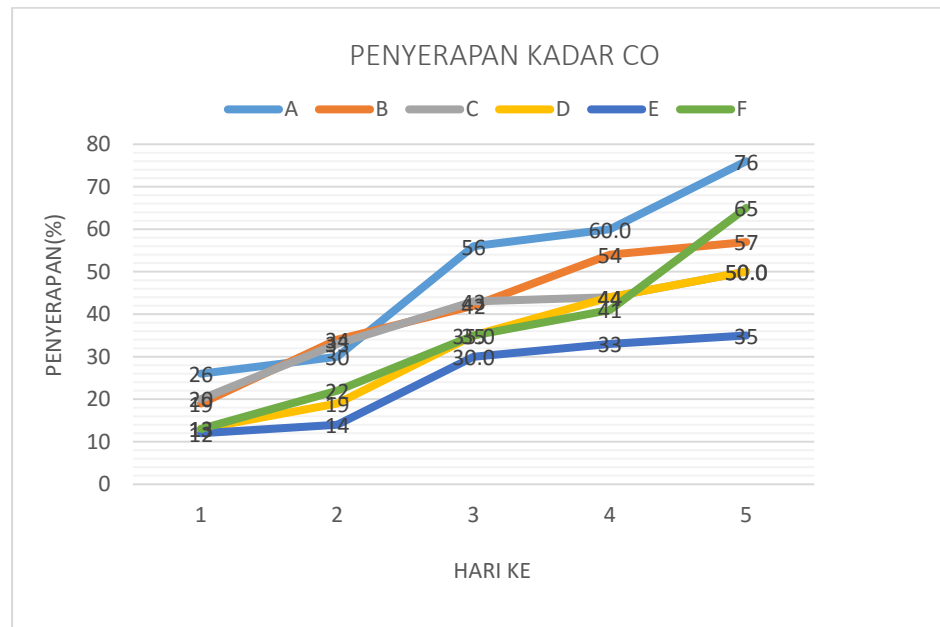
Orang yang merokok akan mengeluarkan asap rokok yang mengandung gas diantaranya CO dengan konsentrasi lebih dari 20.000 ppm dan kemudian menjadi encer sekitar 400-5000 ppm selama dihisap. Asap rokok ini terhisap oleh manusia melalui proses

pernafasan dan ikut dalam aliran darah termasuk aliran darah jantung. Asap rokok ini berbahaya karena mampu mengikat hemoglobin darah 200-250 kali lebih kuat dibanding oksigen. Apabila kekurangan oksigen akan menyebabkan penyakit *Hipoksia*.

Berdasarkan data WHO (2008), pada tahun 2008 Indonesia menempati urutan ketiga dari 10 negara konsumsi rokok terbanyak di dunia setelah China dan India, yaitu sebanyak 4,8% atau sebesar 240 milyar batang. Dimana berdasarkan Riskesdas 2007 menyatakan bahwa 85,4 % dari perokok berusia 10 tahun ke atas merokok di dalam rumah bersama dengan anggota lainnya.

Beberapa upaya untuk mengurangi pencemaran udara adalah dengan menghilangkan sumber pencemaran, mengurangi sumber pencemaran, menghilangkan polutan di udara, dan mengurangi polutan di udara. Namun seiring dengan kemajuan IPTEK, pencemaran udara semakin tidak terkendali, bahkan masih di atas ambang batas, sehingga upaya yang biasa dilakukan adalah mengurangi polutan dengan menggunakan berbagai tanaman hijau. Salah satu tanaman tersebut adalah *sansevieria* yang biasa disebut lidah mertua. Selain sebagai tanaman hias, *sansevieria* mampu mengurangi pencemaran udara baik di luar maupun di dalam ruangan terutama pencemaran yang disebabkan oleh CO dari asap rokok.

1. Kadar CO



Gambar 3. Rata-rata Penyerapan Kadar CO oleh *S. trifasciata* Setiap Hari Pengamatan

Keterangan =
 A : *S. trifasciata* “Green tiger”
 B : *S. trifasciata* “Futura robusta”
 C : *S. trifasciata* “Green arrow”
 D : *S. trifasciata* “Golden hahnii”
 E : *S. trifasciata* “Hahnii cream”
 F : *S. trifasciata* “Hahnii medio picta”

Dari Gambar 3 diketahui bahwa kultivar *S. trifasciata* yang paling besar persentasenya dalam menyerap kadar CO adalah “Green tiger” yaitu sebesar 76 %, dan yang paling rendah adalah “Hahnii cream” dengan penyerapan sebesar 35.7 %.

Apabila dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Boedisantoso (2008) didapatkan tanaman *S. trifasciata* dengan tinggi 100 cm memiliki kemampuan terbesar dalam penurunan konsentrasi gas karbon monoksida (CO) yaitu sebesar 84.18%. Ini disebabkan karena ukuran daun yang berbeda. Peneliti menggunakan jenis *S.*

trifasciata daun kecil sehingga terjadi perbedaan selisih penyerapan CO antara *S. trifasciata* berdaun panjang dan *S. trifasciata* berdaun pendek adalah sekitar 8.18 %. *Trifasciata*. Oleh karena itu kemampuan menyerap CO diudara oleh kultivar-kultivar *S. trifasciata* berdaun pendek sangat baik.

Tabel 1. Data Pengamatan kadar CO yang Diperoleh dari Setiap Kultivar Selama 5 Hari :

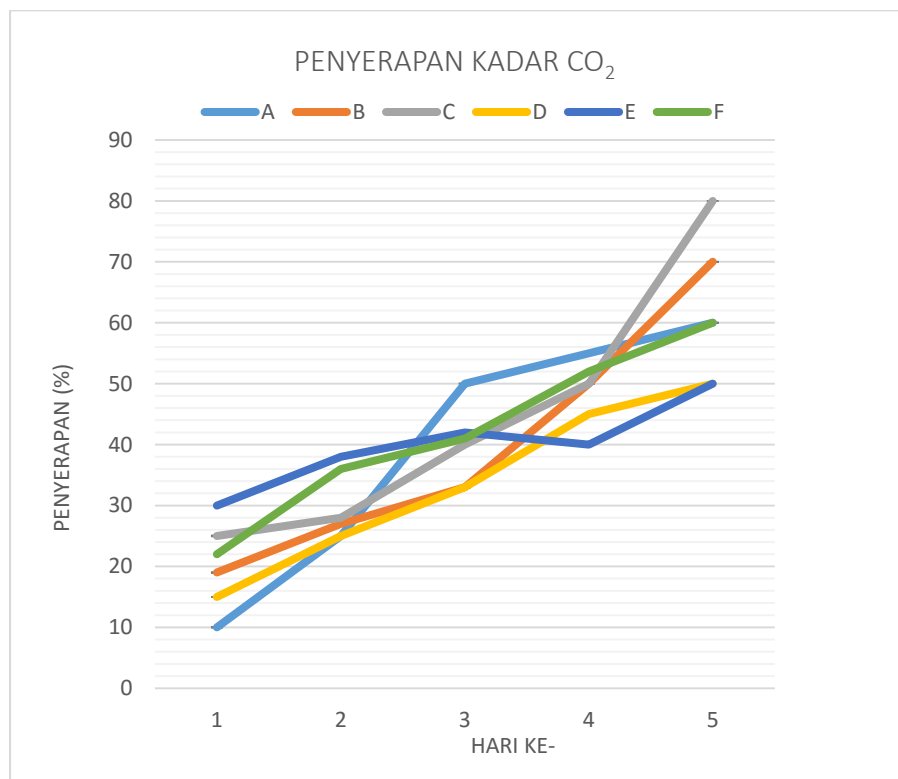
Kultivar	Konsentrasi CO yang Terserap (ppm)	Konsentrasi CO di Udara (ppm)	Persentase Penyerapan CO
A	73	95	76.8%
B	55	95	57.8%
C	48	96	50%
D	49	97	50.5%
E	34	95	35.7%
F	63	96	65.6 %
	Rata-rata		56 %

Keterangan =
 A : *S. trifasciata* “Green tiger”
 B : *S. trifasciata* “Futura robusta”
 C : *S. trifasciata* “Green arrow”
 D : *S. trifasciata* “Golden hahnii”
 E : *S. trifasciata* “Hahnii cream”
 F : *S. trifasciata* “Hahnii medio picta”

Menurut Aditia dan Ratni (2011) pengaruh konsentrasi CO di udara sampai dengan 100 ppm terhadap tanaman hampir tidak ada, khususnya pada tanaman tingkat tinggi. Bila konsentrasi CO di udara mencapai 2000 ppm dan waktu kontak lebih dari 24 jam maka akan mempengaruhi kemampuan fiksasi nitrogen oleh bakteri bebas yang ada pada lingkungan terutama yang terdapat pada akar tanaman. Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi CO di udara dari asap rokok, rentang konsentrasi adalah antara 95-97 ppm, maka konsentrasi tersebut aman bagi *S.trifasciata* dan berguna bagi lingkungan di sekitarnya.

Dampak CO terhadap manusia secara umum dapat mengakibatkan reaksi antara CO dengan Haemoglobin darah (Hb), sehingga dapat menghambat fungsi dari Hb itu sendiri untuk mengikat oksigen.

2. Kadar CO₂



Gambar 4. Rata-rata Penyerapan Kadar CO₂ oleh *S. trifasciata* Setiap Hari Pengamatan

Keterangan =
 A : *S. trifasciata* "Green tiger"
 B : *S. trifasciata* "Futura robusta"
 C : *S. trifasciata* "Green arrow"
 D : *S. trifasciata* "Golden hahnii"
 E : *S. trifasciata* "Hahnii cream"
 F : *S. trifasciata* "Hahnii medio picta"

Dari Gambar 4 dan Tabel 2 diketahui bahwa kultivar *S. trifasciata* yang paling besar persentasenya dalam menyerap kadar CO₂ selama 5 hari adalah "Green arrow" (80.07%), dan yang paling rendah adalah "Golden Hahnii" (50.2%) dan "Hahnii cream" (50.2%).

Tabel 2. Data Pengamatan Kadar CO₂ yang Diperoleh dari Setiap Kultivar Selama 5 Hari :

Kultivar	Konsentrasi CO ₂ yang Terserap	Konsentrasi CO ₂ di Udara	Persentase Penyerapan CO ₂
A	52	855	60.8%
B	60	855	70.01%
C	69	855	80.07%
D	43	855	50.2%
E	43	855	50.2%
F	52	855	60.8%
Rata-rta			62 %

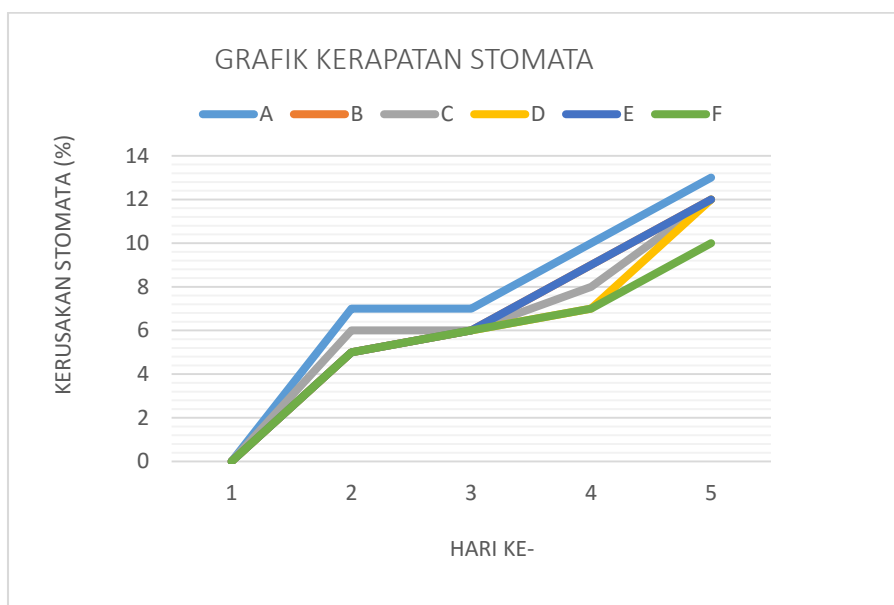
Keterangan =
 A : *S. trifasciata* "Green tiger"
 B : *S. trifasciata* "Futura robusta"
 C : *S. trifasciata* "Green arrow"
 D : *S. trifasciata* "Golden hahnii"
 E : *S. trifasciata* "Hahnii cream"
 F : *S. trifasciata* "Hahnii medio picta"

Nilai Ambang Batas (NAB) CO₂ adalah sebesar 5000 ppm dan Baku Mutu Lingkungan (BML) CO₂ adalah sebesar 1000 ppm. Kadar CO₂ di udara sekitar tanaman-tanaman percobaan masih di bawah Nilai Ambang Batas. Adanya karbondioksida (CO₂) yang berlebih di udara dapat mengurangi kesegaran dan kebersihan udara yang kita hirup. Dengan diletakkannya *S. trifasciata* maka akan membantu menambah kesegaran dalam ruangan karena *S. trifasciata* bias menyerap CO₂ yang ditimbulkan oleh asap rokok hingga 60.8%.

Tanaman membutuhkan CO₂ untuk pertumbuhannya. Peningkatan konsentrasi CO₂ akan merangsang proses fotosintesis, meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktivitasnya tanpa diikuti oleh peningkatan kebutuhan air (transpirasi).

Fotosintesa umumnya terjadi pada semua tumbuhan hijau yang memiliki kloroplas atau pada semua tumbuhan yang memiliki zat warna. Secara umum proses fotosintesa adalah pengikatan gas CO₂ dari udara dan molekul air (H₂O) dari tanah dengan energy foton cahaya tampak, akan membentuk gula heksosa (C₆H₁₂O₆) dan gas Oksigen (O₂)

3. Kerapatan Stomata



Gambar 5. Persentase Kerapatan Stomata oleh *S. trifasciata* Setiap Hari Pengamatan

Keterangan =
 A : *S. trifasciata* “Green tiger”
 B : *S. trifasciata* “Futura robusta”
 C : *S. trifasciata* “Green arrow”
 D : *S. trifasciata* “Golden hahnii”
 E : *S. trifasciata* “Hahnii cream”
 F : *S. trifasciata* “Hahnii medio picta”

Dari data grafik di atas kerusakan stomata tertinggi adalah tanaman *S. trifasciata* kultivar “Green tiger”(13.33%) dan terendah adalah “Hahnii medio picta” (10.0%) selama

5 hari pemaparan asap rokok. Kerusakan yang terjadi diakibatkan adanya zat polutan. *S. trifasciata* “Green tiger” merupakan kultivar yang paling baik menyerap polutan CO, maka dampaknya terlihat pada jumlah stomata yang tingkat kerusakannya paling besar di antara kultivar-kultivar yang lain

Tabel 3. Data Pengamatan Kerusakan Stomata yang Diperoleh dari Setiap Kultivar Selama 5 Hari :

Kultivar	Jumlah Stomata tertutup	Jumlah Seluruh Stomata	Persentase Kerusakan Stomata
A	6	45	13.33%
B	5	40	12.5%
C	5	41	12.19%
D	5	39	12.82%
E	3	37	12.33%
F	4	40	10.0%
Rata-rata			12.19%

Keterangan =
 A : *S. trifasciata* “Green tiger”
 B : *S. trifasciata* “Futura robusta”
 C : *S. trifasciata* “Green arrow”
 D : *S. trifasciata* “Golden hahnii”
 E : *S. trifasciata* “Hahnii cream”
 F : *S. trifasciata* “Hahnii medio picta”

Menurut Karliansyah (1999), tumbuhan sangat efektif sebagai akumulator pencemaran udara, oleh karenanya tumbuhan terutama bagian daun adalah bagian yang paling peka terhadap pencemaran udara, namun hal ini seringkali tidak tampak secara morfologis. Deteksi dapat dilakukan melalui pengamatan reaksi fisiologis biokimia, ekologi dan analisis di udara. Analisis di udara secara langsung sangat sulit dilakukan, tetapi untuk mengetahui adanya pencemaran melalui analisis pada daun tumbuhan dapat dilakukan, pengaruh pencemaran udara pada daun dapat dilihat dari kerusakan secara

makroskopis seperti klorosis, nekrosis atau secara mikroskopis (anatomi) seperti struktur sel atau dari perubahan secara fisiologis dan kimia seperti perubahan klorofil dan metabolisme.

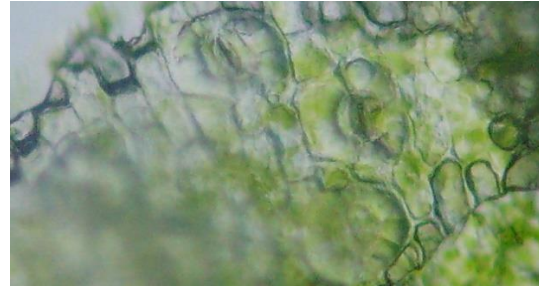
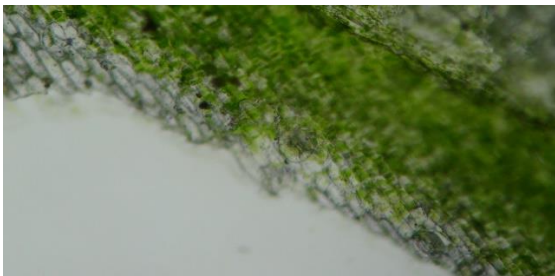
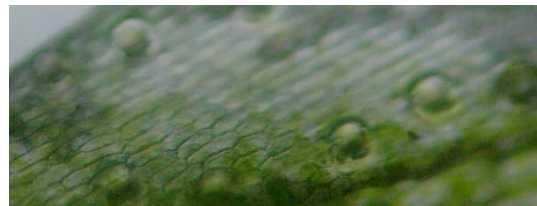
Stomata biasanya ditemukan pada bagian tumbuhan yang berhubungan dengan udara terutama di daun, batang dan rizom. Stomata tidak ditemukan di akar dan seluruh permukaan beberapa tumbuhan parasit yang tanpa klorofil. Stomata dapat juga ditemukan pada daun mahkota, tangkai sari, daun buah dan biji tetapi biasanya stomata tersebut tidak berfungsi. Pada daun yang berfotosintesis, stomata mungkin ditemukan di kedua permukaan daun, atau hanya dipermukaan sebelah bawah. Pada daun yang pertulangannya sejajar stomata tersusun dalam barisan yang sejajar (Fahn, 1991).

Stomata tumbuhan pada umumnya membuka pada saat matahari terbit dan menutup saat hari gelap sehingga memungkinkan masuknya CO_2 yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari. Umumnya, proses pembukaan memerlukan waktu 1 jam dan penutupan berlangsung secara bertahap sepanjang sore. Stomata menutup lebih cepat jika tumbuhan ditempatkan dalam gelap secara tiba-tiba (Salisbury dan Ross, 1995). Loveless (1991) dalam literturnya menyebutkan terbukanya stomata pada siang hari tidak terhambat jika tumbuhan itu berada dalam udara tanpa karbon dioksida, yaitu keadaan fotosintesis tidak dapat terlaksana.

Pada tanaman herba monokotil, stomata juga terdapat pada bagian bawah (abaxial) dan juga bagian atas (adaxial). Stomata merupakan celah dalam epidermis yang dibatasi oleh dua sel epidermis khusus, yaitu sel penutup. Dengan mengubah bentuknya sel penutup mengatur pelebaran dan penyempitan celah (Estiti, 1995). Pada daun yang berfotosintesis, stomata mungkin ditemukan di kedua permukaan daun atau hanya di permukaan sebelah

bawah. Sebagian besar pertukaran gas dalam daun terjadi melalui stomata. Pada permukaan daun terdapat banyak stomata yang memungkinkan terjadinya difusi CO₂ secara maksimum ke dalam daun pada saat stomata terbuka. Pada daun yang pertulangannya menjala, stomata menyebar tidak teratur, sedangkan pada daun yang sebagian besar pertulangannya sejajar, stomata tersusun dalam barisan yang sejajar (Fahn, 1991).

Menurut Prawiranata *et al* (1995), keadaan lingkungan mempengaruhi frekuensi stomata. Daun tanaman yang tumbuh pada lingkungan kering dan dibawah cahaya dengan intensitas tinggi cenderung memiliki stomata yang banyak. Fahn (1991) juga mengemukakan bahwa jumlah stomata akan berkurang dengan menurunnya intensitas cahaya. Stomata berkembang dari sel protoderma. Sel induk membagi diri menjadi dua sel yang terdiferensiasi menjadi dua sel penjaga. Pada mulanya sel tersebut kecil dan bentuknya tidak menentu, tetapi selanjutnya berkembang melebar dan bentuknya khas. Selama perkembangan, lamela tengah diantara dua sel penjaga menggebung dan bentuknya seperti lensa sejenak sebelum bagian tersebut berpisah menjadi aperture (Ziegenspeck, 1944 *cit* Fahn, 1991).

Sansevieria trifasciata* "Green tiger"**Sansevieria trifasciata* "Futura Robusta"*****Sansevieria trifasciata* "Green Arrow"*****Sansevieria trifasciata* "Golden Hahnii"*****Sansevieria trifasciata* "Hahnii cream"*****Sansevieria trifasciata* "Hahnii medio picta"**

Gambar 6. Penampang melintang enam kultivar *S.trifasciata* dengan perbesaran 100x

Pencemaran pada tanaman akan mengakibatkan menutupnya stomata serta timbul warna hitam akibat adanya polutan, total luasan daun (*leaf area*) dari suatu tanaman yang

terkena pencemaran udara akan mengalami penurunan, dan juga pencemaran udara mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan produksi tanaman serta diikuti dengan gejala yang tampak (*visible symptoms*). Seperti yang terlihat di Gambar 6. Stomata yang baik ada pada daun *S. trifasciata* Hahnii medio picta, *S. trifasciata* “Hahnii cream”, *S. trifasciata* “Futura Robusta”. Sedangkan stomata yang terlihat rusak dan menghitam ada pada daun *S. trifasciata* “Green Arrow” dan *S. trifasciata* “Green tiger”

Dari hasil pengamatan *S. trifasciata* “Green tiger” memiliki kemampuan menyerap CO paling baik tetapi memiliki kerusakan stomata paling besar. Ini dikarenakan gas CO menyebabkan sel penutup menjadi lebih lanjut sehingga stomata dapat terbuka. Jika pada saat stomata membuka dan gas-gas yang diemisikan udara dimana kondisi udara lembab maka gas yang terserap tanaman akan menyebabkan kerusakan pada tanaman tersebut (Achmadi, 1983). *S. trifasciata* “Green Arrow” memiliki banyak stomata yang menghitam tetapi mempunyai kemampuan menyerap CO₂ paling tinggi. Ini disebabkan karena penutupan stomata terganggu. Penutupan stomata penting untuk mencegah kehilangan air pada waktu persediaan air terbatas sekaligus membatasi pengambilan CO₂ untuk fotosintesis. Stomata membuka pada waktu siang hari dan menutup pada waktu malam hari. Proses membuka dan menutup stomata dipengaruhi oleh tekanan turgor pada sel penutup. Jumlah dan ukuran stomata dipengaruhi oleh genotip dan lingkungan. Sel-sel penutup yang mengelilingi stomata mengendalikan pembukaan dan penutupan stomata. Bertambah dan berkurangnya ukuran aperture sel penjaga adalah akibat dari perubahan tekanan turgor pada sel penjaga (Fahn, 1991).

Pembentukan stomata berkurang jika kadar CO diruang antar sel bertambah. Jika hasil fotosintesis bersih berkurang kadar CO₂ diruang antar sel akan meningkat dan

tahanan stomata akan meningkat. Sebaliknya jika fotosintesis bersih meningkat, ruang antar sel akan menyebabkan terbukanya ruang antar sel sehingga stomata terbuka. Kadar atau tingkat polusi udara suatu lingkungan akan mempengaruhi struktur dan fungsi stomata. Stomata pada tumbuhan yang berada di daerah dengan kadar polusi yang lebih besar akan mempunyai tingkat kerusakan stomata yang lebih banyak.

Kerusakan stomata dapat berupa menyempitnya celah stomata, warnanya yang menghitam karena pencemaran logam dan penutupan stomata yang tidak berdasarkan jam biologisnya, sehingga stomata tidak dapat menjalankan fungsi normalnya. Pencemaran atmosfer yang banyak mengandung gas polutan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan struktur komunitas. Stomata merupakan pori-pori kecil yang terdapat di epidermis atas dan bawah daun.. Stomata merupakan tempat masuknya CO₂ dari udara dalam proses fotosintesis, tempat jalannya respirasi dan transpirasi sehingga stomata merupakan jaringan yang penting dalam proses metabolisme tumbuhan. Pengamatan stomata menggunakan mikroskop merupakan salah satu cara yang efektif dan mudah untuk mengetahui struktur dan kerusakan stomata akibat pengaruh gas polutan di udara. Hasil penelitian ini menunjukkan kerusakan stomata yang terjadi tidak mengganggu metabolisme hidup *S. trifasciata*, karena kerusakan paling tinggi hanya 13, 33% dari jumlah stomata.

Hal tersebut terjadi karena proses pembersihan udara dari polusi oleh *S. trifasciata* dilakukan saat tanaman ini berespirasi. Pada saat itu *S. trifasciata* menyerap polutan seperti karbon dioksida dan gas beracun lainnya. Polutan yang telah diserap stomata akan memasuki sistem metabolisme dalam tubuh tanaman tersebut. Polutan kemudian dikirim ke akar untuk melakukan proses detoksifikasi oleh mikroba. Melalui proses ini mikroba

akan menghasilkan suatu zat yang diperlukan oleh *S. trifasciata*. Dalam proses respirasi tersebut dihasilkan gas yang bermanfaat bagi manusia yaitu berupa oksigen dan proses ini berlangsung secara terus-menerus selama *S. trifasciata* hidup.

Menurut Keeton (1980) proses fotosintesis dan aktivitas keluar masuknya gas juga dipengaruhi oleh kondisi stomata. Respirasi sel pada daun diatur oleh membuka menutupnya stomata. Melihat fungsi stomata tersebut maka stomata menjadi bagian pertama yang berinteraksi dengan gas-gas pencemar karena keluar masuknya gas diatur oleh stomata. Keadaan tersebut juga akan menyebabkan kondisi stomata mudah dipengaruhi oleh kualitas udara ambien. Makin tinggi tingkat pencemaran udara akan menyebabkan kerusakan stomata juga makin tinggi.

Stomata tumbuhan pada umumnya membuka pada saat matahari terbit dan menutup saat hari gelap sehingga memungkinkan masuknya CO₂ yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari. Umumnya, proses pembukaan memerlukan waktu 1 jam dan penutupan berlangsung secara bertahap sepanjang sore. Stomata menutup lebih cepat jika tumbuhan ditempatkan dalam gelap secara tiba-tiba (Salisbury dan Ross, 1995).

Pembukaan stomata dipengaruhi oleh tekanan turgor sel penjaga. Apabila tekanan turgor sel penjaga meningkat maka stomata akan membuka dan jika tekanan turgor menurun stomata akan menutup. Pada umumnya stomata tanaman 14 akan membuka pada siang hari untuk proses fotosintesis namun pada tanaman CAM stomata membuka pada sore atau malam hari (Salisbury dan Ross, 1995). Stomata menutup bila selisih kandungan uap air di udara dan di ruang antar sel melebihi titik kritis. Hal ini diduga disebabkan gradien uap yang tajam mendorong penutupan stomata. Suhu tinggi (30 – 35°C) biasanya menyebabkan stomata menutup. Hal ini diduga sebagai respon tak langsung tumbuhan terhadap keadaan

rawan air atau disebabkan laju respirasi naik sehingga kadar CO₂ dalam daun juga naik (Salisbury dan Ross, 1995).

Tabel 4. Persentase Penyerapan kadar CO, CO₂ dan Stomata

Kultivar <i>S. trifasciata</i>	Persentase Penyerapan	Persentase Penyerapan	Persentase Kerusakan
	Kadar CO \pm SD	Kadar CO ₂ \pm SD	Stomatar \pm SD
	(%)	(%)	(%)
A	76 \pm 1.000 ^b	60 \pm 1.527 ^b	13.33 \pm 1.528 ^b
B	57 \pm 1.528 ^c	70 \pm 1.732 ^c	12.50 \pm 2.516 ^c
C	50 \pm 3.000 ^b	80 \pm 1.000 ^b	12.19 \pm 1.575 ^b
D	50 \pm 5.291 ^c	50 \pm 0.577 ^c	12.82 \pm 0.574 ^c
E	35 \pm 1.155 ^c	50 \pm 1.732 ^c	12.33 \pm 0.577 ^c
F	65 \pm 1.155 ^c	60 \pm 1.155 ^c	10.00 \pm 1.000 ^c

Keterangan =
 A : *S. trifasciata* "Green tiger"
 B : *S. trifasciata* "Futura robusta"
 C : *S. trifasciata* "Green arrow"
 D : *S. trifasciata* "Golden hahnii"
 E : *S. trifasciata* "Hahnii cream"
 F : *S. trifasciata* "Hahnii medio picta"

Hasil analisis keragaman (ANAVA) yang dilanjutkan dengan uji DMRT ($\alpha = 5\%$) bahwa penyerapan kadar CO untuk kultivar *S. trifasciata* "Green Tiger" (76 \pm 1.000) dan *S. trifasciata* "Green arrow" (50 \pm 3.000) tidak berbeda nyata, *S. trifasciata* "Golden Hahnii" (50 \pm 5.291), "Hahnii cream" (35 \pm 1.155) dan "Hahnii medio picta" (65 \pm 1.155) juga tidak berbeda nyata, sedangkan kultivar *S. trifasciata* "Futura Robusta" (57 \pm 1.5280 memiliki beda yang nyata dalam penyerapan kadar CO dibandingkan kultivar lainnya.

Untuk penyerapan kadar CO₂ dan kerusakan stomata, kondisinya sama dengan penyerapan CO. untuk kultivar *S. trifasciata* "Green Tiger" dan *S. trifasciata* "Green

arrow” tidak berbeda nyata, *S. trifasciata* “Golden Hahnii”, “Hahnii cream” dan “Hahnii medio picta” (65 ± 1.155) juga tidak berbeda nyata, sedangkan kultivar *S. trifasciata* “Futura Robusta” memiliki beda yang nyata dalam penyerapan kadar CO dibandingkan kultivar lainnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan di atas maka dapat kita simpulkan bahwa

1. Kultivar terbaik dalam menyerap kadar CO dari polutan asap rokok adalah *S. trifasciata* “Green tiger” dan kultivar terbaik dalam menyerap kadar CO₂ dari polutan asap rokok adalah *S. trifasciata* “Green tiger”, serta yang mengalami kerusakan stomata paling banyak adalah *S. trifasciata* “Green tiger”
2. Pencemaran pada tanaman akan mengakibatkan menutupnya stomata serta timbul warna hitam akibat adanya polutan, total luasan daun (*leaf area*) dari suatu tanaman yang terkena pencemaran udara akan mengalami penurunan, dan juga pencemaran udara mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan produksi tanaman serta diikuti dengan gejala yang tampak (*visible symptoms*).

B. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kemampuan *S. trifasciata* dalam menyerap zat polutan lainnya seperti Pb.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T.Y, 1992, Polusi Udara dan Kesehatan, Arcan, Jakarta.
- Aditia, C dan Ratni J. A. R, Naniek. 2011. "Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman Hias dalam Menurunkan Polutan Karbon" Monoksida. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol 4 : (1)
- Aditya K.P., dkk. 2008. "Sistem Monitor dan Pengontrol Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) dalam Ruangan". Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang Tembalang Semarang : *WIDYA TEKNIK* Vol. 7, No.2, 2008 (155-167)
- Arintya, Dian., dkk. 2011 "Monitoring Kandungan Karbondioksida (CO₂) dalam Sebuah Model Ruangan Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535". *Tugas Akhir: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah*
- Boedisantoso. 2008. Analisa Kemampuan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria* sp.) dan Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) dalam Penurunan Konsentrasi Gas CO. *Undergraduate theses*. Departemen of Environmental Engineering RSL : 628-53 Wid a
- Campbell et al. 1999. *Biologi* jilid II ed.5. Erlangga : Jakarta
- Estiti, B. H. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Penerbit ITB. Bandung.
- Ebadi, A. G., S. Zare., M. Mahdavi., and M. Babae. 2005. Study and Measurement of Pb, Cd, Cr and Zn in Green Leaf Of Tea Cultivated in Gillan Province of Iran. *Pakistan Journal of Nutrition* 4 (4) : 270-272.
- Fahn, A. 1991. *Anatomi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Karliansyah, N.W. 1999. Klorofil Daun Angsana Dan Mahoni Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara, Lingkungan Dan Pembangunan. 19 (4) 290-305.
- Keeton, WT, 1980. *Biological Science*, 3 Edition. W.W. Norton Company, New York
- Muhammadah, Shomy Alina. 2012. Pengaruh Umur dan kerapatan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria*) terhadap kadar karbonmonoksida (CO) di Udara. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah. Semarang*
-

- BPLHD,2004, Parameter Partikulat PM 10 Indeks Standar: Pencemaran Udara,BPLHD, Jakarta.
- Prawiranata, Said Harran dan Pin Tjondronegoro. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid 2. IPB. Bogor.
- Purwanto, A. W. 2006. *Sansevieria Flora Cantik Penyerap Racun*. Yogyakarta : Kanisius. 68 hal.
- Ramadhana, Adbizar. 2008. Karakterisasi Thermal Precipitator. Fakultas teknik Universitas Indonesia.
- Robert, F.G. Swinbourne, (2007). *Sansevieria in cultivation in Australia* . Adelaide : Adelaide Botanic Gardens Handbook. 48 p.
- Sastrawijaya,T, 1997, Pencemaran. Lingkungan, Kinetika Cipta, Jakarta
- Sitepoe M.1997.Usaha Mencegah Bahaya Merokok. Jakarta :Gramedia.1997; 21
- Soeharyono,A,2004, Tingginya Permintaan Akan Kendaraan bermotor dan Tingkat Kemacetan Lalu Lintas di Jakarta
- Stover, Hermine. (1983). *Sansevieria Book*, First Edition. California : Endangered Species Press.
- Sudrajad A. 2005. Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan. <http://www.io.ppi-jepang.org/article.php?edition=5>. Diakses tanggal 2 Februari 2008
- Sukarsono. 1998. *Dampak Pencemaran Udara Terhadap Tumbuhan Di Kebun Raya Bogor*. Tesis tidak diterbitkan. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Sumardi, I Dan Pudjorianto, A. 1992. *Struktur Dan Perkembangan*. Yogyakarta : UGM press
- Sumarawati, Titiek. 2005. Pengaruh Kepadatan lalu Lintas pada Jam Puncak Terhadap kandungan Gas Karbon Monoksida. Fakultas Teknik dan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung
- Suparmoko. M,2000. Ekonomi Lingkungan .I BPFE,Yogyakarta
- Wardhana,W,A,2000. Dampak Pencemaran Lingkungan, Andi Offset, Yogyakarta
- <http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.PDF>

<http://laksitaflorakebumen.blogspot.com/2011/12/media-tanam-sansevieria.html>www.trubus-online.co.id (2013)

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Tabel 5. Konsentrasi CO yang terserap (ppm) dalam 5 hari

Hari ke-	Kultivar					
	A	B	C	D	E	F
1	26	19	20	13	12	13
2	30	34	33	19	14	22
3	56	42	43	35	30,0	35,0
4	60,0	54	44	44	33	41
5	76	57	50,0	50,0	35	65

Keterangan =

- A : *S. trifasciata* "Green tiger"
- B : *S. trifasciata* "Futura robusta"
- C : *S. trifasciata* "Green arrow"
- D : *S. trifasciata* "Golden hahnii"
- E : *S. trifasciata* "Hahnii cream"
- F : *S. trifasciata* "Hahnii medio picta"

Lampiran 2.

Tabel 6. Konsentrasi CO₂ yang terserap (ppm) dalam 5 hari

Hari ke-	Kultivar					
	A	B	C	D	E	F
1	10	19	25	15	30	22
2	25	27	28	25	38	36
3	50	33	40	33	42	41
4	55	50	50	45	40	52
5	60	70	80	50	50	60

Keterangan =

A : *S. trifasciata* "Green tiger"B : *S. trifasciata* "Futura robusta"C : *S. trifasciata* "Green arrow"D : *S. trifasciata* "Golden hahnii"E : *S. trifasciata* "Hahnii cream"F : *S. trifasciata* "Hahnii medio picta"

Lampiran 3. Jumlah Kerusakan Stomata selama 5 hari

Hari ke-	Kultivar ke					
	A	B	C	D	E	F
1	0	0	0	0	0	0
2	7	5	6	5	5	5
3	7	6	6	6	6	6
4	10	9	8	7	9	7
5	13	12	12	12	12	10

Keterangan =

A : *S. trifasciata* "Green tiger"

B : *S. trifasciata* "Futura robusta"

C : *S. trifasciata* "Green arrow"

D : *S. trifasciata* "Golden hahnii"

E : *S. trifasciata* "Hahnii cream"

F : *S. trifasciata* "Hahnii medio picta"

Lampiran 4. Analisis Data dengan SPSS

Oneway

Descriptives									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
co	1	5	49.6000	21.13764	9.45304	23.3541	75.8459	26.00	76.00
	2	5	41.2000	15.48225	6.92387	21.9763	60.4237	19.00	57.00
	3	5	38.0000	11.76860	5.26308	23.3874	52.6126	20.00	50.00
	4	5	32.2000	15.86506	7.09507	12.5009	51.8991	13.00	50.00
	5	5	24.8000	10.94075	4.89285	11.2153	38.3847	12.00	35.00
	6	5	35.2000	19.92988	8.91291	10.4538	59.9462	13.00	65.00
	Total	30	36.8333	16.74985	3.05809	30.5788	43.0878	12.00	76.00
co2	1	5	40.0000	21.50581	9.61769	13.2970	66.7030	10.00	60.00
	2	5	39.8000	20.36418	9.10714	14.5145	65.0855	19.00	70.00
	3	5	44.6000	22.15401	9.90757	17.0922	72.1078	25.00	80.00
	4	5	33.6000	14.31084	6.40000	15.8308	51.3692	15.00	50.00
	5	5	40.0000	7.21110	3.22490	31.0462	48.9538	30.00	50.00
	6	5	42.2000	14.66970	6.56049	23.9852	60.4148	22.00	60.00
	Total	30	40.0333	16.28937	2.97402	33.9508	46.1159	10.00	80.00
stomata	1	5	7.4000	4.82701	2.15870	1.4065	13.3935	.00	13.00
	2	5	6.4000	4.50555	2.01494	.8056	11.9944	.00	12.00
	3	5	6.4000	4.33590	1.93907	1.0163	11.7837	.00	12.00
	4	5	6.0000	4.30116	1.92354	.6594	11.3406	.00	12.00
	5	5	6.4000	4.50555	2.01494	.8056	11.9944	.00	12.00
	6	5	5.6000	3.64692	1.63095	1.0718	10.1282	.00	10.00
	Total	30	6.3667	4.01277	.73263	4.8683	7.8651	.00	13.00

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
co	.767	5	24	.583
co2	1.644	5	24	.187
stomata	.073	5	24	.996

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
co	Between Groups	1761.767	5	352.353	1.327	.287
	Within Groups	6374.400	24	265.600		
	Total	8136.167	29			
co2	Between Groups	334.967	5	66.993	.218	.951
	Within Groups	7360.000	24	306.667		
	Total	7694.967	29			
stomata	Between Groups	8.967	5	1.793	.094	.992
	Within Groups	458.000	24	19.083		
	Total	466.967	29			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable	(I) varietas	(J) varietas	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
co	1	2	8.40000	11.71751	.999	-38.3773	55.1773
		3	11.60000	10.81943	.973	-33.9293	57.1293
		4	17.40000	11.81948	.850	-29.6114	64.4114
		5	24.80000	10.64425	.413	-20.7064	70.3064
		6	14.40000	12.99231	.971	-36.1986	64.9986
		1	-8.40000	11.71751	.999	-55.1773	38.3773
	2	3	3.20000	8.69713	1.000	-31.3297	37.7297
		4	9.00000	9.91363	.994	-29.5775	47.5775
		5	16.40000	8.47821	.599	-17.6421	50.4421
		6	6.00000	11.28627	1.000	-38.6772	50.6772
	3	1	-11.60000	10.81943	.973	-57.1293	33.9293
		2	-3.20000	8.69713	1.000	-37.7297	31.3297
		4	5.80000	8.83403	1.000	-29.3980	40.9980
		5	13.20000	7.18610	.653	-14.8009	41.2009
		6	2.80000	10.35085	1.000	-40.2161	45.8161
		1	-17.40000	11.81948	.850	-64.4114	29.6114
	4	2	-9.00000	9.91363	.994	-47.5775	29.5775
		3	-5.80000	8.83403	1.000	-40.9980	29.3980
		5	7.40000	8.61858	.996	-27.3512	42.1512

		6	-3.00000	11.39210	1.000	-47.9577	41.9577
		1	-24.80000	10.64425	.413	-70.3064	20.7064
		2	-16.40000	8.47821	.599	-50.4421	17.6421
	5	3	-13.20000	7.18610	.653	-41.2009	14.8009
		4	-7.40000	8.61858	.996	-42.1512	27.3512
		6	-10.40000	10.16760	.980	-53.3167	32.5167
		1	-14.40000	12.99231	.971	-64.9986	36.1986
		2	-6.00000	11.28627	1.000	-50.6772	38.6772
	6	3	-2.80000	10.35085	1.000	-45.8161	40.2161
		4	3.00000	11.39210	1.000	-41.9577	47.9577
		5	10.40000	10.16760	.980	-32.5167	53.3167
		2	.20000	13.24538	1.000	-51.3771	51.7771
		3	-4.60000	13.80797	1.000	-58.3361	49.1361
	1	4	6.40000	11.55249	1.000	-40.4824	53.2824
		5	.00000	10.14396	1.000	-47.2564	47.2564
		6	-2.20000	11.64216	1.000	-49.2335	44.8335
		1	-.20000	13.24538	1.000	-51.7771	51.7771
		3	-4.80000	13.45734	1.000	-57.2632	47.6632
	2	4	6.20000	11.13104	1.000	-38.5358	50.9358
		5	-.20000	9.66126	1.000	-44.7933	44.3933
		6	-2.40000	11.22408	1.000	-47.3254	42.5254
		1	4.60000	13.80797	1.000	-49.1361	58.3361
		2	4.80000	13.45734	1.000	-47.6632	57.2632
	3	4	11.00000	11.79491	.991	-37.1364	59.1364
		5	4.60000	10.41921	1.000	-44.1725	53.3725
		6	2.40000	11.88276	1.000	-45.8670	50.6670
	4	1	-6.40000	11.55249	1.000	-53.2824	40.4824

co2

Dunnett T3

		2	-6.20000	11.13104	1.000	-50.9358	38.5358
		3	-11.00000	11.79491	.991	-59.1364	37.1364
		5	-6.40000	7.16659	.992	-37.2181	24.4181
		6	-8.60000	9.16515	.992	-44.2651	27.0651
		1	.00000	10.14396	1.000	-47.2564	47.2564
		2	.20000	9.66126	1.000	-44.3933	44.7933
	5	3	-4.60000	10.41921	1.000	-53.3725	44.1725
		4	6.40000	7.16659	.992	-24.4181	37.2181
		6	-2.20000	7.31027	1.000	-33.8055	29.4055
		1	2.20000	11.64216	1.000	-44.8335	49.2335
		2	2.40000	11.22408	1.000	-42.5254	47.3254
	6	3	-2.40000	11.88276	1.000	-50.6670	45.8670
		4	8.60000	9.16515	.992	-27.0651	44.2651
		5	2.20000	7.31027	1.000	-29.4055	33.8055
		2	1.00000	2.95296	1.000	-10.5045	12.5045
		3	1.00000	2.90172	1.000	-10.3263	12.3263
	1	4	1.40000	2.89137	1.000	-9.8915	12.6915
		5	1.00000	2.95296	1.000	-10.5045	12.5045
		6	1.80000	2.70555	1.000	-8.9510	12.5510
		1	-1.00000	2.95296	1.000	-12.5045	10.5045
stomata	Dunnett T3	3	.00000	2.79643	1.000	-10.8846	10.8846
	2	4	.40000	2.78568	1.000	-10.4448	11.2448
		5	.00000	2.84956	1.000	-11.0868	11.0868
		6	.80000	2.59230	1.000	-9.4104	11.0104
		1	-1.00000	2.90172	1.000	-12.3263	10.3263
	3	2	.00000	2.79643	1.000	-10.8846	10.8846
		4	.40000	2.73130	1.000	-10.2269	11.0269

	5	.00000	2.79643	1.000	-10.8846	10.8846
	6	.80000	2.53377	1.000	-9.1403	10.7403
	1	-1.40000	2.89137	1.000	-12.6915	9.8915
	2	-.40000	2.78568	1.000	-11.2448	10.4448
4	3	-.40000	2.73130	1.000	-11.0269	10.2269
	5	-.40000	2.78568	1.000	-11.2448	10.4448
	6	.40000	2.52190	1.000	-9.4864	10.2864
	1	-1.00000	2.95296	1.000	-12.5045	10.5045
	2	.00000	2.84956	1.000	-11.0868	11.0868
5	3	.00000	2.79643	1.000	-10.8846	10.8846
	4	.40000	2.78568	1.000	-10.4448	11.2448
	6	.80000	2.59230	1.000	-9.4104	11.0104
	1	-1.80000	2.70555	1.000	-12.5510	8.9510
	2	-.80000	2.59230	1.000	-11.0104	9.4104
6	3	-.80000	2.53377	1.000	-10.7403	9.1403
	4	-.40000	2.52190	1.000	-10.2864	9.4864
	5	-.80000	2.59230	1.000	-11.0104	9.4104

Homogeneous Subsets

co

	varietas	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
	5	5	24.8000	
	4	5	32.2000	32.2000
	6	5	35.2000	35.2000
Duncan ^a	3	5	38.0000	38.0000
	2	5	41.2000	41.2000
	1	5		49.6000
	Sig.		.166	.143

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

co2

	varietas	N	Subset for alpha = 0.05
			1
	4	5	33.6000
	2	5	39.8000
	1	5	40.0000
Duncan ^a	5	5	40.0000
	6	5	42.2000
	3	5	44.6000
	Sig.		.390

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

stomata

	varietas	N	Subset for alpha = 0.05
			1

	6	5	5.6000
	4	5	6.0000
	2	5	6.4000
Duncan ^a	3	5	6.4000
	5	5	6.4000
	1	5	7.4000
	Sig.		.571

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Means Plots

