



TUGAS AKHIR – RE 184804

**KAJIAN PERBEDAAN KELEMBABAN TANAH
TERHADAP REDUKSI CO₂ UDARA AMBIEN
OLEH POHON TREMBESI DAN POHON AKASIA**

Zulfa Safira

0321 1540 000 049

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR – RE 184804

**KAJIAN PERBEDAAN KELEMBABAN TANAH
TERHADAP REDUKSI CO₂ UDARA AMBIEN
OLEH POHON TREMBESI DAN POHON AKASIA**

Zulfa Safira

0321 1540 000 049

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT – RE 184804

***A STUDY OF SOIL MOISTURE ON CO₂
REDUCTION OF AMBIENT AIR BY TREMBESI
AND AKASIA.***

Zulfa Safira

0321 1540 000 049

Supervisor

Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T

DEPARTEMEN OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN PERBEDAAN KELEMBABAN TANAH TERHADAP REDUKSI CO₂ UDARA AMBIEN OLEH POHON TREMBESI DAN POHON AKASIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

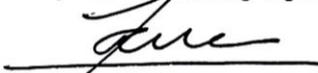
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ZULFA SAFIRA

NRP.03211540000049

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T.
NIP. 19650508 199303 1 001



KAJIAN PERBEDAAN KELEMBABAN TANAH TERHADAP REDUKSI CO₂ UDARA AMBIEN OLEH POHON TREMBESI DAN POHON AKASIA

Nama Mahasiswa : Zulfa Safira
NRP : 0321154000049
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M. T

ABSTRAK

Pencemaran udara yang disebabkan oleh karbondioksida (CO₂) telah memberikan kontribusi terbesar dalam pemanasan global yakni sebesar 50%. Pohon Trembesi dan Pohon Akasia merupakan jenis tanaman yang sering dijumpai keberadaannya ditepi jalan sebagai tanaman pelindung jalan, ataupun ditanam di hutan-hutan kota yang memiliki kemampuan penyerapan CO₂ terbesar hingga ribuan kg/tahun. Kemampuan menyerap polutan yang tinggi ini menyebabkan kedua tanaman ini banyak digunakan sebagai pohon pelindung jalan untuk mereduksi polutan terutama CO₂ yang diakibatkan oleh proses pembakaran pada kendaraan bermotor.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses fotosintesis antara lain adalah kelembaban tanah dan jenis tanaman sehingga dalam penelitian ini digunakan 2 faktor sebagai variabel penelitian yakni jenis tanaman dan kelembaban tanah. Sampel pohon Trembesi dan Pohon Akasia yang digunakan sebanyak masing-masing 3 buah pohon yang ditanam dalam 9 pot dengan ketentuan pot 1 kelembaban tanahnya 100%, pot 2 kelembaban tanah 80%, dan pot 3 kelembaban tanah 60%, masing-masing pot diisi dengan tanah dengan volume yang sama, kemudian diukur kelembaban tanahnya menggunakan alat ukur *soil tester*. Konsentrasi CO₂ udara yang diukur setiap satu jam sekali selama 13 jam mulai pukul 06.00 WIB hingga pukul 18.00 WIB menggunakan CO₂ meter dengan konsep sampling mengikuti standar sampling model box.

Metode perhitungan integrasi diferensiasi digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan pola laju perubahan nilai konsentrasi CO₂ dan menghitung nilai kumulatif konsentrasi CO₂

(KCO_2) sehingga didapatkan integrasi kurva laju perubahan. Nilai KCO_2 dapat digunakan sebagai indikator proses reduksi CO_2 . Laju perubahan konsentrasi CO_2 (KCO_2) didapatkan dari diferensiasi kurva konsentrasi CO_2 fungsi waktu = $\int \frac{\Delta C}{\Delta t}$, dimana ΔC adalah perubahan konsentrasi CO_2 selama satu rentang waktu (Δt). Jika nilai KCO_2 bertanda negatif (-), artinya reduksi CO_2 lebih besar daripada emisi CO_2 . Jika nilai KCO_2 bertanda positif (+) artinya reduksi CO_2 lebih kecil dari emisi CO_2 , dan nilai CO_2 sama dengan nol (0) artinya proses reduksi maupun emisi CO_2 udara ambien berjalan seimbang.

Nilai penyerapan CO_2 (KCO_2) pada pohon trembesi lebih besar daripada nilai KCO_2 pada pohon akasia dengan persen kelembaban tanah yang paling optimal dalam penyerapan CO_2 (KCO_2) pada pohon trembesi dan akasia adalah 60%

Kata kunci : kadar air tanah, pohon akasia, pohon trembesi, reduksi CO_2 , udara ambien

A STUDY OF SOIL MOISTURE ON CO₂ REDUCTION OF AMBIENT AIR BY TREMBESI AND AKASIA

Name of Student : Zulfa Safira
NRP : 03211540000049
Study Programme : Teknik Lingkungan
Supervisor : Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M. T

ABSTRACT

Air pollution caused by carbon dioxide (CO₂) has provided the largest contribution to global warming, which is 50%. Trembesi and acacia are plants that are often found on the roadside as road protection plants, or are planted in urban forests that have the greatest CO₂ absorption capacity of up to thousands of kg/year. This ability to absorb high pollutants causes both of these plants to be widely used as road protection trees to reduce pollutants, especially CO₂ caused by combustion processes in motorized vehicles.

The various factors that can influence of photosynthesis, 2 factors are used as research variables, namely the type of plant and soil moisture. Samples of Trembesi and Acacia were used for 3 trees each planted in 9 pots with the provisions of pot 1, the soil moisture was 100%, pot 2 soil moisture 80%, and pot 3 soil moisture 60%, each pot filled with soil with the same volume, then measured the soil moisture using a soil tester measuring instrument. The CO₂ concentration in the air is measured once every hour for 13 hours starting at 06.00 WIB until 18.00 WIB using CO₂ meters with the sampling concept following the standard sampling model box.

The differentiation integration calculation method is used in this study to determine the pattern of changes in CO₂ concentration values and calculate the cumulative value of the concentration of CO₂ (KCO₂) so that the rate curve changes in integration. KCO₂ value can be used as an indicator of CO₂ reduction process. The rate of change in concentration of CO₂ (KCO₂) is obtained from the differentiation of the CO₂ concentration curve of the time function = $\int \frac{\Delta C}{\Delta t}$, where ΔC is the

change in CO_2 concentration over a time span (Δt). If the value of KCO_2 is negative (-), it means that CO_2 reduction is greater than CO_2 emissions. If the value of KCO_2 is positive (+), it means that CO_2 reduction is smaller than CO_2 emissions, and the CO_2 value is zero (0), which means that the ambient air reduction and CO_2 emissions are balanced.

The value of absorption of CO_2 (KCO_2) in the trembesi tree is greater than the value of KCO_2 in the acacia tree with the most optimal percentage of soil moisture in CO_2 absorption (KCO_2) in trembesi and acacia trees is 60%.

Keywords: acacia, ambient air, CO_2 reduction, soil water content, trembesi.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya pada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Kajian Perbedaan Kelembaban Tanah terhadap Reduksi CO₂ Udara Ambien oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia”**. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dari mata kuliah “Tugas Akhir (TA)” yang mempunyai bobot 6 sks dan harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Departemen Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis atas doa, motivasi, bimbingan, serta materi yang telah diberikan tak terhingga kepada penulis sampai detik ini.
2. Bapak Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir (TA), terima kasih atas bimbingan dan kesabarannya dalam membimbing kami untuk penyelesaian tugas ini.
3. Bapak Welly Herumurti, S.T., M. Sc., selaku koordinator Tugas Akhir (TA), terima kasih atas segala ilmu yang telah diajarkan.
4. Ibu Bieby Voijant Tangahu, S.T.,M.T., Ph.D., Ibu Ipung Fitri Purwanti, S.T.,M.T., Ph.D., dan Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T.,MEPM selaku dosen pengarah.
5. Teman-Teman Teknik Lingkungan 2015 atas bantuan dan motivasinya selama proses pelaksanaan tugas akhir ini.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas dukungan serta kerjasama yang telah diberikan.

Penyusunan Tugas Akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	lix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran Udara	5
2.1.1 Definisi Pencemaran Udara	5
2.1.2 Pengendalian Pencemaran Udara	6
2.2 Karbon Dioksida	8
2.2.1 Siklus Karbon	8
2.2.2 Sumber-sumber CO ₂	9
2.2.3 Dampak CO ₂ bagi Lingkungan.....	10
2.3 Proses Fotosintesis	11
2.4 Kemampuan Tanaman dalam Mereduksi CO ₂	12
2.4.1 Peranan Tanaman dalam Mereduksi CO ₂ diudara	12
2.4.2 Laju Penyerapan CO ₂ pada Tanaman.....	15
2.5 Hubungan Antara Kelembaban dengan pH	18
2.6 Pohon Trembesi (<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.)	19
2.5.1 Tanaman Trembesi (<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.)	19
2.5.2 Kemampuan Tanaman Trembesi dalam Menyerap CO ₂	21
2.7 Pohon Akasia (<i>Cassia</i> sp).....	22
2.8 Teori Model Box	24
2.9 Metode Nilai akumulasi Konsentrasi CO ₂ (Net-CO ₂ - CO _n).....	25

2.10 Penelitian Terdahulu	27
BAB 3 METODE PENELITIAN	29
3.1 Umum	29
3.2 Kerangka Penelitian	29
3.3 Rangkaian Kegiatan Penelitian	31
3.3.1 Ide Penelitian.....	31
3.3.2 Studi Literatur	32
3.3.3 Pengumpulan Data.....	33
3.4 Pelaksanaan Penelitian	34
3.4.1 Persiapan Alat	34
3.4.2 Penelitian Pendahuluan	34
3.4.3 Penelitian Lapangan.....	34
3.5 Hasil dan Pembahasan	37
3.6 Kesimpulan dan Saran	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Tahap Persiapan Tumbuhan.....	39
4.2 Sampling Model Box.....	41
4.3 Pola Konsentrasi Karbon Dioksida.....	44
4.4 Laju Perubahan Konsentrasi CO ₂ pada Pohon Akasia dan Pohon Trembesi	45
4.5 Laju Konsentrasi CO ₂ (KCO ₂)	49
4.6 Penetapan Nilai Kumulatif Konsentrasi Karbon Dioksida (Net_CO ₂ -CO _n)	51
4.7 Uji Korelasi dan Regresi	56
4.7.1 Kelembaban Tanah dan KCO ₂	56
4.7.2 Suhu dan KCO ₂	60
BAB 5 KESIMPULAN	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
BIOGRAFI PENULIS	xxxix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Karbon	8
Gambar 2.2 Proses Fotosintesis	12
Gambar 2.3 Pohon Trembesi besar	20
Gambar 2.4 Bibit Pohon Trembesi	20
Gambar 2.5 Pohon Akasia (<i>Cassia sp</i>)	23
Gambar 2.6 Penyerupaan kotak model box.....	24
Gambar 2.7 Kurva Nilai Kumulatif Konsentrasi CO ₂	26
Gambar 3.3 Penyerupaan Kotak.....	35
Gambar 3.4 <i>Soil Tester</i>	35
Gambar 3.5 Anemometer AM-4836C.....	36
Gambar 3.6 CO ₂ meter.....	37
Gambar 4.1 (a)Tumbuhan Trembesi dan (b)Tumbuhan Akasia dalam masa aklimatisasi.....	40
Gambar 4.2 Penyerupaan Kotak.....	41
Gambar 4.3 Pengukuran CO ₂ menggunakan CO ₂ meter	44
Gambar 4.4 Perubahan Konsentrasi CO ₂ Udara pada Pohon Akasia	46
Gambar 4.5 Perubahan Konsentrasi CO ₂ Udara pada Pohon Trembesi.....	46
Gambar 4.6 Laju Konsentrasi KCO ₂ pada Pohon Trembesi dengan Kelembaban 100%.	51
Gambar 4.7 Nilai Kumulatif CO ₂ Udara pada Pohon Akasia setiap Variasi Kelembaban Tanah	53
Gambar 4.8 Nilai Kumulatif CO ₂ Udara pada Pohon Akasia setiap Variasi Kelembaban Tanah	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kontribusi Polutan dalam Emisi Kendaraan Bermotor	10
Tabel 2.2 Index Pemanasan Global Gas Rumah Kaca	10
Tabel 2.3 Daya Serap CO ₂ pada Tanaman Jenis Pohon.....	21
Tabel 4.1 Nilai Rata-Rata Pengukuran Konsentrasi CO ₂	43
Tabel 4.2 Nilai Reduksi KCO ₂ pada Pohon Trembesi pada Kelembaban Tanah 100%.	49
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Nilai KCO ₂	52
Tabel 4.4 Uji Korelasi Kelembaban Tanah terhadap Nilai KCO ₂	57
Tabel 4.5 Uji Regresi Kelembaban Tanah terhadap KCO ₂	58
Tabel 4.6 Uji Signifikansi Kelembaban Tanah terhadap KCO ₂ ..	58
Tabel 4.7 Uji Korelasi Suhu dan KCO ₂	60
Tabel 4.8 Uji Regresi Suhu terhadap KCO ₂	62
Tabel 4.9 Uji Signifikansi Kelembaban Tanah terhadap KCO ₂ ..	62
Tabel 4.10 Uji Korelasi Suhu terhadap KCO ₂ pada Tanaman Akasia.....	64
Tabel 4.11 Uji Regresi Suhu terhadap KCO ₂ pada Tanaman Akasia.....	65
Tabel 4.12 Uji Signifikansi Suhu terhadap KCO ₂ pada Tanaman Akasia.	65
Tabel 4.13 Uji Korelasi Suhu terhadap KCO ₂ pada Tanaman Trembesi.	66
Tabel 4.14 Regresi Suhu terhadap KCO ₂ pada Tanaman Trembesi.	67
Tabel 4.15 Uji Signifikansi Suhu terhadap KCO ₂ pada Tanaman Trembesi.	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A.....	xvii
LAMPIRAN B.....	xxv
LAMPIRAN C.....	xxxiii
LAMPIRAN D.....	xxxvii

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

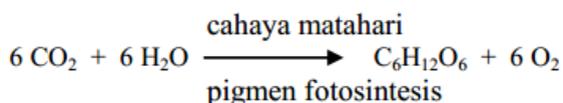
1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri dan transportasi di kota-kota besar di Indonesia yang semakin meningkat menyebabkan meningkatnya konsentrasi gas karbondioksida (CO_2) di atmosfer. Gas CO_2 memberikan kontribusi terbesar dalam pemanasan global, yaitu sebanyak 50% (Sukmawati dkk., 2015). Adanya gas karbon di udara yang semakin meningkat dalam jumlah besar dapat membentuk lapisan yang menahan panas bumi sehingga suhu udara di bumi semakin meningkat dan mengakibatkan perubahan iklim dan pergeseran musim di seluruh bumi (Lailiati, 2013). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyimpulkan bahwa temperatur udara global akibat gas rumah kaca telah meningkat $0,5^\circ\text{C}$ (1°Fahrenheit) sejak tahun 1861. IPCC juga memprediksi peningkatan temperature rata-rata global akan meningkat $1,4-5,8^\circ\text{C}$ ($2,5-10,4^\circ\text{ Fahrenheit}$) pada 2100. Kenaikan temperatur ini akan mengakibatkan dampak yang negatif bagi kehidupan di muka bumi.

Salah satu langkah strategis yang dapat dilakukan sebagai upaya untuk mereduksi polutan khususnya mereduksi kandungan CO_2 diudara adalah dengan membuat penghijauan khususnya jenis tumbuhan/pohon tertentu yang memiliki kemampuan untuk menyerap cemaran udara (Suparwoko dan Firadus, 2007). Pohon Trembesi dan pohon Akasia merupakan jenis tanaman yang sering dijumpai keberadaannya ditepi jalan sebagai tanaman pelindung jalan, ataupun ditanam di hutan-hutan kota yang memiliki kemampuan penyerapan CO_2 terbesar hingga ribuan kg/tahun. Kedua tanaman ini merupakan tanaman yang termasuk dalam keluarga polong-polongan sehingga kedua tanaman ini memiliki banyak persamaan antara lain bentuk daunnya yang berperan penting dalam proses fotosintesis yang mempengaruhi penyerapan CO_2 pada suatu tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dahlan (2008) menunjukkan bahwa trembesi merupakan tanaman yang memiliki kemampuan daya serap CO_2 yang paling tinggi yakni sebesar 28 kg/pohon/tahun sedangkan Akasia (*Cassia sp*) menduduki peringkat kedua dalam tanaman

yang memiliki daya serap CO₂ tertinggi setelah trembesi yakni sebesar 5 kg/pohon/tahun.

Proses fotosintesis yang terjadi pada tanaman akan dapat membantu menyerap karbondioksida yang terdapat diudara dan merubahnya menjadi oksigen yang bermanfaat bagi lingkungan sekitar. Ai (2012) menyebutkan bahwa fotosintesis merupakan proses sintesis karbohidrat dari bahan-bahan anorganik (CO₂ dan H₂O) pada tumbuhan berpigemen dengan bantuan energi cahaya matahari yang akan menghasilkan karbohidrat dan melepaskan oksigen. Sesuai dengan persamaan kimia sebagai berikut :



Fotosintesis dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik meliputi perbedaan antara spesies, dan pengaruh umur daun,. Sedangkan faktor lingkungan meliputi ketersediaan air, ketersediaan CO₂, pengaruh cahaya, oksigen, karbohidrat, unsur hara, air, dan temperatur (Setyanti dkk., 2013).

Laju fotosintesis juga dipengaruhi oleh faktor eksternal tumbuhan yaitu intensitas cahaya. Cahaya merupakan faktor mutlak yang diperlukan tumbuhan untuk melakukan proses fotosintesis. Menurut Maghfiroh (2017) cahaya berpengaruh terhadap perluasan atau tidak bergulungnya daun. Cahaya matahari meliputi semua warna dari spektrum tampak dari merah hingga ungu, tetapi tidak semua panjang gelombang dari spektrum tampak diserap (diabsorpsi) oleh pigmen fotosintesis, klorofil adalah pigmen yang terdapat dalam kloroplas dan memanfaatkan cahaya yang diserap sebagai energi untuk reaksi-reaksi dalam proses fotosintesis (Ningsih, 2017).

Intensitas cahaya matahari dan ketersediaan air yang berpengaruh pada kelembaban tanah akan mempengaruhi proses pertumbuhan dan fotosintesis pada tanaman. Ketersediaan air dalam tanah dipengaruhi oleh kadar air tanah pada tanaman. Faktor kelembaban tanah atau kadar air dalam tanah akan berpengaruh pada pertumbuhan diameter batang,

jumlah daun, tinggi tanaman, indeks luas daun, serta bobot kering dan bobot basah (Audiana dkk., 2016).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini akan membahas tentang Kajian Perbedaan Kelembaban Tanah terhadap Reduksi CO₂ Udara Ambien oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang timbul pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana reduksi CO₂ udara ambien oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia?
2. Bagaimanakah pengaruh jenis tanaman dan kelembaban tanah terhadap reduksi CO₂?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan besarnya reduksi CO₂ udara ambien pada Pohon Trembesi dan Pohon Akasia
2. Menentukan perbedaan jenis tanaman dan kelembaban tanah terhadap reduksi CO₂.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi :

1. Gas pencemar CO₂ dari udara ambien berasal dari emisi kendaraan bermotor dan respirasi makhluk hidup.
2. Penelitian dilakukan di lingkungan departemen Teknik Lingkungan ITS dan di *green house* selama 7 hari.
3. Tumbuhan yang digunakan pada penelitian ini adalah Pohon Trembesi dan Pohon Akasia.
4. Variabel yang digunakan adalah dua jenis tumbuhan dan variasi kelembaban air (100%, 80%, dan 60%).
5. Tumbuhan yang digunakan adalah tumbuhan yang memiliki umur yang sama, dilihat dari ketinggian masing-masing tumbuhan yang sama ($\pm 1,5$ m).
6. Pengukuran konsentrasi karbon dioksida dilakukan setiap jam selama 13 jam (06.00-18.00) dengan pengulangan 7 kali.

7. Parameter lingkungan yang dianalisis pada penelitian ini adalah suhu lingkungan dan kecepatan angin.
8. Indikator yang digunakan untuk menentukan nilai serapan tumbuhan adalah dengan perhitungan nilai kumulatif konsentrasi karbon dioksida ($\text{Net_CO}_2\text{-CO}_n$).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan agar didapatkan informasi mengenai kemampuan reduksi karbon dioksida dari berbagai jenis pohon agar dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan jenis pohon pelindung di perkotaan sebagai upaya untuk mengurangi jumlah gas rumah kaca akibat aktivitas perkotaan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

2.1.1 Definisi Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya bahan pencemar seperti debu, gas, bau atau asap kedalam atmosfer bumi yang dapat mengganggu keberlangsungan kehidupan di muka bumi (Mohamed dkk., 2015). Pencemaran udara ini dapat mengakibatkan dampak negatif bagi manusia, hewan, tumbuhan ataupun benda-benda yang ada dimuka bumi. Pencemaran udara pada manusia dapat mengganggu kesehatan manusia seperti penyakit jantung dan paru-paru, iritasi, gangguan emosi, bahkan sampai cacat mental.

Menurut Permen LH No.12 Tahun 2010 Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain kedalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan. Pencemaran udara dapat merusak kualitas udara yang disebabkan oleh berbagai sumber, baik sumber biologis maupun non biologis, antara lain : asap kendaraan bermotor, asap pabrik, limbah industri, limbah rumah tangga, dan lain-lain.

Menurut Sugiarti (2009), secara umum penyebab pencemaran udara ada dua macam yaitu sebagai berikut :

1. Faktor internal (secara alamiah) seperti: debu yang beterbangan akibat tiupan angin, abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berikut gas-gas vulkanik dan proses pembusukan sampah organik dan lain-lain.
2. Faktor eksternal (karena ulah manusia) seperti: hasil pembakaran bahan bakar fosil, debu/serbuk dari kegiatan industri dan pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara

Menurut Chandra (2006), berdasarkan struktur kimia dan penampang partikulatnya, jenis polutan terdiri dari :

1. Struktur kimia, berupa :

- a. Partikulat (debu, abu, dan logam seperti timbal, nikel, cadmium dan berilium)
 - b. Gas anorganik (NO, CO, SO₂, amonia dan hidrogen)
 - c. Gas organik (hidrokarbon, benzena, etilen, asetilen, aldehid, keton, alkohol, dan asam-asam organik)
2. Penampang partikulat, berupa : partikulat udara yang dapat melekat pada saluran pernapasan manusia sehingga berdampak kepada kesehatan.

Menurut Mukono (2006) terdapat dua jenis polutan udara yaitu sebagai berikut :

1. Polutan primer : polutan yang dihasilkan langsung dari sumber tertentu seperti :
 - a. Senyawa karbon (hidrokarbon, hidrokarbon teroksigenasi, dan karbon oksida)
 - b. Senyawa sulfur (sulfur oksida)
 - c. Senyawa nitrogen (nitrogen oksida dan amoniak)
 - d. Senyawa halogen (fluor, klorin, hidrogenklorida, hidrogen terklorinasi dan bromin)
 - e. Partikulat (dapat berupa zat padat atau suspensi aerosol cair. Bahan partikulat tersebut dapat berasal dari kondensasi, proses dispersi maupun erosi oleh bahan tertentu)
2. Polutan Sekunder : polutan yang terbentuk dari reaksi dua bahan kimia atau lebih di udara, misalnya reaksi fotokimia. Polutan sekunder memiliki sifat fisik dan sifat kimia yang tidak stabil. Proses kecepatan dan arah reaksi dipengaruhi oleh :
 - a. Konsentrasi relatif dari bahan reaktan.
 - b. Derajat fotoaktivasi.
 - c. Kondisi iklim.
 - d. Topografi lokal dan adanya embun.

2.1.2 Pengendalian Pencemaran Udara

Menurut Permen LH No.12 Tahun 2010 Pengendalian pencemaran udara adalah upaya pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara. Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan salah satunya dengan memantau atau mengukur kualitas udara, baik udara

ambien ataupun udara emisi. Pengukuran kualitas udara ambien dapat dilakukan di kawasan perumahan, kawasan industri, dan kawasan padat lalu lintas dimana di kawasan-kawasan tersebut banyak terjadi kegiatan manusia.

Menurut Samiaji (2009) dalam Protokol Kyoto yang diselenggarakan di Kyoto pada Desember 1997 menghasilkan beberapa kesepakatan yang dilakukan sebagai upaya pengendalian pencemaran udara di dunia, antara lain sebagai berikut :

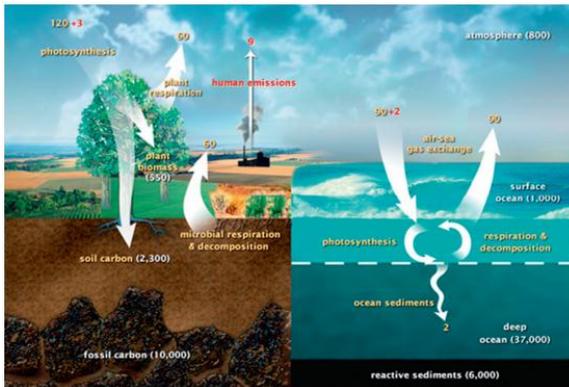
1. Implementasi Bersama (*Join Implementation*) yaitu mekanisme penurunan emisi dimana Negara-negara maju dapat mengalihkan pengurangan emisi melalui proyek bersama dengan tujuan mengurangi emisi.
2. Perdagangan Emisi (*Emission Trading*) adalah mekanisme perdagangan emisi yang hanya dapat dilakukan antarnegara industri untuk memudahkan mencapai target. Negara industri yang emisi GRK-nya dibawah batas yang diizinkan dapat enjual kelebihan jatah emisinya ke negara industri lai yang tidak dapat memenuhi kewajibannya. Namun jumlah emisi GRK yang diperdagangkan dibatasi agar Negara pembeli emisi tetap memenuhi kewajibannya.
3. Mekanisme Pembangunan Bersih (*Clean Development Mechanism-CDM*) adalah negara maju melakukan investasi dalam program pengurangan emisi atau program yang berpotensi mengurangi emisi dan/atau menyerap GRK di negara berkembang. Hasilnya akan dihitung sebagai pengurangan emisi di negara maju yang melakukan investasi tersebut. Mekanisme ini melibatkan berbagai persyaratan dan diawasi oleh sebuah badan operasional (*Executive Board*) yang ditunjuk COP. Dalam pelaksanaannya CDM adalah murni bisnis jual beli emisi.

2.2 Karbon Dioksida

2.2.1 Siklus Karbon

Karbon dihasilkan oleh berbagai tingkat organisme biologis baik hewan, manusia, tumbuhan, fungi, dan mikroorganisme pada proses respirasi (Dellasala, 2018).

Pada gambar 2.1 dibawah ini merupakan gambaran siklus karbon.



Gambar 2.1 Siklus Karbon

Sumber: Dellasala, 2018

Pada Gambar diatas dapat dijelaskan bahwa Menurut Afdal (2007) siklus karbon dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Pengikatan karbon dari atmosfer
 - Proses fotosintesis pada tumbuhan ketika adanya matahari akan mengubah karbon dioksida menjadi oksigen dan karbohidrat. Dimana oksigen tersebut akan digunakan oleh organisme lain untuk bernafas.
 - Pada permukaan laut di daerah kutub temperaturnya lebih rendah sehingga memungkinkan CO_2 lebih mudah larut.
2. Pengembalian karbon ke atmosfer
 - Proses pernafasan (respirasi) pada tumbuhan dan hewan. Kegiatan respirasi ini merupakan reaksi eksotermik dan penguraian glukosa (atau molekul organik lainnya) menjadi karbon dioksida.

- Proses pembusukan hewan dan tumbuhan. Organisme yang berperan dalam mengurai senyawa karbon pada hewan dan tumbuhan yang mati adalah jamur dan bakteri.
- Proses pembakaran material organik yang mengoksidasi karbon yang terkandung didalamnya dan menghasilkan karbon dioksida.
- Erupsi vulkanik atau ledakan gunung berapi akan melepaskan gas ke atmosfer yang termasuk uap air, karbondioksida, dan belerang.

2.2.2 Sumber-sumber CO₂

Gas CO₂ bersumber dari hasil proses pembakaran sempurna, pembakaran hutan, dan konsumsi bahan bakar fosil (BBF). Kegiatan alih fungsi lahan ke peruntukan lain seperti kebun kelapa sawit, lahan pertanian, dll telah menyumbangkan emisi CO₂ dengan jumlah yang signifikan. Begitu pula dengan konsumsi bahan bakar fosil yang terjadi sejak revolusi industri pada pertengahan tahun 1880-an telah menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) terutama CO₂ secara tajam (Ismiyati dkk., 2014).

Menurut Junaedi (2008) peningkatan emisi CO₂ dari tahun ke tahun antara lain disebabkan oleh peningkatan sumber emisi CO₂ berasal dari sektor-sektor yang sulit dibendung laju pertumbuhan emisinya emisi karbonnya. CO₂ yang berasal dari pembakaran biomassa sebagian besar dihasilkan dari sektor kehutanan melalui kegiatan alih fungsi lahan untuk berbagai keperluan. Sedangkan CO₂ yang berasal dari pembakaran Bahan Bakar Fosil (BBF) dihasilkan dari konsumsi energy oleh sector industry, transportasi, dan rumah tangga yang berkaitan dengan kegiatan pembangunan.

Menurut Lailati (2013) seiring dengan peningkatan jumlah industri, kendaraan bermotor dan berbagai kegiatan manusia yang menghasilkan emisi CO₂ menyebabkan peningkatan konsentrasi CO₂ yang signifikan yaitu sekitar 351 ppm pada tahun 1988 dan pada tahun 2005 terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ sebesar 0,085% menjadi 381 ppm. Konsentrasi CO₂

diprediksi akan terus meningkat menjadi hamper 800 ppm pada tahun 2100.

Menurut Wiyandari (2010), polutan utama hasil pembakaran kendaraan bermotor meliputi CO, hidrokarbon terutama CH₄, SO₂, NO_x dan partikulat terutama timbal. Emisi kendaraan bermotor telah diprediksikan menjadi sumber utama polusi udara di kota. Berikut Tabel 2.1 merupakan persentase kontribusi polutan dalam emisi kendaraan bermotor :

Tabel 2.1 Kontribusi Polutan dalam Emisi Kendaraan Bermotor

	Polutan	Kontribusi
1	Debu	6,90 %
2	SO ₂	78,32 %
3	NO _x	29,18 %
4	Hidrokarbon	62,62 %
5	CO	85,78%
6	CO ₂	3,90 %

Sumber: Patra, 2004

2.2.3 Dampak CO₂ bagi Lingkungan

Menurut Samiaji (2009) salah satu penghasil gas rumah kaca adalah Karbon dioksida (CO₂). Efek rumah kaca timbul karena gas rumah kaca mempunyai indeks pemanasan global atau disebut juga potensi pemanasan gas rumah kaca yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Index Pemanasan Global Gas Rumah Kaca

Jenis gas rumah kaca	Potensi pemanasan (ton CO₂ ekuivalen)
Karbon dioksida (CO ₂)	1
Metana (CH ₄)	21
Nitro oksida (N ₂ O)	310
Hydrofluorocarbon (HFCs)	500

Sumber : K LH, *Indonesia The First National Communication*, 1999

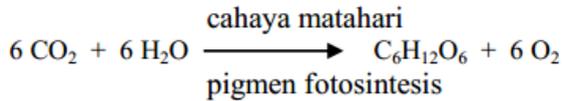
Dari data diatas, meskipun CO₂ mempunyai potensi pemanasan yang paling kecil, akan tetapi karena konsentrasinya di atmosfer yang paling besar dibanding gas rumah kaca yang lain yakni sebesar 55%, maka CO₂ inilah yang mempunyai potensi besar dalam penyebab utama pemanasan global.

Pencemaran gas karbondioksida di udara akan membentuk lapisan yang menahan panas bumi yang mengakibatkan suhu udara semakin panas dan akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim serta pergeseran musim di bumi (Lailati, 2013). IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) menyimpulkan bahwa temperature udara global akibat gas rumah kaca telah meningkat 0,6°C (1°Fahrenheit) sejak tahun 1861. IPCC juga memprediksi peningkatan temperatur rata-rata global akan meningkat 1,4-5,8°C (2,5-10,4°Fahrenheit) pada tahun 2100.

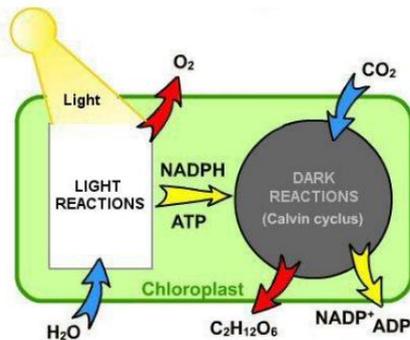
Karbondioksida dalam kondisi normal berperan sebagai regulator neraca energy bumi-atmosfer sehingga berfungsi sebagai stabiliator suhu udara. Gas karbondioksida bersama dengan gas rumah kaca lainnya mampu menjaga suhu udara agar tetap berada dalam kisaran yang nyaman bagi kehidupan (siang tidak terlalu panas dan malam tidak terlalu dingin). Namun fungsi ini mulai terdegradasi ketika konsentrasinya di atmosfer telah berubah secara signifikan dari konsentrasi normalnya. Semakin besar konsentrasi CO₂ di udara maka akan semakin banyak LWR (*Long Wave Radiation*) yang tertangkap yangbakan diikuti oleh peningkatan proporsi gelombang termal (energi panas) yang dapat diserap oleh partikel-partikel atmosfer. Dan selanjutnya akan meningkatkan suhu di bumi (Junaedi, 2008).

2.3 Proses Fotosintesis

Fotosintesis adalah proses sintesisi karbohidrat dari bahan-bahan anorganik yang terdiri dari CO₂ dan H₂O pada tumbuhan yang berpigmen dengan bantuan cahaya matahari yang akan menghasilkan energi dan oksigen yang dilepaskan ke udara (Ai, 2012). Berikut ini merupakan reaksi fotosintesis pada tumbuhan :



Da Vinci (2011) menjelaskan pada bukunya bahwa proses fotosintesis terbagi menjadi 2 tahapan proses yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang adalah reaksi yang menyerap energi cahaya matahari yang diubah menjadi energi kimia yang tersimpan di ATP dan NADPH, dan sebagai produknya adalah dihasilkan oksigen yang dilepas bebas ke udara. Sedangkan reaksi gelap merupakan lanjutan dari reaksi terang, dimana reaksi ini berlangsung pada stroma. Reaksi gelap membutuhkan enzim Rubisco untuk proses fiksasi serta energy berupa ATP dan NADH yang dihasilkan dari reaksi terang yang kemudian akan menghasilkan produk berupa glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Proses fotosintesi dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Proses Fotosintesis

Sumber : Da Vinci (2011)

2.4 Kemampuan Tanaman dalam Mereduksi CO_2

2.4.1 Peranan Tanaman dalam Mereduksi CO_2 diudara

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pemanasan global yang salah satunya diakibatkan oleh

meningkatnya konsentrasi CO₂ diudara adalah dengan melakukan penanaman kembali pada lahan-lahan yang gundul ataupun dengan pengembangan ruang terbuka hijau (RTH) di kota-kota besar dengan menanam tanaman yang memiliki daya serap polutan yang tinggi. Tanaman akan menyerap karbondioksida melalui proses fotosintesis yang akan menghasilkan oksigen untuk proses respirasi manusia dan hewan (Lailati, 2013).

Proses fotosintesis pada tumbuhan adalah proses sintesis karbohidrat dari bahan-bahan anorganik (CO₂ dan H₂O) dengan bantuan energi cahaya matahari yang akan menghasilkan energi yang berguna bagi pertumbuhan tanaman dan oksigen yang berguna bagi keberlangsungan hidup hewan dan manusia, sehingga dari adanya proses fotosintesis tersebut maka tumbuhan akan menyerap CO₂ yang ada diudara dan akan membantu mereduksi konsentrasi CO₂ diudara (Ai, 2012).

Kusmaningrum dan Gunawan (2008) menjelaskan bahwa salah satu strategi yang dapat diterapkan dalam upaya pengendalian pencemaran di ruas jalan yaitu dengan penataan dan penerapan teknologi pereduksi polusi udara dengan penataan *land scape* di ruas jalan dengan tanaman pereduksi polusi udara. Untuk memperbaiki kondisi turus (kanan-kiri) jalan perlu upaya penanaman dengan jenis tanaman yang mempunyai fungsi antara lain: penahan polusi, peneduh jalan, perbaikan iklim mikro dan penahan longsor jalan.

Menurut Stockmann (2013) tumbuhan mampu menyerap CO₂, tetapi dapat juga mengemisi CO₂ udara ambien karena daun gugur dan terdekomposisinya tanaman yang mati. Dekomposisi bagian tumbuhan yang telah mati dilakukan dengan bantuan mikroorganisme *heterotrophic* yang akan membuang CO₂ menuju ke udara ambien

Pemilihan jenis tanaman penghijauan harus mempertimbangkan fungsinya sebagai peneduh yang dapat memperbaiki iklim mikro, dan juga dapat berfungsi sebagai

penahan terhadap penyebaran polusi udara dari kendaraan. Jenis tanaman peneduh ditanam untuk tujuan penghijauan. Adapun tanaman peneduh yang ditanam di pinggir jalan raya selain berfungsi sebagai penyerap unsur pencemar secara kimiawi, juga berfungsi sebagai peredam suara baik kualitatif maupun kuantitatif (Anatari dan Sundra, 2002). Menurut Martuti (2013) hal lain yang penting untuk dipertimbangkan dalam memilih jenis tanaman adalah sebagai berikut:

- a. Penahan dan penyaring partikulat padat dari udara. Fungsi ini dilakukan oleh tajuk pohon melalui proses jerapan dan serapan, sehingga partikulat padat di udara akan berkurang. Hal ini terjadi karena partikulat padat akan terjerap (menempel) pada permukaan daun, khususnya daun yang berbulu dan permukaannya kasar. Sebagian partikulat yang lain akan terserap masuk ke dalam ruang stomata daun.
- b. Penyerap dan penjerap partikulat timbal (Pb). Kendaraan bermotor merupakan sumber utama timbal yang mencemari udara daerah perkotaan.

Pohon memiliki kemampuan untuk menghilangkan jumlah polutan udara secara signifikan, memperbaiki kualitas lingkungan dan kesehatan manusia. Pohon menghilangkan polutan gas terutama dengan penyerapan melalui stomata daun. Meskipun beberapa gas dikeluarkan melalui permukaan daun, beberapa gas yang berada didalam berdifusi ke ruang interseluler dan diserap oleh lapisan film untuk membentuk asam atau bereaksi dengan permukaan dalam daun. Pohon juga dapat menghilangkan polutan partikulat udara. Beberapa partikulat diserap kedalam pohon dan sebagian besar partikulat akan diserap dan dipertahankan dipermukaan tanaman, sering kali partikulat tersebut tersuspensi ke atmosfer dan tercuci oleh hujan sehingga jatuh ke permukaan tanah (Nowak et al., 2016).

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan dijelaskan beberapa tanaman jenis tanaman berdasarkan fungsinya antara lain :

- a. **Tanaman peneduh** adalah jenis tanaman berbentuk pohon dengan percabangan yang tingginya lebih dari 2 meter dan dapat memberikan keteduhan dan penahan silau cahaya matahari bagi pengguna jalan.
- b. **Tanaman penyerap pencemaran udara dan kebisingan** adalah jenis tanaman berbentuk pohon atau perdu yang mempunyai masa daun yang padat dan dapat menyerap pencemar udara dari gas emisi kendaraan dan kebisingan.
- c. **Tanaman jalan** adalah tanaman yang digunakan di dalam perencanaan lansekap jalan, yang mempunyai akar yang tidak merusak konstruksi jalan percabangan tidak mudah patah, dan mudah dalam pemeliharannya.
- d. **Tanaman penutup** adalah jenis tanaman penutup permukaan tanah yang bersifat selain mencegah erosi tanah juga dapat menyuburkan tanah yang kekurangan unsur hara. Biasanya merupakan tanaman perantara bagi tanah yang kurang subur sebelum tanaman yang tetap (permanen).
- e. **Tanaman penutup tanah** adalah tanaman permukaan tanah yang lebih bersifat sebagai tanaman hias.

2.4.2 Laju Penyerapan CO₂ pada Tanaman

Fotosintesis merupakan suatu proses metabolisme dalam tanaman untuk membentuk karbohidrat yang menggunakan CO₂ dari udara bebas dan air dari dalam tanah dengan bantuan cahaya matahari dan klorofil (Setyanti dkk, 2013). Proses fotosintesis pada tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik meliputi perbedaan antara spesies, pengaruh umur daun, dan pengaruh laju translokasi hasil fotosintesis. Sedangkan faktor lingkungan meliputi ketersediaan air, ketersediaan CO₂, pengaruh cahaya, serta pengaruh suhu dan temperatur (Lakitan, 2007).

Menurut Maghfiroh (2017) pertumbuhan tanaman tidak terlepas dari adanya faktor-faktor yang mempengaruhi baik dari dalam maupun faktor dari luar tumbuhan itu sendiri. Faktor dalam adalah semua faktor yang terdapat dalam tubuh tumbuhan yang

biasa disebut dengan faktor genetik. Faktor genetik tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Pengaruh umur daun

Semakin bertambahnya umur daun suatu tanaman menyebabkan penurunan pada laju fotosintesis. Kemampuan daun untuk berfotosintesis meningkat pada awal perkembangan daun kemudian mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya umur daun, bahkan kadang-kadang menurun sebelum daun tersebut berkembang penuh. Semakin mendekati warna kuning, kemampuan daun untuk berfotosintesis semakin berkurang.

Daun merupakan organ tanaman tempat berlangsungnya fotosintesis yang sering digunakan dalam parameter pertumbuhan. Dalam hubungannya dengan proses fotosintesis, luasan daun berpengaruh pada banyaknya kandungan kloroplas yang merupakan tempat terjadinya proses fotosintesis. Luas daun dinyatakan sebagai luas daun total per tanaman atau per satuan luas tanah (Setyanti dkk, 2013)

Daun merupakan tempat utama berlangsungnya fotosintesis pada sebagian besar tumbuhan. Bagian yang berwarna hijau dan buah yang belum matang memiliki kloroplas yang merupakan tempat fotosintesis pada tumbuhan warna pada daun berasal dari klorofil yang merupakan pigmen warna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Energi cahaya yang diserap klorofil inilah yang menggerakkan sintesis molekul makanan dalam kloroplas. Kloroplas ditemukan terutama dalam sel mesofil. Karbondioksida masuk kedalam daun dan oksigen keluar melalui pori mikroskopik yang disebut stomata (Campbell, 2003).

Selain faktor genetik, terdapat pula faktor eksternal yaitu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi laju fotosintesis pada tumbuhan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kelembaban Tanah

Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesis. Dalam kondisi kekurangan air, turgiditas sel penjaga stomata menurun, sehingga stomata menutup. Dengan menutupnya

stomata, serapan CO_2 sebagai bahan sintesis karbohidrat menjadi terhambat.

Intensitas cahaya matahari dan ketersediaan air dalam suatu tanah akan berpengaruh juga pada proses pertumbuhan serta proses fotosintesis pada tanaman. Ketersediaan air dalam tanah dipengaruhi oleh kadar air tanah pada tanaman. Faktor penyiraman tanaman akan berpengaruh pada pertumbuhan diameter batang, jumlah daun, tinggi tanaman, indeks luas daun, serta bobot kering dan bobot basah (Audiana dkk., 2016).

Asupan air yang cukup akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Kelebihan air bagi pertumbuhan tanaman akan menyebabkan sel-sel menjadi tumbuh secara optimal karena tekanan turgor sel meningkat disebabkan sel tumbuhan terisi penuh oleh air (Astuti dan Darmanti, 2010).

Ketersediaan air merupakan salah satu faktor penting dalam berlangsungnya proses fotosintesis pada tanaman. Apabila tanaman mendapatkan asupan air yang minimum maka stomata daun akan menutup sehingga proses masuknya CO_2 pada tanaman akan terhambat dan akan mengganggu berlangsungnya proses fotosintesis dan menghambat proses sintesis protein dan juga dinding sel (Salsbury dan Ross, 1995).

Pada kelembaban tanah yang terlalu tinggi, akan membuat kondisi tanah menjadi jenuh air pada saat memasuki fase pembuahan. Kondisi tanah yang jenuh menyebabkan pori makro dan pori mikro tertutup oleh air sehingga suplai oksigen dalam tanah menjadi berkurang. Oksigen bermanfaat untuk penyerapan air oleh akar rambut tanaman, sehingga apabila ketersediaan oksigen kurang, maka keberadaannya akan digantikan oleh karbondioksida dan nitrogen yang akan membuat proses penyerapan air akan berkurang (Amaru dkk, 2013)

2. Pengaruh cahaya

Faktor cahaya memiliki peran yang sangat penting dalam mengendalikan laju fotosintesis. Cahaya diperlukan sebagai sumber energi reaksi anabolik fotosintesis. Secara umum, fiksasi

CO₂ maksimum terjadi sekitar tengah hari yakni pada saat intensitas cahaya mencapai puncaknya. Cahaya mempengaruhi fotosintesis secara kuantitatif. Pada intensitas cahaya yang sangat rendah hasil CO₂ dari proses respirasi dapat melampaui jumlah CO₂ yang diviksasi melalui fotosintesis. Intensitas cahaya pada saat laju fiksasi CO₂ setara dengan laju pembebasan CO₂ yang disebut sebagai titik kompensasi cahaya.

Pengaruh cahaya pada proses fotosintesis sangatlah penting. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menurunkan laju fotosintesis karena adanya fotooksidasi klorofil yang berlangsung cepat, sehingga merusak klorofil. Sedangkan intensitas cahaya yang terlalu rendah akan membatasi fotosintesis dan menyebabkan cadangan makanan cenderung lebih banyak daripada disimpan. Pada intensitas cahaya yang tinggi kelembaban udara berkurang sehingga proses transpirasi berlangsung lebih cepat (Treshow, 1970).

Intensitas cahaya sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman yang tergolong muda akan membutuhkan intensitas cahaya yang rendah dan kebutuhan akan cahaya tersebut meningkat seiring dengan bertambahnya umur suatu tanaman, semakin dewasa kebutuhan cahaya yang diperlukan juga semakin tinggi (Suhardi, 1995).

2.5 Hubungan Antara Kelembaban dengan pH

Kelembaban tanah atau ketersediaan air dalam tanah juga mempengaruhi pH tanah. Menurut Karamina dkk (2017) tinggi rendahnya pH tanah akan berpengaruh pada mudah tidaknya ion-ion unsur hara yang diserap oleh tumbuhan. Derajat pH dalam tanah menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman, pada tanah dengan pH yang terlalu rendah akan mengakibatkan meningkatnya unsur-unsur yang bersifat racun pada tanaman sehingga lama kelamaan tanaman akan mati, sehingga tanah yang sehat adalah tanah dengan pH netral yaitu antara 5-7.

Pada kelembaban tanah yang terlalu tinggi, akan membuat kondisi tanah menjadi jenuh air pada saat memasuki fase pematangan. Kondisi tanah yang jenuh menyebabkan pori makro

dan pori mikro tertutup oleh air sehingga suplai oksigen dalam tanah menjadi berkurang. Oksigen bermanfaat untuk penyerapan air oleh akar rambut tanaman, sehingga apabila ketersediaan oksigen kurang, maka keberadaannya akan digantikan oleh karbondioksida dan nitrogen yang akan membuat proses penyerapan air akan berkurang (Amaru dkk, 2013).

Menurut Karamina dkk (2017) kelembaban tanah berbanding terbalik dengan kandungan pH dalam tanah jika kelembaban tanah tinggi maka pH tanah akan rendah sehingga tanah akan berada pada kondisi asam sedangkan jika kelembaban tanah sedang maka pH tanah meningkat dan tanah cenderung di kondisi netral, tinggi rendahnya pH tanah akan berpengaruh pada mudah tidaknya ion-ion unsur hara yang diserap oleh tumbuhan.

Pada kelembaban tanah yang terlalu tinggi, akan membuat kondisi tanah menjadi jenuh air pada saat memasuki fase pembuahan. Kondisi tanah yang jenuh menyebabkan pori makro dan pori mikro tertutup oleh air sehingga suplai oksigen dalam tanah menjadi berkurang. Oksigen bermanfaat untuk penyerapan air oleh akar rambut tanaman, sehingga apabila ketersediaan oksigen kurang, maka keberadaannya akan digantikan oleh karbondioksida dan nitrogen yang akan membuat proses penyerapan air akan berkurang (Amaru dkk, 2013)

2.6 Pohon Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

2.5.1 Tanaman Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

Trembesi adalah pohon yang berasal dari Amerika tropik dan kini telah tersebar diseluruh daerah tropika yang termasuk dalam keluarga kacang polong yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 (Suryowinoto, 1997). Klasifikasi tanaman Trembesi adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Classis : Magnoliopsida
Ordo : Fabales
Familia : Fabaceae
Genus : *Albizia*
Species : *Albizia saman* (Jacq.) Merr



Gambar 2.3 Pohon Trembesi

Sumber : Suryowinoto, 1997



Gambar 2.4 Bibit Pohon Trembesi

Sumber : Suryowinoto, 1997

Pohon trembesi dapat mencapai ketinggian rata-rata 30-40 m dengan lingkaran pohon sekitar 4,5 m. daun pada pohon trembesi akan melipat sekitar 1,5 jam sebelum matahari terbenam dan pada cuaca hujan, sehingga pohon ini disebut juga sebagai Pohon pukul 5. Pohon trembesi ini memiliki lebar daun sekitar 4-5 cm dan panjang daun 3-5 cm berwarna hijau tua dengan permukaan daun bagian bawah memiliki beludru yang jika dipegang terasa lembut. Pohon ini juga memiliki bunga dan buah yang berbunga pada bulan Mei dan Juni dengan panjang bunga mencapai 10 cm serta panjang buah sekitar 10-20 cm yang berwarna coklat kehitam-hitaman (Muntadhiroh, 2015). Pada

penelitian yang telah dilakukan oleh Amaru dkk (2010) kadar air yang diperlukan tanaman golongan fabaceae agar dapat optimal dalam melakukan reaksi fotosintesis dimana akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman serta daya serapnya terhadap CO₂ adalah pada kondisi kadar air 50%-100%, dimana kemampuan optimum terjadi pada kondisi kadar air sebesar 50% - 60%. Pada kondisi kadar air tersebut pohon trembesi juga mengalami kondisi pH yang netral sehingga kemampuan pertumbuhan dan proses fotosintesis pada tanaman akan berlangsung optimal (Muntadhiroh, 2015)

2.5.2 Kemampuan Tanaman Trembesi dalam Menyerap CO₂

Daun pada pohon Trembesi berfungsi sebagai organ utama fotosintesis pada tumbuhan tingkat tinggi. Fotosintesis melibatkan konversi energi cahaya, karbondioksida dan air menjadi mekanisme yang paling penting untuk menghasilkan oksigen yang dibutuhkan untuk tahap akhir respirasi selular. Respirasi selular melibatkan konversi glukosa dan gula lain menjadi senyawa fosfat berenergi tinggi, karbondioksida, dan air. Fotosintesis mencegah akumulasi karbondioksida mencapai toksiknya di atmosfer (Ningsih, 2017).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Dahlan (2008) daya serap tanaman jenis pohon dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Daya Serap CO₂ pada Tanaman Jenis Pohon

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO ₂ (kg/pohpn/tahun)
1	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28.448,39
2	Cassia	<i>Cassia sp</i>	5.295,47
3	Kenanga	<i>Canarium odoratum</i>	756,59
4	Pingku	<i>Dysoxylum excelsum</i>	720,49
5	Beringin	<i>Ficus banyamina</i>	535,9
6	Krey payung	<i>Fellicium desipiens</i>	404,83

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO ₂ (kg/pohon/tahun)
7	Matoa	<i>Pornetia pinnata</i>	329,76
8	Mahoni	<i>swetenia mahagani</i>	295,73
9	saga	<i>Adhenanthera</i>	221,18
10	Bungkur	<i>Pavoniana</i>	160,14
11	Jati	<i>Lagerstroema speciosa</i>	135,27
12	Nangka	<i>Tectona grandis</i>	126,51
13	Cassia	<i>Arthocarpus</i>	116,25
14	Sirsak	<i>Heterophyllus</i>	75,29
15	Puspa	<i>Cassia grandis</i>	63,31
16	Akasia	<i>Annona muricate</i>	48,68
17	Flamboyan	<i>Schima wallchi</i>	42,2
18	Sawo Kecik	<i>Acacia auriculiformis</i>	36,19
19	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	34,29
20	Bunga Merak	<i>Caesalpina pulcherrima</i>	30,59

Sumber : Dahlan (2008)

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa Pohon trembesi memiliki kemampuan penyerapan CO₂ yang terbesar yakni sebesar 28 kg/pohon/tahun.

2.7 Pohon Akasia (*Cassia sp*)

Pohon Akasia merupakan salah satu jenis pohon asli Asia tenggara yang sudah mengalami persebaran hingga ke Srilanka. Tanaman ini dapat tumbuh dalam bentang iklim yang lebar, akan tetapi pertumbuhan terbaik untuk tanaman ini adalah di dataran rendah dengan curah hujan yang rendah (optimum sekitar 1000 mm) dengan suhu rata-rata 20-31 °C. tanaman ini tumbuh pada ketinggian diatas 1300 m, serta tidak tahan pada suhu dibawah 10°C. Akasia menghendaki tanah lembab, drainase baik, subur dengan pH 5,5 – 7,5. Memiliki panjang daun 3-7,5 cm dan lebar daun 1-2,5 cm Jenis ini dapat tumbuh pada lahan kritis, tidak subur tapi jenis ini tidak dapat memperbaiki nitrogen.

Perakarannya dangkal sehingga mudah runtuh bila ada angin besar. Tanaman ini ditanam besar-besaran di Afrika pada tahun 1910 – 1924 (Suharnantono, 2011).

Klasifikasi tanaman Akasia adalah sebagai berikut dengan gambar pohon Akasia yang dapat dilihat pada gambar 2.5 :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Classis : Magnoliopsida

Ordo : Fabales

Familia : Fabaceae

Genus : Cassia

Species : *Cassia sp*

Nama lokal : Bombay blackwood, iron wood, kassod tree, shower, yellow cassia (Eng), Cassia (Indonesia).



Gambar 2.5 Pohon Akasia (*Cassia sp*)

Sumber : Suharnantono, 2011

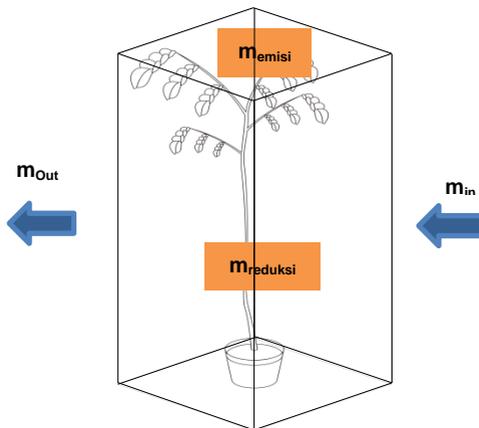
Pohon Akasia (*Cassia sp*) memiliki kemampuan penyerapan CO₂ terbesar kedua setelah pohon trembesi yakni sebesar 5 kg/pohon per tahun yang dapat dilihat pada tabel 2.3 diatas.

2.8 Teori Model Box

Menurut Cheremisinoff (1997) Teori model box dikembangkan karena model Gaussian memiliki beberapa kekurangan, antara lain :

1. Ketidakefektifan untuk memperhitungan polutan yang terakumulasi di udara selama periode waktu
2. Ketidakmampuan untuk studi disper jangka panjang karena difusi menjadi relative kurang penting daripada dengan skala besar.
3. Ketidakmampuan untuk memperhitungan interaksi nonlinier antara spesies yang berbeda akibat adanya reaksi yang berbeda.

Pada model box, ruangan box yang digunakan adalah berupa box maya dengan dimensi yang telah ditetapkan dari kecepatan angin. Ruang box (3D) yang dianalisis diserupakan dalam bentuk kotak dengan ilustrasi pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Penyerupaan kotak model box

Beberapa pendekatan yang digunakan oleh Nevers (2000) untuk analisis massa dengan model box yaitu :

1. Berlaku hukum kekekalan massa.
2. Udara didalam box teraduk sempurna, sehingga mengakibatkan konsentrasi (massa per volume) dalam box tersebut merata karena adanya emisi, serapan, *inflow*, dan *outflow* terjadi merata. Konsentrasi pada box terwakili pada pusat box.
3. Kecepatan angin merata tegak lurus pada dinding box.
4. Dimensi (L_x, L_y, L_z) box secara spasial tergantung pada arah angin (α), kecepatan angina (v), dan waktu perubahan (Δt).

Pada *box model*, terjadi hukum kekekalan massa yaitu :

$$\Delta m = m_{in} - m_{out} + m_{emisi} - m_{reduksi} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

Δm = perubahan massa didalam box untuk periode Δt .

m_{in} = massa udara yang masuk ke box dalam waktu Δt .

m_{out} = massa udara yang keluar dari box dalam waktu Δt

m_{emisi} = emisi massa udara didalam box dalam waktu Δt .

$m_{reduksi}$ = reduksi massa atau konsentrasi didalam box

dalam waktu Δt .

2.9 Metode Nilai akumulasi Konsentrasi CO₂ (Net-CO₂-CO_n)

Pengukuran fluk CO₂ dan konsentrasi CO₂ yang dilakukan oleh Isabella Van Dame dalam Santoso dan Mangkoediharjo (2012) menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ di udara ambien dinyatakan dalam satuan ppm atau ppm merupakan perbandingan antara volume CO₂ dengan volume udara ambien sesat. Laju konsentrasi perubahan CO₂ (K) adalah perbedaan konsentrasi yang terjadi untuk satu selang waktu adalah sebagai berikut dulu :

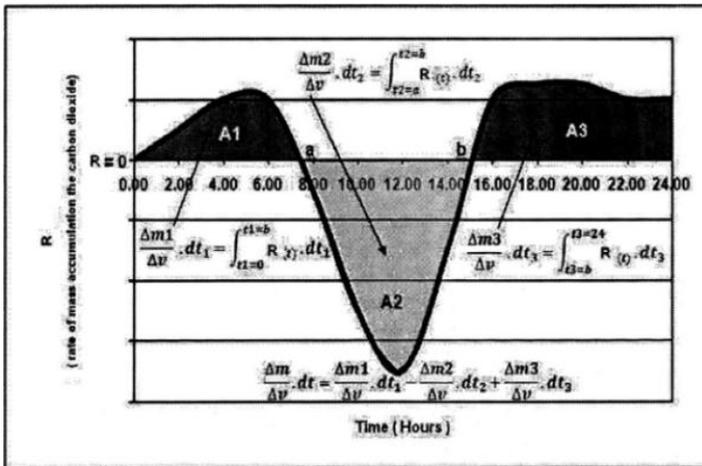
$$K = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{dC}{dt}$$

Apabila nilai K bertanda positif, artinya terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ udara ambien. Sedangkan apabila nilai K bertanda negatif artinya terjadi penurunan konsentrasi CO₂

Nilai kumulatif konsentrasi CO₂ dalam satu rentang waktu didapatkan dari integrasi terhadap waktu dari persamaan laju perubahan konsentrasi CO₂ dengan persamaan :

$$\text{Net- CO}_2\text{-CO}_n = \int K \cdot dt$$

Nilai kumulatif tersebut sama dengan luasan antar kurva K = f(t) dengan garis K=0. Berikut pada gambar 2.7 dapat dilihat kurva nilai kumulatif konsentrasi CO₂.



Gambar 2.7 Kurva Nilai Kumulatif Konsentrasi CO₂

Sumber : Santoso dan Mangkoedihardjo, 2012

Pada gambar grafik tersebut menunjukkan bahwa kurva diatas menandakan K bernilai positif yang menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi karbondioksida, sedangkan grafik dibawah menandakan K bernilai negatif yang menunjukkan bahwa adanya penurunan konsentrasi karbondioksida.

Proses reduksi massa CO₂ oleh vegetasi di ruang terbuka hijau tergantung pada intensitas cahaya matahari. Pada tengah

malam kondisi meteorologi stabil, sehingga mempengaruhi meteorologi pada CO₂ akan minim (Jacobson, 2015)

2.10 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mansur dan Pratama (2014) menyatakan bahwa kemampuan tanaman dalam menyerap CO₂ berbeda antara tanaman satu dengan tanaman yang lain. Dari penelitian ini dihasilkan bahwa penyerapan CO₂ tertinggi tercatat pada jenis Kersen (*Muntingia calaburd*) yakni rata-rata 23,92 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$, diikuti oleh jenis Bintaro (*Cerbera manghas*) 16,42 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$, Dadap Merah (*Erythrina crista-galli*) 16,38 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$ dan Trembesi (*Albizia saman*) 15,87 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$.

Daun merupakan bagian terpenting dalam proses fotosintesis dan juga merupakan bagian tanaman yang berpengaruh secara langsung terhadap daya serap CO₂ oleh tanaman. Semakin luas permukaan daun yang dimiliki oleh suatu tanaman, maka kemampuan penyerapan CO₂ pun sebagai besar (Saputra pane dkk., 2016).

Kandungan klorofil dipengaruhi oleh luasan serta umur daun dari suatu tanaman. Daun dengan umur yang lebih tua akan mengandung klorofil yang jauh lebih banyak dibanding dengan daun yang masih. Sehingga luasan daun sangat berpengaruh besar terhadap penyerapan polutan yang dimiliki oleh suatu tanaman (Muntadhiroh, 2015).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3 METODE PENELITIAN

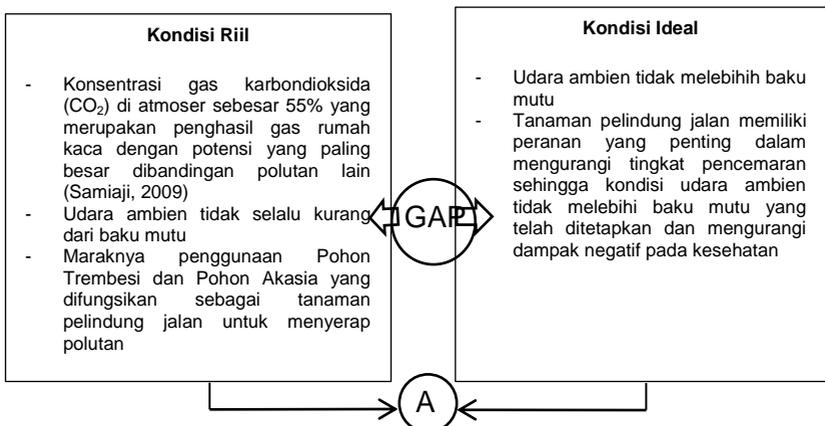
3.1 Umum

Tugas akhir ini meneliti tentang Kajian perbedaan kelembaban tanah terhadap reduksi CO₂ udara ambien oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia (*Cassia sp*). Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui reduksi CO₂ udara ambien pada Pohon Trembesi dan Pohon Akasia yang dipengaruhi oleh kelembaban tanah.

3.2 Kerangka Penelitian

Metode penelitian disusun dalam bentuk kerangka penelitian. Kerangka penelitian ini disusun secara jelas dan sistematis yang berfungsi sebagai acuan dan petunjuk penelitian agar mempermudah penulis.

Kerangka penelitian terdiri dari gap antara kenyataan dengan kondisi ideal sehingga dapat dirumuskan masalah yang akan dikaji dan penentuan serta pengumpulan data primer dan sekunder yang dilanjutkan dengan analisis data beserta pembahasan hasil penelitian, dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan serta saran dari penelitian. Kerangka alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



A



Rumusan Masalah

1. Bagaimana reduksi CO₂ udara ambien oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia?
2. Bagaimanakah pengaruh jenis tanaman dan kelembaban tanah terhadap reduksi CO₂?



Tujuan

1. Menghitung besarnya reduksi CO₂ udara ambien pada Pohon Trembesi dan Pohon Akasia
2. Menganalisis perbedaan jenis tanaman dan kelembaban tanah terhadap reduksi CO₂.



Studi Literatur

- a. Definisi pencemaran udara
- b. Pengendalian pencemaran udara
- c. Sumber-sumber pencemaran CO₂
- d. Dampak CO₂ bagi lingkungan
- e. Proses Fotosintesis
- f. Peranan tanaman dalam mereduksi CO₂ di udara
- g. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju penyerapan CO₂ pada tanaman
- h. Pohon Trembesi secara umum
- i. Kemampuan Pohon Trembesi dalam menyerap CO₂
- j. Pohon Cassia (*Cassia sp*)
- k. Teori model box
- l. Nilai konsentrasi akumulasi CO₂
- m. Penelitian terdahulu



Pengumpulan Data

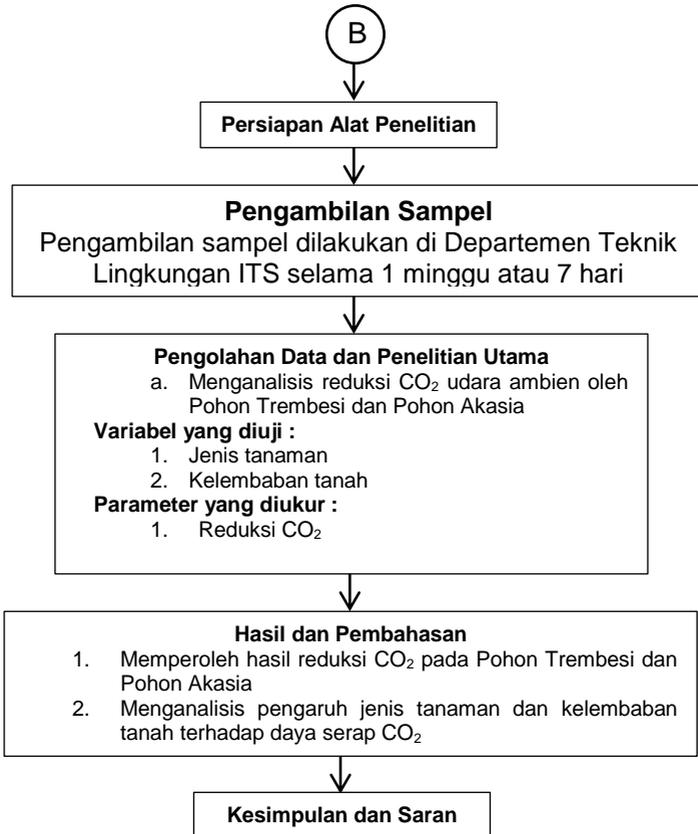


Data Primer

1. Konsentrasi CO₂ pada udara ambien
2. Suhu lingkungan
3. Kecepatan angin
4. Kelembaban tanah



B



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.3 Rangkaian Kegiatan Penelitian

Rangkaian kegiatan penelitian dijelaskan sebagai berikut :

3.3.1 Ide Penelitian

Gas karbondioksida (CO₂) merupakan polutan yang memiliki potensi besar dalam menyumbangkan gas rumah kaca di atmosfer yakni sebesar 50% (Sukmawati dkk, 2015). Adanya

gas karbon di udara yang semakin meningkat dalam jumlah besar dapat membentuk lapisan yang menahan panas bumi sehingga suhu udara di bumi semakin meningkat dan mengakibatkan perubahan iklim dan pergeseran musim di seluruh bumi (Lailiati, 2013).

Salah satu langkah strategis yang dapat dilakukan sebagai upaya untuk mereduksi polutan khususnya mereduksi kandungan CO₂ diudara adalah dengan menciptakan sabuk hijau khususnya jenis tumbuhan/pohon tertentu yang memiliki kemampuan untuk menyerap cemaran udara (Suparwoko dan Firadus, 2007). Pohon Trembesi dan pohon Akasia merupakan jenis tanaman yang sering dijumpai keberadaannya ditepi jalan sebagai tanaman pelindung jalan, ataupun ditanam di hutan-hutan kota yang memiliki kemampuan penyerapan CO₂ terbesar hingga ribuan kg/tahun. Kedua tanaman ini merupakan tanaman yang termasuk dala keluarga polong-polongan sehingga kedua tanaman ini memiliki banyak persamaan antara lain bentuk daunnya yang berperan penting dalam proses fotosintesis yang mempengaruhi penyerapan CO₂ pada suatu tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dahlan (2008) menunjukkan bahwa trembesi merupakan tanaman yang emiliki kemampuan daya serap CO₂ yang paling tinggi yakni sebesar 28 kg/pohon/tahun sedangkan Akasia (*Cassia sp*) menduduki peringkat kedua dalam tanaman yang memiliki daya serap CO₂ setelah trembesi terbesar yakni sebesar 5 kg/pohon/tahun. Potensi reduksi CO₂ udara ambien oleh tumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah pengaruh jenis tanaman serta kadar air tanah pada tumbuhan tersebut yang dapat menghasilkan daya reduksi CO₂ yang paling tinggi, sehingga diperlukan penelitian mengenai kajian perbedaan kelembaban tanah terhadap reduksi CO₂ udara ambien oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia (*Cassia sp*).

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari berbagai sumber yaitu *text book*, jurnal penelitian baik internasional maupun nasional yang berlisensi, *text*, tugas akhir, tesis, peraturan pemerintah, makalah seminar, dan *website*.

Berikut adalah literature pendukung yang digunakan dalam penelitian :

- a. Definisi pencemaran udara
- b. Pengendalian pencemaran udara
- c. Siklus Karbon
- d. Sumber-sumber pencemaran CO₂
- e. Dampak CO₂ bagi lingkungan
- f. Peranan tanaman dalam mereduksi CO₂ di udara
- g. Fotosintesis
- h. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju penyerapan CO₂ pada tanaman
- i. Pohon Trembesi secara umum
- j. Kemampuan Pohon Trembesi dalam menyerap CO₂
- k. Pohon Akasia (*Cassia sp*)
- l. Teori model box
- m. Metode Nilai Akumulasi CO₂
- n. Penelitian terdahulu

3.3.3 Pengumpulan Data

Pada penelitian tugas akhir ini pengumpulan data-data bersifat relevan dan lengkap sehingga diharapkan memperoleh hasil penelitian yang dapat mempresentasikan kondisi eksisting. Pengumpulan data disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Data-data yang dikumpulkan yaitu berupa data primer dan sekunder.

a. Data primer

Data primer dapat diperoleh melalui pengamatan, pengukuran atau sampling langsung. Berikut adalah penjelasan lebih lengkapnya :

- Konsentrasi CO₂ diperoleh dari sampling langsung yaitu dengan menggunakan alat CO₂ meter
- Suhu lingkungan yang diperoleh dari alat CO₂ meter
- Kecepatan angin menggunakan alat anemometer
- Kelembaban tanah menggunakan alat *soil tester*

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. CO₂ meter, digunakan untuk mengukur konsentrasi CO₂ udara ambien dan suhu lingkungan.
2. *Soil tester*, digunakan untuk mengukur kelembaban tanah.
3. Anemometer, digunakan untuk mengukur kecepatan angin.

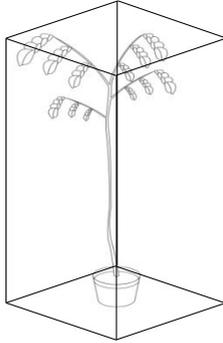
3.4.2 Penelitian Pendahuluan

1. Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan kesamaan family nya yakni termasuk dalam jenis polong-polongan. Berikut merupakan tanaman yang digunakan pada penelitian ini :
 - Pohon Trembesi yang berusia 1 tahun dengan diameter batang 1 cm (Stevanus dan Sahuri, 2014)
 - Pohon Akasia (*Cassia sp*) yang berusia 1 tahun.
2. Aklimatisasi dilakukan untuk memberikan kesempatan tumbuhan beradaptasi dengan lingkungannya yang baru. Waktu yang dibutuhkan untuk tahap aklimatisasi adalah 2 minggu.

3.4.3 Penelitian Lapangan

Dalam penelitian ini digunakan bibit Pohon Trembesi dan Pohon Akasia. Tanaman tersebut dikondisikan sesuai dengan variabel yang akan diteliti. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan 9 buah sampel Pohon Trembesi dan 9 buah Pohon Akasia dengan variasi kelembaban tanah 100%, 80%, dan 60%. Tanaman tersebut ditanam pada pot dengan ukuran diameter 30.



Gambar 3.2 Penyerupaan Kotak

2. Mengukur kelembaban tanah menggunakan *soil tester*. Yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Soil Tester

Metode pengukuran kelembaban tanah ini dilakukan dengan cara pengukuran di beberapa titik tanah secara merata dalam pot menggunakan *soil tester*, seperti yang telah dilakukan oleh (Rivaldy dkk, 2015) dalam penelitiannya mengenai pengukuran kelembaban tanah

dengan kadar air yang bervariasi menggunakan soil moisture sensor FC-28 berbasis Arduino Uno, yaitu dengan melakukan pengukuran kadar air pada 4 titik berbeda di area tanaman untuk mengetahui persebaran air pada tanah oleh tanaman tersebut, pengukuran ini dilakukan pada celah waktu 3 hingga 5 menit setelah proses penyiraman untuk memastikan air telah meresap dan menyebar secara merata pada seluruh bagian tanah dari permukaan hingga ke dasar pot.

3. Mengukur kecepatan menggunakan anemometer. anemometer yang digunakan adalah anemometer AM-4836C yang dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Anemometer AM-4836C

4. Mengukur konsentrasi karbondioksida menggunakan alat CO₂ meter
Pemilihan titik sampling dilakukan secara acak karena tidak berpengaruh terhadap konsentrasi yang terukur. Pengukuran dilakukan di titik tengah reaktor dengan pencatatan angka setiap perubahan 10 detik yang diulangi hingga 6 kali pencatatan kemudian di rata-rata. CO₂ meter yang digunakan adalah jenis Lutron tip

GC-2028. Berikut gambar CO₂ meter dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah in



© Bhinneka.Com

Gambar 3.5 CO₂ meter

Cara penggunaan alat CO₂ meter sebagai berikut :

- Koneksikan *sensor stick* pada alat
- Tekan tombol power pada alat. Tunggu hingga alat selesai melakukan *warm up* yang ditandai dengan munculnya nilai konsentrasi (ppm) dan suhu (°C).
- Tutup reactor menggunakan plastic, kemudian posisikan sensor pada titik pengukuran sedala 10 cm dari permukaan plastic.
- Alat akan mengukur setiap perubahan konsentrasi karbon dioksida selama 1 menit. Catat setiap angka yang muncul pada angka.
- Lakukan langkah yang sama pada tiap sampel.

3.5 Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh kemudian akan dianalisis dan dibahas sesuai dengan dasar teori terkait dengan penelitian terdahulu. Langkah analisis dalam penelitian hal ini adalah :

1. Membuat kurva konsentrasi CO₂ dengan fungsi waktu
2. Menghitung nilai laju konsentrasi CO₂ yang didapatkan dari deferensi persamaan kurva konsentrasi CO₂ fungsi

waktu. Nilai laju konsentrasi tersebut kemudian dibuat kurva laju konsentrasi CO_2 dan dibuat grafik laju konsentrasi CO_2 .

3. Menghitung nilai kumulatif konsentrasi CO_2 selama 7 hari yang didapatkan dari integrasi persamaan pada kurva laju konsentrasi CO_2 . Hasil perhitungan yang didapat kemudian dibuat kurva nilai kumulatif konsentrasi CO_2 (KCO_2).
4. Luasan kurva nilai kumulatif konsentrasi CO_2 setara dengan besar kemampuan tumbuhan uji dalam menyerap karbon dioksida. Sehingga dapat digunakan sebagai indikator reduksi senyawa udara ambien.
5. Membuat analisa statistika tentang ada tidaknya pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dan saran diperoleh setelah penelitian dilakukan. Berdasarkan analisis sata dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian yang kemudiandibukukan dalam laporan hasil tugas akhir dan diujikan dalam bentuk presentasi.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Persiapan Tumbuhan

Tumbuhan yang digunakan dipilih berdasarkan umur yang sama yang direpresentasikan dengan tinggi tumbuhan yang sama yakni ± 150 cm. Tumbuhan yang dipilih kemudian diaklimatisasi selama 2 minggu agar tumbuhan mampu beradaptasi dengan lingkungan yang baru sehingga dapat tumbuh dengan baik. Setiap tumbuhan ditanam dalam pot yang berdiameter 35 cm dengan media tanam berupa tanah, pupuk kandang serta sekam padi. Untuk dapat tumbuh dengan baik selama proses aklimatisasi tumbuhan disiram sehari 2 kali, yakni pagi dan sore hari. Gambar 4.1 merupakan masa aklimatisasi tumbuhan.



(a)



(b)

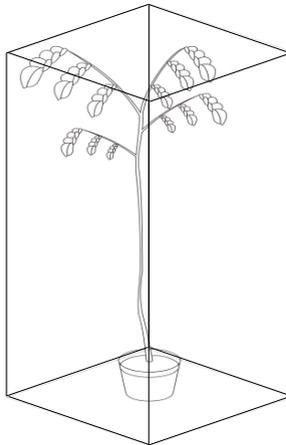
Gambar 4.1 (a) Tumbuhan Trembesi dan (b) Tumbuhan Akasia dalam masa aklimatisasi

Jumlah total tumbuhan yang diperlukan adalah 18 buah, dengan masing-masing jenis tumbuhan sebanyak 9 tumbuhan, tiap 3 tumbuhan diberikan perlakuan kelembaban tanah yang berbeda yakni 100%, 80%, dan 60%. Penentuan kelembaban tanah ini berdasarkan pada kebutuhan kelembaban tanah untuk pertumbuhan pohon trembesi dan akasia yang paling optimum adalah pada kelembaban tanah 50% - 100% pada kapasitas tanah lapang (Amaru dkk, 2013). Ketersediaan air merupakan salah satu faktor penting dalam berlangsungnya proses fotosintesis pada tanaman. Menurut Salsbury dan Ross (1995) Apabila tanaman mendapatkan asupan air yang minimum maka stomata daun akan menutup sehingga proses masuknya CO_2 pada tanaman akan terhambat dan akan mengganggu berlangsungnya proses fotosintesis dan menghambat proses sintesis protein dan juga dinding sel. Kelembaban tanah atau ketersediaan air dalam tanah juga mempengaruhi pH tanah. Menurut Karamina dkk (2017) tinggi rendahnya pH tanah akan berpengaruh pada mudah tidaknya ion-ion unsur hara yang diserap oleh tumbuhan. Derajat pH dalam tanah menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman, pada tanah dengan pH yang terlalu rendah akan mengakibatkan

meningkatnya unsur-unsur yang bersifat racun pada tanaman sehingga lama kelamaan tanaman akan mati, sehingga tanah yang sehat adalah tanah dengan pH netral yaitu antara 5-7.

4.2 Sampling Model Box

Salah satu hal yang berpengaruh pada konsep sampling model box ini adalah kecepatan angin. Pada penelitian ini dimensi untuk ruang box maya adalah 1m x 1m x 2m untuk mengukur konsentrasi penyerapan CO₂ pada tanaman trembesi dan akasia yang diteliti berdasarkan volume aktivitas tanaman trembesi dan akasia dengan tinggi ±150 cm. seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Penyerapan Kotak

Ukuran pada kotak tersebut mewakili aktivitas penyerapan CO₂ oleh tumbuhan yang akan diteliti, sehingga ukuran kotak yang diperlukan disesuaikan dengan dimensi tumbuhan tersebut, sebab dalam teori model box yang dijelaskan oleh Nevers (2000) bahwa udara didalam box akan teraduk sempurna sehingga terjadi hukum kekekalan massa dimana konsentrasi CO₂ yang terukur ditengah box merupakan resultan antara konsentrasi CO₂ yang masuk, emisi, dan konsentrasi CO₂ yang keluar.

Untuk mendapatkan maksimal kecepatan angin yang dibutuhkan dengan panjang box 1m dan dengan waktu pengukuran konsentrasi CO₂ selama 60 detik, maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$v = \text{jarak} / \text{waktu}$$

$$v = 1 \text{ m} / 60 \text{ detik} = 0,01 \text{ m/s}$$

Sehingga, pada saat pengukuran konsentrasi CO₂, kecepatan angin maksimal adalah 0,01 m/s. data kecepatan angin pada saat pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Rata-Rata Pengukuran Konsentrasi CO₂

Pukul	Blanko	Suhu (°C)	Kecepatan angin (m/s)	AKASIA			TREMBESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	400	29,1	0,0	377	374	375	374	375	377
07.00	395	30,3	0,0	358	350	354	357	348	338
08.00	380	32,3	0,0	347	346	338	331	332	331
09.00	340	33,4	0,0	330	330	331	326	326	324
10.00	341	34,8	0,0	327	322	326	321	319	320
11.00	343	34,8	0,0	318	318	316	325	324	314
12.00	331	34,5	0,0	314	315	311	311	308	307
13.00	325	34,9	0,0	315	310	303	304	301	300
14.00	322	33,7	0,0	318	314	312	312	308	310
15.00	334	32,9	0,0	314	324	316	316	312	317
16.00	332	32,3	0,0	325	323	324	327	324	326
17.00	337	31,2	0,0	332	333	333	332	330	328
18.00	361	30,5	0,0	350	335	349	352	338	339

Sumber : Hasil Penelitian

4.3 Pola Konsentrasi Karbon Dioksida

Gas CO_2 memberikan kontribusi terbesar dalam pemanasan global, yaitu sebanyak 50% (Sukmawati dkk., 2015). Adanya gas karbon di udara yang semakin meningkat dalam jumlah besar dapat membentuk lapisan yang menahan panas bumi sehingga suhu udara di bumi semakin meningkat dan mengakibatkan perubahan iklim dan pergeseran musim di seluruh bumi (Lailiati, 2013). Pengukuran konsentrasi CO_2 pada udara ambien menggunakan alat ukur konsentrasi CO_2 yaitu CO_2 meter yang menggunakan prinsip NIDR (*Non Dispersive Infrared*) sensor yang merupakan metode spektroskopi untuk mendeteksi gas. Pada gambar 4.3 dibawah ini merupakan proses pengukuran CO_2 menggunakan CO_2 meter.



Gambar 4.3 Pengukuran CO_2 menggunakan CO_2 meter

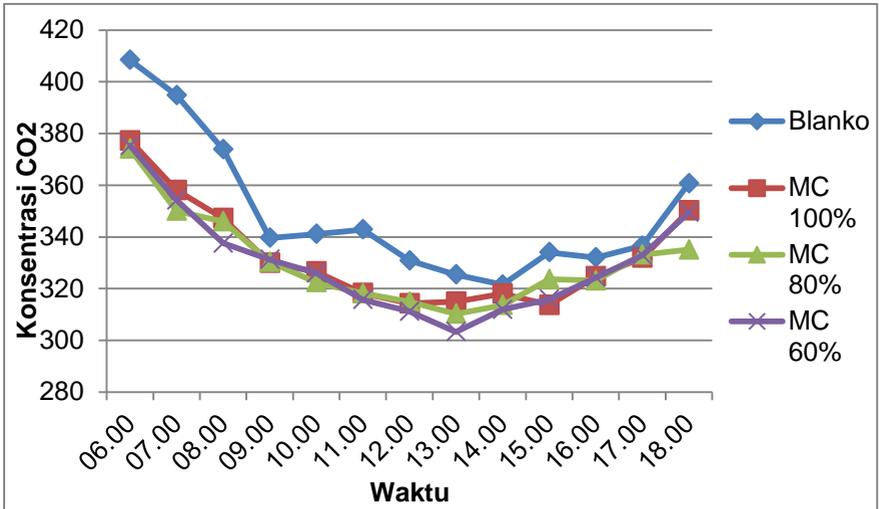
Pada penelitian ini data konsentrasi CO_2 dikumpulkan berdasarkan data seri waktu konsentrasi CO_2 selama 13 jam yang dimulai pukul 06.00 WIB hingga 18.00 WIB. Pengukuran ini dilakukan dengan pengulangan selama 7 hari dengan tujuan untuk akurasi data. Proses pengambilan data ini dilakukan selama 60 detik dengan pencatatan angka setiap 10 detik

sebanyak 6 kali kemudian dirata-rata. Pada Tabel 4.1 dapat dilihat data pengukuran rata-rata konsentrasi CO₂ selama 7 hari. Dan untuk data pengukuran konsentrasi CO₂ per hari dapat dilihat pada lampiran A.

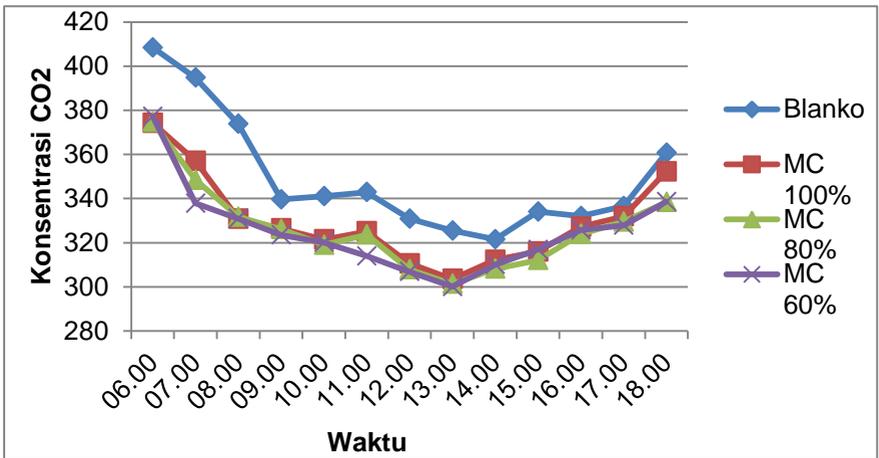
Menurut Ai (2012) Proses fotosintesis pada tumbuhan adalah proses sintesis karbohidrat dari bahan-bahan anorganik (CO₂ dan H₂O) dengan bantuan energi cahaya matahari yang akan menghasilkan energi yang berguna bagi pertumbuhan tanaman dan oksigen yang berguna bagi keberlangsungan hidup hewan dan manusia, sehingga dari adanya proses fotosintesis tersebut maka tumbuhan akan menyerap CO₂ yang ada diudara dan akan membantu mereduksi konsentrasi CO₂ diudara. Proses fotosintesis pada tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik meliputi perbedaan antara spesies, pengaruh umur daun, dan pengaruh laju translokasi hasil fotosintesis. Sedangkan faktor lingkungan meliputi ketersediaan air, ketersediaan CO₂, pengaruh cahaya, serta pengaruh suhu dan temperatur (Lakitan, 2007).

4.4 Laju Perubahan Konsentrasi CO₂ pada Pohon Akasia dan Pohon Trembesi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dahlan (2008) tentang daya serap tanaman terhadap CO₂ di udara berdasarkan perhitungan biomassa, bahwa Pohon trembesi memiliki kemampuan penyerapan CO₂ yang terbesar yakni sebesar 28 kg/pohon/tahun sedangkan tumbuhan akasia (*Cassia sp*) memiliki kemampuan penyerapan CO₂ terbesar kedua setelah pohon trembesi yakni sebesar 5 kg/pohon per tahun. Dari tabel 4.1 konsentrasi CO₂ dapat diketahui pola perubahan konsentrasi CO₂ pada pohon akasia dan pohon trembesi dengan masing-masing kelembaban tanah nya disajikan pada gambar 4.4 dan 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.4 Perubahan Konsentrasi CO₂ Udara pada Pohon Akasia



Gambar 4.5 Perubahan Konsentrasi CO₂ Udara pada Pohon Trembesi

Sumber : hasil penelitian

Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 menunjukkan pengamatan perubahan konsentrasi CO₂ yang mengalami fluktuasi, pada pagi hari konsentrasi CO₂ cenderung masih tinggi sebab intensitas cahaya matahari masih rendah sehingga proses reduksi CO₂ oleh fotosintesis pada tumbuhan pun belum mencapai titik optimal. Konsentrasi CO₂ pada pagi hari sebesar 408 ppm pada blanko, sedangkan pada pohon akasia dan pohon trembesi CO₂ tertinggi pada pagi hari sebesar 377 ppm dan konsentrasi CO₂ terendah pada saat siang hari sebesar 303 ppm pada pohon akasia dan konsentrasi CO₂ terendah pohon trembesi pada saat siang hari sebesar 300 ppm. Konsentrasi CO₂ terendah terjadi pada siang hari karena intensitas isolasi cahaya matahari terbesar pada saat tengah hari, sebab sudut datang sinar hampir vertikal, sehingga proses fotosintesis paling optimal dan penyerapan CO₂ oleh tanaman terbesar terjadi pada siang hari (Wiraatmaja, 2017).

Tinggi rendahnya nilai konsentrasi CO₂ pada pagi, siang, dan sore hari dipengaruhi oleh suhu lingkungan yang berhubungan dengan intensitas cahaya matahari yang akan mempengaruhi proses fotosintesis tanaman karena berpengaruh terhadap pembesaran dan diferensiasi sel klorofil daun (Pantilu dkk., 2012). Tidak hanya itu, perbedaan pola konsentrasi CO₂ pada siang dan malam juga disebabkan karena pada siang hari stomata daun sedang ada pada posisi terbuka sehingga memungkinkan terjadinya penyerapan polutan. Sedangkan pada malam hari tanaman melakukan respirasi dimana tumbuhan menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida sehingga proses penyerapan polutan lebih kecil.

Berdasarkan hasil penelitian yang dipaparkan melalui dua grafik diatas telah terbukti bahwa kemampuan penyerapan trembesi lebih besar daripada pohon akasia, hal ini dapat dilihat dari konsentrasi CO₂ terendah pada kedua grafik tersebut terdapat pada grafik pohon trembesi pada pukul 13.00 WIB yakni sebesar 300 ppm. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hanum and Maesen (1997) tentang studi tanaman di Asia Tenggara. Penyerapan CO₂ pada trembesi terhitung tinggi yakni rata-rata 15,87 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$, demikian pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Suwanmontri et al. (2013) tentang

penyerapan karbondioksida berbagai jenis pohon di Universitas Chulalongkorn Thailand, trembesi memiliki kemampuan penyerapan CO₂ terbesar yakni rata-rata sebesar 15,78 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$ pada waktu selang antara jam 8-10 pagi dan rata-rata harian sebesar 20,9 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$. Namun diantara kelebihan pohon trembesi yang dapat menyerap CO₂ yang tinggi serta memiliki tajuk seperti kanopi payung yang dapat memberikan naungan yang baik, memiliki batang yang kuat dan keras serta tahan terhadap serangan rayap. Pohon trembesi memiliki tipe perakaran yang dapat mengganggu dan merusak jalan. Oleh karena itu penempatan jenis pohon yang difungsikan sebagai pohon pelindung jalan harus disesuaikan dengan ukurn dan bentuk jalan sehingga tidak mengganggu dan membahayakan pengguna jalan.

Pada Gambar 4.4 dan gambar 4.5 tentang perubahan konsentrasi CO₂ diatas juga dapat menunjukkan bahwa masing – masing tanaman pada ketiga variasi kelembaban tanah 100%, 80%, dan 60%. Kemampuan penyerapan CO₂ terbesar terletak pada kelembaban tanah 60%. Menurut Salisbury dan Ross (1995) Apabila tanaman mendapatkan asupan air yang minimum maka stomata daun akan menutup sehingga proses masuknya CO₂ pada tanaman akan terhambat dan akan mengganggu berlangsungnya proses fotosintesis dan menghambat proses sintesis protein dan juga dinding sel. Menurut Karamina dkk (2017) kelembaban tanah berbanding terbalik dengan kandungan pH dalam tanah jika kelembaban tanah tinggi maka pH tanah akan rendah sehingga tanah akan berada pada kondisi asam sedangkan jika kelembaban tanah sedang maka pH tanah meningkat dan tanah cenderung di kondisi netral, tinggi rendahnya pH tanah akan berpengaruh pada mudah tidaknya ion-ion unsur hara yang diserap oleh tumbuhan. Derajat pH dalam tanah menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman, pada tanah dengan pH yang terlalu rendah akan mengakibatkan meningkatnya unsur-unsur yang bersifat racun pada tanaman sehingga lama kelamaan tanaman akan mati, sehingga tanah yang sehat adalah tanah dengan pH netral. Pada kelembaban tanah yang terlalu tinggi, akan membuat kondisi tanah menjadi jenuh air pada saat memasuki fase

pembuahan. Kondisi tanah yang jenuh menyebabkan pori makro dan pori mikro tertutup oleh air sehingga suplai oksigen dalam tanah menjadi berkurang. Oksigen bermanfaat untuk penyerapan air oleh akar rambut tanaman, sehingga apabila ketersediaan oksigen kurang, maka keberadaannya akan digantikan oleh karbondioksida dan nitrogen yang akan membuat proses penyerapan air akan berkurang (Amaru dkk, 2013).

4.5 Laju Konsentrasi CO₂ (KCO₂)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Santoso dan Mangkoedihardjo (2012) Laju konsentrasi untuk selang waktu (K) adalah perbedaan konsentrasi yang terjadi untuk selang waktu. Nilai K diperoleh dari deferensi persamaan fungsi waktu yaitu :

$$C = f(t) \dots\dots\dots (1)$$

Dan persamaa konsentrasi terhadap waktu yaitu :

$$K = \Delta C / \Delta t = dC/dt \dots\dots\dots (2)$$

Nilai KCO₂ yang bertanda negatif, menunjukkan besarnya penyerapan CO₂ oleh tumbuhan sehingga konsentrasi CO₂ di udara mengalami penurunan, sedangkan nilai KCO₂ yang bertanda positif menunjukkan adanya pelepasan CO₂ oleh tumbuhan sehingga sehingga konsentrasi CO₂ di udara semakin meningkat.

Untuk contoh perhitungan reduksi KCO₂ pada pohon trembesi dapat dilihat pada Tabel 4.2. perhitungan dilakukan dengan cara yang sama untuk data di semua hari sampling pada setiap jenis tanaman dan perlakuan terhadap kelembaban tanah.

Tabel 4.2 Nilai Reduksi KCO₂ pada Pohon Trembesi pada Kelembaban Tanah 100%.

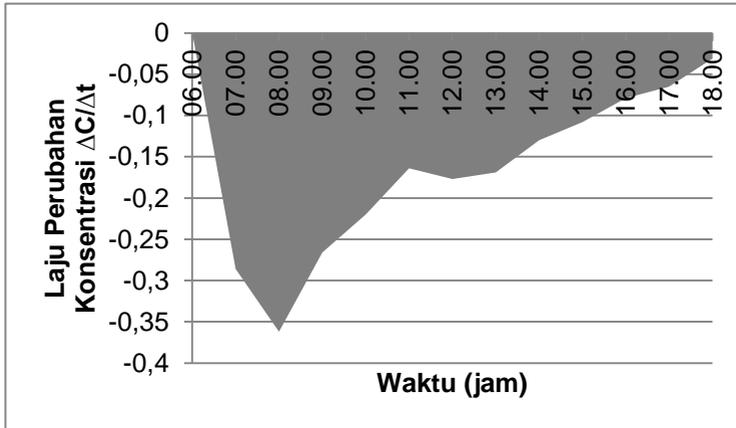
Jam	Konsentrasi CO ₂	t	$\frac{\Delta C}{(C1 - C0)}$	$\frac{\Delta t}{(t1 - t0)}$	$\Delta C / \Delta t$
06.00	374	0	0	0	0
07.00	357	60	-17	60	-0,286

Jam	Konsentrasi CO ₂	t	ΔC	Δt	$\Delta C / \Delta t$
			(C1 - C0)	(t1 - t0)	
08.00	331	120	-43	120	-0,362
09.00	326	180	-48	180	-0,266
10.00	321	240	-53	240	-0,22
11.00	325	300	-49	300	-0,164
12.00	311	360	-64	360	-0,177
13.00	304	420	-71	420	-0,169
14.00	312	480	-62	480	-0,13
15.00	316	540	-58	540	-0,108
16.00	327	600	-47	600	-0,079
17.00	332	660	-42	660	-0,065
18.00	352	720	-22	720	-0,031
CO₂ Rata-rata	330				
				Δt	60
				f(t0)	0
				f(tn)	-0,031
				$\sum_{i=1}^{n-1} (i+1) \left[\frac{f(t_0) + f(t_i)}{2} \right]$	-2,057
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{sp\ n}$	-4,114
				$f(t_0) + f(t_n) + 2 \times \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{sp\ n}$	-4,145
				KCO₂	-124,35

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk Tabel perhitungan nilai reduksi KCO₂ selanjutnya dapat dilihat pada lampiran B. Setelah didapatkan hasil dari perhitungan nilai reduksi KCO₂ selanjutnya data diplotkan ke dalam grafik seperti yang disajikan pada Gambar 4.5, pada Pohon Trembesi, sehingga dapat diketahui luasan kurva bertanda positif (+) dan negatif (-). Berdasarkan kurva tersebut maka dapat

diketahui bagaimana pola reduksi CO₂ pada Pohon Trembesi. Jika nilai CO₂ bertanda negatif (-), artinya reduksi CO₂ lebih besar dari emisi CO₂. Dan jika nilai CO₂ bertanda (+), artinya reduksi CO₂ lebih kecil dari emisi CO₂. Nilai CO₂ sama dengan nol (0) artinya proses reduksi maupun emisi CO₂ udara ambient berjalan seimbang



Gambar 4.6 Laju Konsentrasi KCO₂ pada Pohon Trembesi dengan Kelembaban 100%.

Berdasarkan 6 grafik data laju konsentrasi yang dilampirkan pada lampiran C, sebagian besar pola menunjukkan hasil dimana nilai KCO₂ bertanda negative (-) lebih besar daripada yang bertanda positif (+), hal ini menunjukkan bahwa di ke-enam sampel, reduksi CO₂ lebih tinggi dari emisi CO₂ di udara ambient.

4.6 Penetapan Nilai Kumulatif Konsentrasi Karbon Dioksida (Net_CO₂-CO_n)

Dari perhitungan nilai laju perubahan konsentrasi terhadap waktu, kemudian dilakukan integrasi terhadap waktu untuk menghasilkan nilai kumulatif konsentrasi. Nilai kumulatif CO₂ didapatkan dari perhitungan luasan kurva laju perubahan konsentrasi. Cara untuk membandingkan jenis tumbuhan dan

kondisi kelembaban tanah yang paling efektif atau memiliki laju penyerapan paling tinggi dalam mmereduksi CO₂ dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan KCO₂ pada masing-masing sampel.

Berikut ini adalah hasil perhitungan serapan CO₂ pada pohon trembesi dan pohon akasia yang ditunjukkn dengan nilai KCO₂ pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Nilai KCO₂

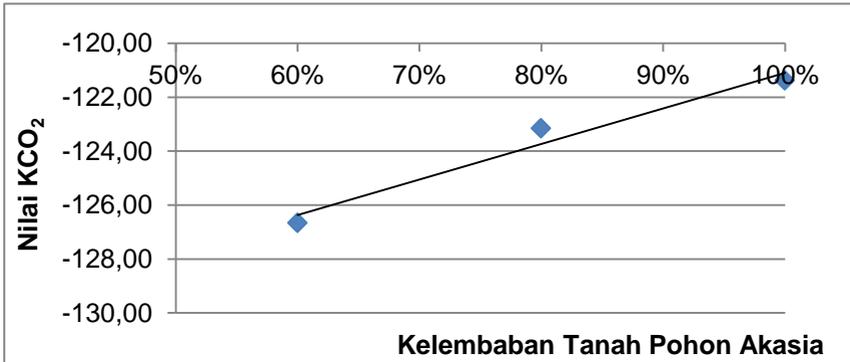
Jenis Tumbuhan	Variasi Kelembaban Tanah	KCO₂ Total	KCO₂ Tumbuhan
Trembesi	100%	-124,35	-5,64
	80%	-138,75	-20,04
	60%	-159,9	-41,19
Akasia	100%	-121,38	-2,67
	80%	-123,15	-4,44
	60%	-126,66	-7,95
Blanko	0%	-118,71	

Sumber: Hasil Perhitungan

Nilai KCO₂ didapatkan dari perhitungan luas kurva laju perubahan konsentrasi CO₂, menurut Santoso (2012) luas kurva setara dengan nilai KCO₂ total. Sehingga untuk mendapatkan nilai serapan oleh masing-masing tumbuhan dilakukan perhitungan selisih KCO₂ total dengan KCO₂ blanko. Hal ini dilakukan karena nilai pada KCO₂ blanko menunjukkan kemampuan serapan CO₂ udara ambien melalui proses difusi.

Nilai KCO₂ tersebut selanjutnya akan diplotkan dalam grafik pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.8 berikut ini. Untuk dapat menentukan tumbuhan yang memiliki laju serapan tertinggi dilakukan dengan membandingkan nilai slope pada tiap grafik yang akan menunjukkan perubahan nilai KCO₂ setiap penambahan 20% kelembaban tanah pada tiap sampel. Slope merupakan kemiringan suatu garis yang menunjukkan besar kontribusi variabel x terhadap variabel y. persamaan regresi

sederhana diperoleh menggunakan Microsoft excel dengan membandingkan nilai KCO₂ dengan kelembaban tanah.



Gambar 4.7 Nilai Kumulatif CO₂ Udara pada Pohon Akasia setiap Variasi Kelembaban Tanah

Menurut Kurniawan dan adlazim (2015) analisis regresi dengan bentuk persamaan umum regresi linier menunjukkan hubungan dua variabel $y = a + bx$. Dimana :

x = variabel bebas (independen)

y = variabel terikat (dependen)

a = nilai *intercept* (titik potong kurva terhadap sumbu Y)

b = kemiringan (*slope*) kurva linier

Dari gambar 4.6 diatas diperoleh persamaan regresi liniernya untuk pohon akasia adalah

$$y = 13,2x - 134,29$$

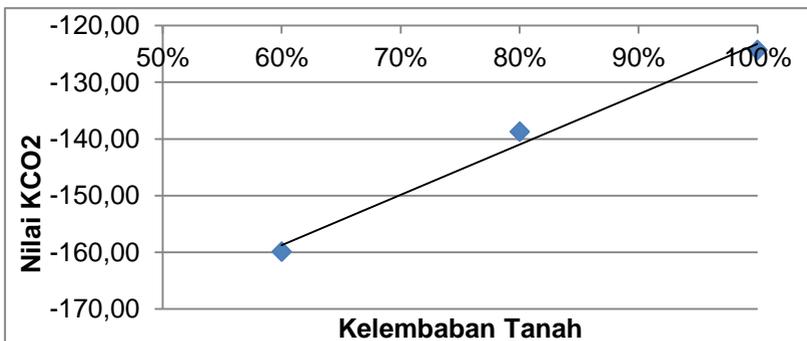
$$R^2 = 0,9651$$

Dari persamaan regresi tersebut dapat dijelaskan bahwa :

1. Persamaan y mengartikan bahwa y fungsi x , artinya bila y adalah nilai KCO₂ dan fungsi x adalah kelembaban tanah, maka nilai KCO₂ bergantung pada kelembaban tanah.

2. Nilai 13,2 disebut sebagai *slope* yang menentukan arah regresi linier. Dalam hal ini karena nilai *slope* nya positif maka menunjukkan hubungan yang positif atau searah, artinya makin tinggi nilai x maka makin besar pula nilai y nya, atau semakin tinggi kadar kelembaban tanah maka nilai KCO₂ nya juga semakin besar (menunjukkan angka positif). Namun dalam hal ini semakin besar nilai negatif dari KCO₂ maka menunjukkan nilai KCO₂ yang semakin besar, sehingga pada konsep nilai penyerapan CO₂, hubungannya dengan kelembaban tanah adalah berbanding terbalik. *Slope* ini juga menunjukkan peningkatan KCO₂ setiap penurunan kelembaban tanah, artinya setiap penurunan kelembaban tanah sebesar 20% maka nilai KCO₂ akan bertambah sebesar 13,2 ppm.
3. Nilai -134,29 disebut sebagai *intercept*. Dalam hal ini *intercept* mengartikan bahwa pada nilai x = 0, maka nilai KCO₂ sebesar -134,29 ppm.
4. Sedangkan R² atau KD (Koefisien Determinasi) menyatakan keeratan korelasi antara kelembaban tanah dengan nilai KCO₂ sebesar 0,9824 yang merupakan hasil pengakaran dari R² disebut sebagai nilai korelasi, dimana semakin mendekati angka 1 nilai korelasinya semakin kuat

Pada Gambar 4.7 dibawah ini menunjukkan grafik nilai kumulatif CO₂ pada pohon trembesi dengan variasi kelembaban tanah.



Gambar 4.8 Nilai Kumulatif CO₂ Udara pada Pohon Akasia setiap Variasi Kelembaban Tanah

Dari gambar 4.7 diatas diperoleh persamaan regresi liniernya untuk pohon akasia adalah

$$y = 88,875x - 212,1$$
$$R^2 = 0,9881$$

Dari persamaan regresi tersebut dapat dijelaskan bahwa :

1. Persamaan y mengartikan bahwa y fungsi x , artinya bila y adalah nilai KCO_2 dan fungsi x adalah kelembaban tanah, maka nilai KCO_2 bergantung pada kelembaban tanah.
2. Nilai 88,875 disebut sebagai *slope* yang menentukan arah regresi linier. Dalam hal ini karena nilai *slope* nya positif maka menunjukkan hubungan yang positif atau searah, artinya makin tinggi nilai x maka makin besar pula nilai y nya, atau semakin tinggi kadar kelembaban tanah maka nilai KCO_2 nya juga semakin besar (menunjukkan angka positif). Namun dalam hal ini semakin besar nilai negatif dari KCO_2 maka menunjukkan nilai KCO_2 yang semakin besar, sehingga pada konsep nilai penyerapan CO_2 , hubungannya dengan kelembaban tanah adalah berbanding terbalik. *Slope* ini juga menunjukkan peningkatan KCO_2 setiap penurunan kelembaban tanah, artinya setiap penurunan kelembaban tanah sebesar 20% maka nilai KCO_2 akan bertambah sebesar 8,875 ppm.
3. Nilai -212,1 disebut sebagai *intercept*. Dalam hal ini *intercept* mengartikan bahwa pada nilai $x = 0$, maka nilai KCO_2 sebesar -212,1 ppm.
4. Sedangkan R^2 atau KD (Koefisien Determinasi) menyatakan keeratan korelasi antara kelembaban tanah dengan nilai KCO_2 sebesar 0,99403 yang merupakan hasil pengakaran dari R^2 disebut sebagai nilai korelasi, dimana semakin mendekati angka 1 nilai korelasinya semakin kuat

Dari kedua grafik tersebut diketahui bahwa besar kecilnya kelembaban tanah sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan terutama proses fotosintesis pada suatu tumbuhan, apabila kelembaban tanah terlalu tinggi maka kondisi pH tanah akan cenderung asam dan apabila terlalu sedikit maka kondisi pH tanah akan terlalu basa sedangkan pH yang optimal di saat

kelembaban tanah 50%-60% dengan pH netral. Pada kelembaban tanah yang terlalu tinggi, akan membuat kondisi tanah menjadi jenuh air pada saat memasuki fase pematangan. Kondisi tanah yang jenuh menyebabkan pori makro dan pori mikro tertutup oleh air sehingga suplai oksigen dalam tanah menjadi berkurang. Oksigen bermanfaat untuk penyerapan air oleh akar rambut tanaman, sehingga apabila ketersediaan oksigen kurang, maka keberadaannya akan digantikan oleh karbondioksida dan nitrogen yang akan membuat proses penyerapan air akan berkurang (Amaru dkk, 2013)

Dari kedua kurva diatas didapatkan nilai perubahan KCO_2 tiap penurunan 20% kelembaban tanah pada masing-masing jenis tumbuhan adalah :

Akasia = 13,2 ppm

Trembesi = 88,875 ppm

Sehingga dapat diketahui bahwa jenis tumbuhan yang memiliki nilai serapan paling besar adalah pohon trembesi.

4.7 Uji Korelasi dan Regresi

4.7.1 Kelembaban Tanah dan KCO_2

Manurut Basuki (2016) Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kuatnya tingkat hubungan linier antara dua variabel. Uji korelasi akan menggabungkan dua variabel yakni variabel terikat dan variabel bebas. Variabel yang dapat diuji korelasinya adalah variabel yang bersifat kuantitatif. Variabel terikat yang diuji pada penelitian ini adalah kelembaban tanah dan jenis tanaman, namun untuk variabel jenis tanaman tidak dapat diuji korelasinya sebab jenis tanaman bersifat kualitatif dan jenis tanaman pada penelitian ini juga kurang dari 3 jenis sehingga tidak dapat diuji nilai korelasinya. Sedangkan variabel bebas pada penelitian ini adalah KCO_2 . Hasil nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Uji Korelasi Kelembaban Tanah terhadap Nilai KCO₂.

	<i>Kelembaban Tanah</i>	<i>KCO₂</i>
Kelembaban Tanah (%)	1	
KCO ₂ (ppm)	0,688488	1

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi didapatkan nilai $r_{hitung} = 0,688$ atau 69%. Untuk mengetahui apakah nilai korelasi tersebut signifikan (berpengaruh) atau tidak, maka perlu dibandingkan dengan r_{tabel} yang dihitung berdasarkan tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), db = 2, dan jumlah sampel yang digunakan adalah 42 sampel, langkah-langkah untuk menghitung r_{tabel} adalah sebagai berikut :

1. Rumus r_{tabel} adalah $r = \frac{t}{\sqrt{df+t^2}}$

Dimana :

r = Nilai r_{tabel}

t = Nilai t_{tabel}

df = Derajat bebas

- Mengitung t_{tabel} menggunakan formulasi pada Microsoft excel yaitu =TINV(α ;(n-1)), didapatkan nilai $t_{tabel} = 2,019541$
- Kemudian dicari nilai $df = n - db = 42 - 2 = 40$
- Setelah itu dimasukkan ke rumus perhitungan r_{tabel} yaitu:

$$r = \frac{t}{\sqrt{df+t^2}}$$

$$r = \frac{2,019541}{\sqrt{40+2,019541^2}} = 0,304186$$

Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka keputusannya adalah berpengaruh dan sedangkan apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka keputusannya adalah tidak berpengaruh. Dan hasil dari perhitungan data antara kelembaban tanah dengan KCO₂ menunjukkan bahwa $r_{hitung} > r_{tabel} = 0,68 > 0,304$, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa kelembaban tanah berpengaruh pada nilai KCO₂ sebesar 68%.

Selanjutnya dilakukan analisis regresi. Model regresi merupakan suatu cara formal untuk mengekspresikan dua unsur penting suatu hubungan statistik. Nilai regresi menunjukkan hubungan pengaruh satu arah yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Regresi menunjukkan suatu hubungan :

1. Suatu kecenderungan berubahnya peubah tidak bebas Y secara sistematis sejalan dengan berubahnya peubah besar X.
2. Perpencaran titik-titik di kurva hubungan statistik itu.

Hasil perhitungan uji signifikansi dan regresi dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Uji Regresi Kelembaban Tanah terhadap KCO₂.

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,688488
R Square	0,474015
Adjusted R Square	0,460865
Standard Error	13,20015
Observations	42

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.6 Uji Signifikansi Kelembaban Tanah terhadap KCO₂.

	<i>Df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	6281,114	6281,114	36,04781	4,66589E-07
Residual	40	6969,759	174,244		
Total	41	13250,87			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-193,2464	10,18413725	-18,97524	1,31412E-21
Kelembaban tanah	74,8875	12,47296987	6,003983	4,66589E-07

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

$F_{hitung} > F_{tabel}$ (berpengaruh)

$t_{hitung} > t_{tabel}$ (berpengaruh)

$df = 1, (n - 1) = (42-1) = 41$

Output tersebut menunjukkan bahwa :

R^2 (R square) = 0,474015

t_{hitung} = 6,003983

Signifikansi t = 4,66589E-07

a = -193,2464

b (β) = 74,8875

Nilai t_{tabel} dengan $df = 1 (42-1) = 41$ adalah sebesar = 2,019541. Jika kita bandingkan dengan t_{hitung} yaitu sebesar 6,003983 yang berarti bahwa t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} sehingga dapat disimpulkan bahwa kelembaban tanah berpengaruh pada konsentrasi CO_2 dengan tingkat varian sebesar 0,474015 atau sebesar 47%. Dari nilai-nilai tersebut dapat dibuat persamaan regresi konsentrasi KCO_2 terhadap kelembaban tanah sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$
$$Y = -193,2464 + 74,8875x$$

Berdasarkan persamaan regresi tersebut dapat dijelaskan bahwa :

1. Persamaan y mengartikan bahwa y fungsi x , artinya bila y adalah nilai KCO_2 dan fungsi x adalah kelembaban tanah, maka nilai KCO_2 bergantung pada kelembaban tanah.
2. Nilai 74,8875 disebut sebagai *slope* yang menentukan arah regresi linier. Dalam hal ini karena nilai *slope* nya positif maka menunjukkan hubungan yang positif atau searah, artinya makin tinggi nilai x maka makin besar pula nilai y nya, atau semakin tinggi kadar kelembaban tanah maka nilai KCO_2 nya juga semakin besar (menunjukkan angka positif). Namun dalam hal ini semakin besar nilai negatif dari KCO_2 maka menunjukkan nilai KCO_2 yang semakin besar, sehingga pada konsep nilai penyerapan CO_2 , hubungannya dengan

kelembaban tanah adalah berbanding terbalik. *Slope* ini juga menunjukkan peningkatan KCO_2 setiap penurunan kelembaban tanah, artinya setiap penurunan kelembaban tanah sebesar 20% maka nilai KCO_2 akan bertambah sebesar 74,8875 ppm.

3. Nilai -193,2464 disebut sebagai *intercept*. Dalam hal ini *intercept* mengartikan bahwa pada nilai $x = 0$, maka nilai KCO_2 sebesar -193,2464 ppm.
4. Sedangkan R^2 atau KD (Koefisien Determinasi) menyatakan keeratan korelasi antara kelembaban tanah dengan nilai KCO_2 sebesar 0,68849 yang merupakan hasil pengakaran dari R^2 disebut sebagai nilai korelasi, dimana semakin mendekati angka 1 nilai korelasinya semakin kuat.

4.7.2 Suhu dan KCO_2

Manurut Basuki (2016) Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kuatnya tingkat hubungan linier antara dua variabel. Uji korelasi akan menggabungkan dua variabel yakni variabel terikat dan variabel bebas. Variabel yang dapat diuji korelasinya adalah variabel yang bersifat kuantitatif. Variabel terikat yang diuji pada penelitian ini adalah suhu dan jenis tanaman, namun untuk variabel jenis tanaman tidak dapat diuji korelasinya sebab jenis tanaman bersifat kualitatif dan jenis tanaman pada penelitian ini juga kurang dari 3 jenis sehingga tidak dapat diuji nilai korelasinya. Sedangkan variabel bebas pada penelitian ini adalah KCO_2 . Hasil nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.7 Uji Korelasi Suhu dan KCO_2

	<i>Suhu</i>	<i>KCO₂</i>
Suhu	1	
<i>KCO₂</i>	0,14534	1

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi didapatkan nilai $r_{hitung} = 0,145$ atau 15%. Untuk mengetahui apakah nilai korelasi tersebut signifikan (berpengaruh) atau tidak, maka perlu

dibandingkan dengan r_{tabel} yang dihitung berdasarkan tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), $db = 2$, dan jumlah sampel yang digunakan adalah 42 sampel, langkah-langkah untuk menghitung r_{tabel} adalah sebagai berikut :

1. Rumus r_{tabel} adalah $r = \frac{t}{\sqrt{df+t^2}}$

Dimana :

r = Nilai r_{tabel}

t = Nilai t_{tabel}

df = Derajat bebas

2. Mengitung t_{tabel} menggunakan formulasi pada Microsoft excel yaitu =TINV(α ;(n-1)), didapatkan nilai $t_{\text{tabel}} = 2,019541$

3. Kemudian dicari nilai $df = n - db = 42 - 2 = 40$

4. Setelah itu dimasukkan ke rumus perhitungan r_{tabel} yaitu:

$$r = \frac{t}{\sqrt{df+t^2}}$$

$$r = \frac{2,019541}{\sqrt{40+2,019541^2}} = 0,304186$$

Apabila $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$ maka keputusannya adalah berpengaruh dan sedangkan apabila $r_{\text{hitung}} < r_{\text{tabel}}$ maka keputusannya adalah tidak berpengaruh. Dan hasil dari perhitungan data antara kelembaban tanah dengan KCO₂ menunjukkan bahwa $r_{\text{hitung}} < r_{\text{tabel}} = 0,145 < 0,304$, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa pengaruh suhu tidak signifikan terhadap nilai KCO₂.

Selanjutnya dilakukan analisis regresi. Model regresi merupakan suatu cara formal untuk mengekspresikan dua unsur penting suatu hubungan statistik. Nilai regresi menunjukkan hubungan pengaruh satu arah yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Regresi menunjukkan suatu hubungan :

1. Suatu kecenderungan berubahnya peubah tidak bebas Y secara sistematis sejalan dengan berubahnya peubah besar X.
2. Perpencaran titik-titik di kurva hubungan statistik itu.

Hasil perhitungan uji signifikansi dan regresi dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Uji Regresi Suhu terhadap KCO₂.

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,145342
R Square	0,021124
Adjusted R Square	-0,00335
Standard Error	1,690118
Observations	42

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.9 Uji Signifikansi Kelembaban Tanah terhadap KCO₂.

	<i>Df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2,465751	2,465751	0,863207	0,358416
Residual	40	114,26	2,856499		
Total	41	116,7257			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	30,85256	1,974983	15,62169	1,27E-18
X Variable 1	-0,01364	0,014682	-0,92909	0,358416

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

$F_{hitung} > F_{tabel}$ (berpengaruh)

$t_{hitung} > t_{tabel}$ (berpengaruh)

$df = 1, (n - 1) = (42 - 1) = 41$

Output tersebut menunjukkan bahwa :

R^2 (R square) = 0,021124

t_{hitung} = -0,92909

Signifikansi t = 0,358416

a = 30,85256

$$b (\beta) = -0,01364$$

Nilai t_{tabel} dengan $df = 1 (42-1) = 41$ adalah sebesar $= 2,019541$ Jika kita bandingkan dengan t_{hitung} yaitu sebesar $- 0,92909$ yang berarti bahwa t_{hitung} lebih kecil dari t_{tabel} sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu berpengaruh tidak signifikan pada KCO_2 dengan tingkat varian sebesar $0,02$ atau sebesar 2% . Dari nilai-nilai tersebut dapat dibuat persamaan regresi konsentrasi KCO_2 terhadap kelembaban tanah sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$
$$Y = 30,85256 - 0,01364x$$

Dari persamaan regresi tersebut dapat dijelaskan bahwa :

1. Persamaan y mengartikan bahwa y fungsi x , artinya bila y adalah nilai KCO_2 dan fungsi x adalah suhu, maka nilai KCO_2 bergantung pada suhu.
2. Nilai $-0,01364$ disebut sebagai *slope* yang menentukan arah regresi linier. Dalam hal ini karena nilai *slope* nya negatif maka menunjukkan hubungan yang negatif atau berlawanan, artinya makin tinggi nilai x maka makin rendah nilai y nya, atau semakin tinggi suhu maka nilai KCO_2 nya juga semakin menurun. Artinya pada suhu yang tinggi penyerapan KCO_2 semakin besar, artinya setiap peningkatan suhu sebesar $1^\circ C$ maka nilai KCO_2 akan menurun sebesar $-0,01364$ ppm.
3. Nilai $30,85256$ disebut sebagai *intercept*. Dalam hal ini *intercept* mengartikan bahwa pada nilai $x = 0$, maka nilai KCO_2 sebesar $30,85256$ ppm.
4. Sedangkan R^2 atau KD (Koefisien Determinasi) menyatakan keeratan korelasi antara suhu dengan nilai KCO_2 sebesar $0,021124$ yang merupakan hasil pengakaran dari R^2 disebut sebagai nilai korelasi, dimana semakin mendekati angka 1 nilai korelasinya semakin kuat.

Laju fotosintesis pada tumbuhan tropis meningkat dari suhu minimum $5^\circ C$ sampai suhu $35^\circ C$, semakin tinggi suhu semakin cepat peningkatan laju fotosintesis sehingga semakin besar pula penyerapan CO_2 nya. Namun pada tumbuhan tropis

suhu diatas 35°C menyebabkan kerusakan sementara atau permanen protoplasma yang mengakibatkan menurunnya kecepatan fotosintesis (Loveless,1991)

Untuk mengetahui jenis tanaman yang lebih peka terhadap suhu, maka perlu dilakukan uji regresi terhadap KCO₂ pada tiap tumbuhan sebagai berikut ;

a. Uji korelasi dan uji regresi suhu terhadap KCO₂ tanaman akasia.

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kuatnya tingkat hubungan linier antara dua variabel. Uji korelasi akan menggabungkan dua variabel yakni variabel terikat dan variabel bebas. Hasil perhitungan uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Uji Korelasi Suhu terhadap KCO₂ pada Tanaman Akasia.

	Suhu	KCO ₂
Suhu	1	
KCO ₂	-0,26886	1

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi didapatkan nilai $r_{hitung} = 0,26886$ atau 27% yang berarti bahwa pengaruh suhu terhadap KCO₂ pada pohon akasia sebesar 26%, sedangkan tanda negatif (-) menunjukkan bahwa suhu berbanding terbalik dengan nilai KCO₂, artinya bila suhu semakin rendah maka KCO₂ semakin tinggi atau mendekati angka positif.

Model regresi merupakan suatu cara formal untuk mengekspresikan dua unsur penting suatu hubungan statistik. Nilai regresi menunjukkan hubungan pengaruh satu arah yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Regresi menunjukkan suatu hubungan :

1. Suatu kecenderungan berubahnya peubah tidak bebas Y secara sistematis sejalan dengan berubahnya peubah besar X.
2. Perpencaran titik-titik di kurva hubungan statistik itu.

Hasil perhitungan uji signifikansi dan regresi dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.11 Uji Regresi Suhu terhadap KCO₂ pada Tanaman Akasia.

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,268861
R Square	0,072286
Adjusted R Square	0,023459
Standard Error	15,5085
Observations	21

Tabel 4.12 Uji Signifikansi Suhu terhadap KCO₂ pada Tanaman Akasia.

	<i>Df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	356,0689	356,0689	1,480453	0,238603
Residual	19	4569,756	240,5134		
Total	20	4925,824			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-121,212	66,41011	-0,66666	0,513007
X Variable 1	-2,47001	2,030025	-1,21674	0,238603

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisa regresi didapatkan nilai R² atau KD (Koefisien Determinasi) menyatakan keeratan korelasi antara suhu dengan nilai KCO₂ pada pohon Trembesi sebesar 0,072286 atau sebesar 7% yang berarti besarnya pengaruh suhu pada nilai

KCO₂ pada pohon Akasia adalah sebesar 7% serta menghasilkan persamaan regresi yaitu :

$$Y = -121,212 - 2,47001x$$

Keterangan : Y = KCO₂ dan x = suhu

Persamaan diatas menunjukkan bahwa kenaikan suhu dapat menurunkan KCO₂ sebesar 2,47001 ppm.

b. Uji regresi suhu terhadap KCO₂ pohon akasia

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kuatnya tingkat hubungan linier antara dua variabel. Uji korelasi akan menggabungkan dua variabel yakni variabel terikat dan variabel bebas. Hasil perhitungan uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Uji Korelasi Suhu terhadap KCO₂ pada Tanaman Trembesi.

	Suhu	KCO ₂
Suhu	1	
KCO ₂	-0,06528	1

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi didapatkan nilai $r_{hitung} = 0,06528$ atau 6% yang berarti bahwa pengaruh suhu terhadap KCO₂ pada pohon trembesi sebesar 6%, sedangkan tanda negative (-) menunjukkan bahwa suhu berbanding terbalik dengan nilai KCO₂, artinya bila suhu semakin rendah maka KCO₂ semakin tinggi atau mendekati angka positif.

Model regresi merupakan suatu cara formal untuk mengekspresikan dua unsur penting suatu hubungan statistik. Nilai regresi menunjukkan hubungan pengaruh satu arah yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Regresi menunjukkan suatu hubungan :

1. Suatu kecenderungan berubahnya peubah tidak bebas Y secara sistematis sejalan dengan berubahnya peubah besar X.
2. Perpencaran titik-titik di kurva hubungan statistik itu.

Hasil perhitungan uji signifikansi dan regresi dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 4.14 Regresi Suhu terhadap KCO₂ pada Tanaman Trembesi.

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,06528
<i>Regression Statistics</i>	
R Square	0,004262
Adjusted R Square	-0,04815
Standard Error	16,80103
Observations	21

Tabel 4.15 Uji Signifikansi Suhu terhadap KCO₂ pada Tanaman Trembesi.

	<i>Df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	22,95334	22,95334	0,081316	0,778608
Residual	19	5363,22	282,2747		
Total	20	5386,173			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-44,2727	71,94498	-1,68479	0,108384
X Variable 1	-0,62713	2,199215	-0,28516	0,778608

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisa regresi didapatkan nilai R² atau KD (Koefisien Determinasi) menyatakan keeratan korelasi antara

suhu dengan nilai KCO_2 pada pohon Trembesi sebesar 0,004262 atau sebesar 0,4% yang berarti besarnya pengaruh suhu pada nilai KCO_2 pada pohon Trembesi adalah sebesar 0,4% serta menghasilkan persamaan regresi yaitu :

$$Y = -44,2727 - 0,62713x$$

Keterangan : Y = KCO_2 dan x = suhu

Persamaan diatas menunjukkan bahwa kenaikan suhu dapat menurunkan KCO_2 sebesar 0,62713 ppm.

Berdasarkan hasil analisis pengaruh suhu terhadap nilai KCO_2 pada pohon trembesi dan pohon akasia, nilai regresi dan koefisien suhu pada tanaman akasia lebih besar dari nilai regresi pada tanaman trembesi, sehingga dapat disimpulkan bahwa pohon akasia lebih peka terhadap perubahan suhu daripada pohon trembesi.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai KCO_2 pada pohon trembesi dengan variasi kelembaban tanah 100%, 80%, dan 60% adalah sebagai berikut :

- KCO_2 pada kelembaban 100% = -5,64 ppm
- KCO_2 pada kelembaban 80% = -20,04 ppm
- KCO_2 pada kelembaban 60% = -41,19 ppm

Sedangkan Nilai KCO_2 pada pohon akasia dengan variasi kelembaban tanah 100%, 80%, dan 60% adalah sebagai berikut :

- KCO_2 pada kelembaban 100% = -2,67 ppm
- KCO_2 pada kelembaban 80% = -4,44 ppm
- KCO_2 pada kelembaban 60% = -7,95 ppm

Nilai penyerapan CO_2 (KCO_2) pada pohon trembesi lebih besar daripada nilai KCO_2 pada pohon akasia.

2. Kelembaban tanah yang paling optimum dalam menyerap CO_2 adalah pada kelembaban 60%, sebab kemampuan optimum penyerapan CO_2 terjadi pada kondisi kadar air sebesar 50% - 60%. Kondisi pH netral pada pohon trembesi dan pohon akasia juga terjadi pada kadar air tersebut sehingga dapat mengoptimalkan kemampuan pertumbuhan dan proses fotosintesis pada tanaman.

5.2 Saran

Penyerapan CO_2 oleh pohon trembesi lebih besar dari penyerapan CO_2 oleh pohon akasia yang dapat dilihat dari nilai KCO_2 menggunakan metode perhitungan nilai akumulasi konsentrasi CO_2 ($Net-CO_2-CO_n$) dan metode pengambilan sampel dengan model box. Namun pohon trembesi dan pohon akasia memiliki beberapa kekurangan, diantara kekurangan pada pohon trembesi adalah perakarannya yang sangat meluas sehingga nantinya akan dapat merusak jalan dan bangunan

disekitarnya, sedangkan untuk kekurangan dari pohon akasia adalah perakarannya yang dangkal sehingga mudah runtuh bila ada angin besar. Dan untuk kekurangan sampling model box adalah kesulitan dalam memenuhi kecepatan angin yang dibutuhkan dalam dimensi yang telah ditentukan, sehingga diperlukan adanya penelitian dan kajian lagi mengenai penyerapan CO₂ pada tumbuhan dan metode lain agar dapat menunjang penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal. 2007. "Siklus Karbon dan Karbon Dioksida di Atmosfer dan Samudera". **Oseana**. XXXII(2), 29-41
- Ai, N. 2012. "Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan". **Jurnal Ilmiah Sains**, 12(1), 28-34.
- Amaru, K., Suryadi, E., Bafdal, N., dan Asih, P. 2013. "Kajian Kelembaban Tanah dan Kebutuhan Air pada Beberapa Varietas Hibrida DR UNPAD". **Jurnal Keteknik Pertanian**. 1 (1).
- Antari, A., dan Sundra, I., K. 2002. "Kandungan Timah Hitam (Plumbum) pada Tanaman Peneduh Jalan di Kota Denpasar". Universitas Denpasar.
- Astuti, T. dan S. Darmanti. 2010. "Perkembangan Serat Batang Rosella (*Hibicus sabdariffa* var. *Sabdariffa*) dengan Perlakuan Naungan dan Volume Penyiraman yang Berbeda". **Buletin Anatomi dan Fisiologi**. Vol. XVIII (2). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Audiana, N.M., Maaxiselly, Y., dan Rosniawaty, S. 2016. "Pengaruh Kerapatan Naungan dan Frekuensi Penyiraman terhadap bibit kemiri sunan (*Reutalis trisperma* (Blanco) airy shaw)". **Jurnal Kultivasi**. Vol 15(2).
- Basuki, A.T. 2016. **Pengantar Ekonometrika**. Danisa Media. Yogyakarta.
- Campbell, N. A., Reece, J. B dan Mitchell, L.G. 2003. **Biologi Edisi kedua Jilid 2**. Jakarta: Erlangga.
- Chandra, B., 2006. **Pengantar Kesehatan Lingkungan**. EGC, Jakarta.

- Cheremisinoff, P.N. 1997. **Air Pollution Control and Design for Industry**. Marcel Dekker.
- Dahlan, E.N. 2008. "Jumlah Emisi Gas CO₂ dan Pemilihan Jenis Tanaan Budaya Sorot Sangat Tinggi Studi Kasus Di Kota Bogor". **Media Konservasi**. 13(2), pp. 85-89.
- Da Vinci, L. 2011. **Photosynthesis and Respiration**. Lifelong Learning Programme. New York.
- Dellasala, D.A. 2018. "*The Carbon Cycle and Global Change : Too Much of a Good Thing*". **Journal of Anthropocene**. United States.
- Hanum, F.I., & L.J.G van der Maesen. 1997. "*Plant Resource of South-East Asia (PROSEA) No 11 Auxiliary Plants*". Backhuys Publisher. Leiden.
- IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), 2005. **Carbondioxide capture and storage**.
- Ismiyati, Marlita, D., & Saidah, D. 2014. "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor". **Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik**, 01(03)
- Junaedi, A. 2008. "Kontribusi Hutan sebagai Rosot Karbondioksida". **Info Hutan**, V(1), pp. 1-17.
- Katul, G.,Manzoni,S., Palmroth, S., dan Oren, R. 2010. "*A Stomatal Optimization Theory to Describe the Effects of Atmospheric CO₂ on Leaf Photosynthesis and Transpiration*". **Annals of Botany**, 105, hal : 431-442.
- Karamina, H., Fikrinda, W., dan Murti, A.T. 2017. "Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah terhadap Nilai pH Tanah di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (Psidium guajawa l.) Bumiaji, Kota Batu" **Jurnal Kultivasi**. 16(3).
- KLH. 1999. **The First National Communication**.

- Kusminingrum, N., dan Gunawan, 2008. "Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali". **Jurnal Jalan-Jembatan**, 25 (3), pp. 314-326
- Lailiati, M. 2013. **Kemampuan Rosot Karbondioksida 15 Jenis Tanaman Koleksi di Kebun Raya Bogor**. Vol.16. Bogor: Widyariset.
- Lakitan, B. 2007. **Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Cetakan Pertama**. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Laksono, B.A dan Damayanti, A. 2014. "Analisis Kecukupan Jumlah Vegetasi dalam Menyerap Karbon Monoksida (CO) dari Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Ahmad Yani Surabaya". **Conference Paper**.
- Loveless, A.R. 1991. **Principles of Plant Biology for the Tropics**. Logman Group Limited.
- Maghfiroh, J. 2017." Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Tanaman". **Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi**, pp. 51-58. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mansur, M dan Pratama, B. A. 2014. "Potensi Serapan Gas Karbondioksida (CO₂) pada Jenis-Jenis Pohon Pelindung Jalan". **Jurnal Biologi Indonesia**. 10 (2), pp. 149-158.
- Martuti, N.K.T. 2013. **Peranan Tanaman terhadap Pencemaran Udara di Jalan Protokol Kota Semarang**. Universitas Negeri Semarang. Semarang. Jawa Tengah.
- Mohamed, R. A., Teong, L., & Dahlan, I. 2015. **Pengenalan kepada Pencemaran Udara**. Malaysia: Universiti Sains Malaysia Press.
- Mukono, 2006. **Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan**. Airlangga University Press, Surabaya.

- Muntadhiroh, C. 2015. **Karakteristik Anatomi dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr) di Ruas Jalan Kota Malang sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb)**. Malang.
- Nevers, N.D. 2000. **Air Pollution Control Engineering**. Mc Graw Hill. New York.
- Ningsih, W. R. 2017. "Laju Fotosintesis dan Kandungan Pb Daun Pucuk Merah". **Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi**. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nowak, D., J., Crane, D., E., Stevens, J., C., 2006. "*Air Pollution Removal by Urban Trees and Shrubs in the United States*". **Urban Forestry dan Urban Greening**. Vol. 4, pp.115-123
- Nugroho, K. W., & Yuliasmara, F. 2012. "Penggunaan Metode Scanning untuk Pengukuran Luas Daun Kakao". 24(1).
- Pantilu, L. Ibnu, K. dan Khalif, A ,P. 2012. "Respon Morfologi dan Anatomi Kecamba Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap Intensitas Cahaya yang Berbeda". **Jurnal Biologi**.2(2). Manado.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang **Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah**.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03/PRT/M/2014 tentang **Pedoman Perencanaan, Penyediaan, dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan**.
- Peraturan Pemerintah No.4 Tahun 2001 Tentang **Pengendalian Kerusakan dan atau Pencemaran Lingkungan Hidup yang Berkaitan dengan Kebakaran Hutan atau Lahan**.
- Rivaldy, W.P., Hardianeta, S., Chairunnas, A. 2015. **Pengukuran Variasi Kelembaban Tanah menggunakan Soil**

Moisture Sensor FC-28 berbasis Arduino Uno.
Universitas Pakuan.

- Rivan, H. 2015. **Identifikasi Penyerapan Timbal (Pb) Di Udara Ambien Oleh Pohon Kiacret (*Spathodea Campanulata. P*), Pohon Pucuk Merah (*Syzygium Oleana.L*) Dan Pohon Damar (*Agathis Damara.L*).** Pasundan.
- Salisbury, F.B dan C.W Ross. 1995. **Fisiologi Tumbuhan Jilid 3.** Penerbit ITB: Bandung.
- Santoso, I.B. dan Sarwoko. M. 2012. "*Time Series of Carbon Dioxide Concentration in the Ambient Air to Determine Greenspace Area*". **International Journal of Academic Research.** Vol 4(6). pp 224-229.
- Saputra pane, Mhd., Yoza, D., Sulaeman, dan Rudianda. 2016. "Potensi Serapan Kanrbondioksida (CO₂) pada Pohon Peneduh di Jalan Soekarno Hatta Kota Pekanbaru". **Jom Faperta UR.** 3 (2).
- Setyanti, Y., Anwar, S., & Slamet, W. 2013. "Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Alfafa (*Medicago sativa*) pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda" . **Animal Agriculture Journal.** (Vol. 2). Semarang.
- Stevanus, T.C. dan Sahuri. 2014. "Potensi Peningkatan Karbon di Perkebunan Karet Smebawa, Sumatera Selatan". **Widyariset.** 17 (3): 363-372.
- Suhardi. 1995." *Effect of Shading Mycorrizha Inoculated and Organic Matter in the Growth of Hope gregaria Seedling*". **Buletin Penelitian Fahutan UGM Yogyakarta.** 28 :18-27.
- Suharnantono, H. 2011. **Monitoring dan Evaluasi Jenis Tanaman Rimba Eksotik di KPH Kendal.** Jakarta.

- Sukmawati,T.,Fitrihidarjati, H., & Indah, N. K. 2015. "Penyerapan Karbon Dioksida pada Tanaman Hutan Kota di Surabaya". **LenteraBio**. Surabaya
- Suparwoko dan Firdaus. 2007. "Profil Pencemaran Udara Kawasan Perkotaan Yogyakarta : Studi Kasus di Kawasan Malioboro, Kridosono, dan UGM Yogyakarta".. **Jurnal LOGIKA**, 4,pp. 54-63.
- Sugiarti, 2009. "Gas Pencemar Udara dan Pengaruhnya bagi Kesehatan Manusia". **Jurnal Chemica**. Vol. 10, pp. 50-5.
- Suryowinoto. 1997. **Flora Eksotika Tanaman Peneduh**. Yogyakarta : Kanisius.
- Suwonmontri, C., Kositanont, C., & Panich, N. 2013. "*Carbon Dioxide Absorption of Common Trees in Chulalongkorn University*". **Modern Applied Science**. Canadian Center of Science and Education. 7(3) : 1-7.
- Toni, S. 2008. "Analisis trend emisi CO₂, CH₄, N₂O di wilayah Indonesia. Studi Kasus Pemakaian Energi (1990-2005)". **Prosiding Seminar Nasional Polusi Udara dan Ozon**. LAPAN. ISBN 9-793-68892-0. Bandung.
- Treshow,M. 1970. **Environment and Plant Respon**t. Mc Graw Hill Company, New York.
- Wiraatmaja, W. 2017. "Suhu, Energi Matahari, dan Air dalam Hubungan dengan Tanaman". Denpasar.
- Wiyandari, M., 2010."Hubungan Volume Kendaraan terhadap Konsentrasi Polutan NO_x di Udara". Universitas Indonesia, Depok.

LAMPIRAN A

HASIL PENGUKURAN KONSENTRASI CO₂ SELAMA 7 HARI

Tabel LA. 1 Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂ Hari Ke-1

Jum'at, 12 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMBESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	0	29	400	377	368	356	378	372	370
07.00	0	31,4	402	365	339	333	378	369	334
08.00	0	34,4	376	362	332	319	320	321	319
09.00	0	35,5	315	324	340	310	311	318	328
10.00	0	37,6	358	327	329	308	310	301	312
11.00	0	37,3	409	319	297	306	306	304	301
12.00	0	37	320	313	303	300	317	304	305
13.00	0	35,6	311	313	306	301	297	301	303
14.00	0	35,1	308	313	307	309	301	298	299
15.00	0	33,9	311	315	317	310	301	304	307
16.00	0	33,3	333	318	311	306	311	318	305
17.00	0	32,1	319	332	319	315	322	319	327

Jum'at, 12 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMRESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
18.00	0	31,2	350	353	319	319	325	340	334

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel LA. 2 Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂ Hari Ke-2

Sabtu, 13 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMRESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	0	29	372	370	382	387	372	368	368
07.00	0	31,4	370	351	359	379	375	343	329
08.00	0	34,4	390	334	341	329	322	323	326
09.00	0	35,5	340	321	315	324	321	320	319
10.00	0	37,6	355	318	324	330	316	312	319
11.00	0	37,3	365	314	309	297	300	294	295
12.00	0	37	306	297	312	299	296	292	287
13.00	0	35,6	309	299	292	284	283	283	281
14.00	0	35,1	322	307	311	308	296	293	303
15.00	0	33,9	364	301	323	310	312	295	305

Sabtu, 13 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMBESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
16.00	0	33,3	316	313	312	316	314	299	300
17.00	0	32,1	304	309	327	334	338	320	309
18.00	0	31,2	387	350	317	317	338	320	312

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel LA. 3 Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂ Hari Ke-3

Minggu, 14 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMBESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	0	29	441	367	372	384	367	374	369
07.00	0	31,4	437	355	359	371	355	367	346
08.00	0	34,4	436	347	365	340	331	326	328
09.00	0	35,5	347	303	309	342	322	316	323
10.00	0	37,6	321	316	304	320	320	319	309
11.00	0	37,3	298	303	298	297	292	291	292
12.00	0	37	315	301	302	291	297	294	286
13.00	0	35,6	306	302	303	299	294	295	300

Minggu, 14 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMBESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
14.00	0	35,1	304	302	302	308	304	306	300
15.00	0	33,9	319	297	319	298	290	294	307
16.00	0	33,3	307	313	323	312	315	310	313
17.00	0	32,1	342	322	339	345	336	331	324
18.00	0	31,2	427	356	344	359	350	349	344

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel LA. 4 Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂ Hari Ke-4

Rabu, 16 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (oC)	Blanko	AKASIA			TREMBESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	0	29,3	398	368	374	384	374	375	384
07.00	0	30,8	395	365	354	359	339	332	344
08.00	0	32,8	381	330	350	346	329	343	342
09.00	0	35,6	324	324	324	332	322	321	316
10.00	0	36,9	314	317	311	320	317	328	338

Rabu, 16 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (oC)	Blanko	AKASIA			TREMRESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
11.00	0	36,9	319	315	349	329	407	406	342
12.00	0	37,3	329	307	307	306	310	308	309
13.00	0	36,1	301	311	302	305	312	302	292
14.00	0	34,5	308	314	306	314	316	314	310
15.00	0	33,5	298	315	320	312	327	317	324
16.00	0	32,7	311	333	331	344	342	333	333
17.00	0	31,6	315	322	346	333	317	323	324
18.00	0	31,1	329	352	327	329	339	329	335

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel LA. 5 Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂ Hari Ke-5

Jum'at, 18 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMRESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	0	29,3	388	399	369	360	378	381	385
07.00	0	28,3	390	346	341	350	349	344	337

Jum'at, 18 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (°C)	Blanko	AKASIA			TREMRESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
08.00	0	28,3	361	346	350	352	331	334	333
09.00	0	28,5	342	346	337	342	337	344	328
10.00	0	30,7	345	346	336	329	332	324	327
11.00	0	30,8	349	327	328	331	327	331	333
12.00	0	29	362	337	340	333	328	332	339
13.00	0	35,8	369	333	330	311	322	313	316
14.00	0	30,3	339	333	327	314	333	329	324
15.00	0	29,9	329	332	329	318	321	321	325
16.00	0	29,6	348	338	329	333	324	326	335
17.00	0	28,5	353	345	338	339	333	357	352
18.00	0	27,3	343	338	345	393	386	349	349

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel LA. 6 Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂ Hari Ke-6

Sabtu, 19 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (oC)	Blanko	AKASIA			TREMRESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	0	28,8	386	379	376	378	378	377	386
07.00	0	29	383	361	348	344	358	345	342
08.00	0	31,5	353	352	342	340	343	337	338
09.00	0	32,3	345	342	348	336	335	333	324
10.00	0	32,2	361	332	321	348	326	322	313
11.00	0	32,6	332	320	322	327	322	319	318
12.00	0	32,4	359	320	316	332	310	314	309
13.00	0	33,8	359	321	319	311	303	306	300
14.00	0	33,2	326	332	320	314	312	300	313
15.00	0	32,6	377	310	329	332	328	335	327
16.00	0	32,4	358	331	321	327	343	357	368
17.00	0	31,2	362	349	340	325	327	329	332
18.00	0	30,9	330	345	356	374	372	351	366

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel LA. 7 Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂ Hari Ke-7

Minggu, 20 Oktober 2018									
Pukul	Kecepatan Angin (m/s)	Suhu (oC)	Blanko	AKASIA			TREMRESI		
				100%	80%	60%	100%	80%	60%
06.00	0	29,2	415	381	377	378	373	376	378
07.00	0	29,5	387	364	350	343	345	339	333
08.00	0	30,5	365	360	342	338	340	339	331
09.00	0	30,7	365	350	339	332	337	331	326
10.00	0	30,8	333	329	331	327	328	328	322
11.00	0	31,2	329	329	324	324	321	320	317
12.00	0	31,5	326	324	324	317	317	311	314
13.00	0	31,7	324	325	318	311	314	310	308
14.00	0	32,5	344	324	321	316	323	317	322
15.00	0	32,9	340	325	329	332	332	318	323
16.00	0	31,8	352	325	335	331	342	324	326
17.00	0	31	361	344	323	340	351	328	328
18.00	0	30,8	359	357	337	355	357	330	331

Sumber : Hasil Pengukuran

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN LAJU PERUBAHAN KONSENTRASI

Tabel LB. 1 Pohon Akasia Kelembaban 100%

Jam	Konsentrasi CO ₂	T	$\frac{\Delta C}{(C_1 - C_0)}$	$\frac{\Delta t}{(t_1 - t_0)}$	$\Delta C / \Delta t$
06.00	377	0	0	0	0
07.00	358	60	-19	60	-0,32
08.00	347	120	-30	120	-0,251
09.00	330	180	-47	180	-0,263
10.00	327	240	-51	240	-0,212
11.00	318	300	-59	300	-0,197
12.00	314	360	-63	360	-0,175
13.00	315	420	-62	420	-0,149
14.00	318	480	-59	480	-0,124
15.00	314	540	-64	540	-0,118
16.00	325	600	-53	600	-0,088
17.00	332	660	-45	660	-0,069
18.00	350	720	-27	720	-0,038
CO₂ Rata-rata	333				
				Δt	60
				$f(t_0)$	0
				$f(t_n)$	-0,038
				$\sum_{i=1}^{n-1} (i+1) \cdot [f(c_i)]$	-2,004
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{i=1}^{n-1} 1$	-4,008
				$f(t_0)+f(t_n)+2 \times \sum_{i=1}^{n-1} 1$	-4,046
				KCO₂	-121,38

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel LB. 2 Pohon Akasia Kelembaban 80%

Jam	Konsentrasi CO ₂	t	ΔC		$\Delta C / \Delta t$
			(C1 - C0)	(t1 - t0)	
06.00	374	0	0	0	0
07.00	350	60	-24	60	-0,401
08.00	346	120	-28	120	-0,235
09.00	330	180	-44	180	-0,244
10.00	322	240	-52	240	-0,216
11.00	318	300	-56	300	-0,187
12.00	315	360	-59	360	-0,165
13.00	310	420	-64	420	-0,153
14.00	314	480	-61	480	-0,127
15.00	324	540	-50	540	-0,094
16.00	323	600	-51	600	-0,085
17.00	333	660	-41	660	-0,063
18.00	335	720	-39	720	-0,055
CO₂ Rata-rata	330				
				Δt	60
				$f(t_0)$	0
				$f(t_n)$	-0,055
				$\sum_{i=1}^{n-1} [f(c_i)]$	-2,025
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{sp\ n}$	-4,05
				$f(t_0)+f(t_n)+2 \times \sum_{sp\ n}$	-4,105
				KCO₂	-123,15

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel LB. 3 Pohon Akasia Kelembaban 60%

Jam	Konsentrasi CO ₂	T	ΔC	Δt	$\Delta C / \Delta t$
			(C1 - C0)	(t1 - t0)	
06.00	375	0	0	0	0
07.00	354	60	-21	60	-0,351
08.00	338	120	-38	120	-0,314
09.00	331	180	-44	180	-0,245
10.00	326	240	-49	240	-0,206
11.00	316	300	-60	300	-0,199
12.00	311	360	-64	360	-0,178
13.00	303	420	-72	420	-0,172
14.00	312	480	-63	480	-0,132
15.00	316	540	-59	540	-0,11
16.00	324	600	-51	600	-0,085
17.00	333	660	-42	660	-0,065
18.00	349	720	-26	720	-0,036
CO₂ Rata-rata	330				
				Δt	60
				$f(t_0)$	0
				$f(t_n)$	-0,036
				$\sum_{i=1}^{n-1} [f(c_i)]$	-2,093
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{i=1}^{n-1} 1$	-4,186
				$f(t_0)+f(t_n)+2 \times \sum_{i=1}^{n-1} 1$	-4,222
				KCO₂	-126,66

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel LB. 4 Pohon Trembesi Kelembaban 100%

Jam	Konsentrasi CO ₂	t	ΔC	Δt	$\Delta C / \Delta t$
			(C1 - C0)	(t1 - t0)	
06.00	374	0	0	0	0
07.00	357	60	-17	60	-0,286
08.00	331	120	-43	120	-0,362
09.00	326	180	-48	180	-0,266
10.00	321	240	-53	240	-0,22
11.00	325	300	-49	300	-0,164
12.00	311	360	-64	360	-0,177
13.00	304	420	-71	420	-0,169
14.00	312	480	-62	480	-0,13
15.00	316	540	-58	540	-0,108
16.00	327	600	-47	600	-0,079
17.00	332	660	-42	660	-0,065
18.00	352	720	-22	720	-0,031
CO₂ Rata-rata	330				
				Δt	60
				f(t0)	0
				f(tn)	-0,031
				$\sum_{i=1}^{n-1} [f(c_i)]$	-2,057
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{sp n}$	-4,114
				$f(t0)+f(tn)+2 \times \sum_{sp n}$	-4,145
				KCO₂	-124,35

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel LB. 5 Pohon Trembesi Kelembaban 80%

Jam	Konsentrasi CO ₂	t	ΔC		$\Delta C / \Delta t$
			(C1 - C0)	(t1 - t0)	
06.00	375	0	0	0	0
07.00	348	60	-26	60	-0,436
08.00	332	120	-43	120	-0,358
09.00	326	180	-49	180	-0,27
10.00	319	240	-56	240	-0,232
11.00	324	300	-51	300	-0,17
12.00	308	360	-67	360	-0,186
13.00	301	420	-73	420	-0,175
14.00	308	480	-66	480	-0,139
15.00	312	540	-63	540	-0,116
16.00	324	600	-51	600	-0,085
17.00	330	660	-45	660	-0,069
18.00	338	720	-36	720	-0,051
CO₂ Rata-rata	327				
				Δt	60
				f(t0)	0
				f(tn)	-0,051
				$\sum_{i=1}^{n-1} [(f(t_0) + f(t_n) + 2 \times \sum_{i=1}^{n-1} f(t_i))] \times \Delta t$	-2,287
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{i=1}^{n-1} f(t_i)$	-4,574
				$f(t_0) + f(t_n) + 2 \times \sum_{i=1}^{n-1} f(t_i)$	-4,625
				KCO₂	-138,75

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel LB. 6 Pohon Trembesi Kelembaban 60%

Jam	Konsentrasi CO ₂	t	ΔC	Δt	$\Delta C / \Delta t$
			(C1 - C0)	(t1 - t0)	
06.00	377	0	0	0	0
07.00	338	60	-39	60	-0,657
08.00	331	120	-46	120	-0,386
09.00	324	180	-54	180	-0,299
10.00	320	240	-57	240	-0,238
11.00	314	300	-63	300	-0,211
12.00	307	360	-70	360	-0,196
13.00	300	420	-77	420	-0,184
14.00	310	480	-67	480	-0,14
15.00	317	540	-60	540	-0,112
16.00	326	600	-51	600	-0,086
17.00	328	660	-49	660	-0,075
18.00	339	720	-39	720	-0,054
CO₂ Rata-rata	325				
				Δt	60
				f(t0)	0
				f(tn)	-0,054
				$\sum_{i=1}^{n-1} [f(c_i)]$	-2,638
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{sp\ n}$	-5,276
				$f(t0)+f(tn)+2 \times \sum_{sp\ n}$	-5,33
				KCO₂	-159,9

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel LB. 7 Blanko

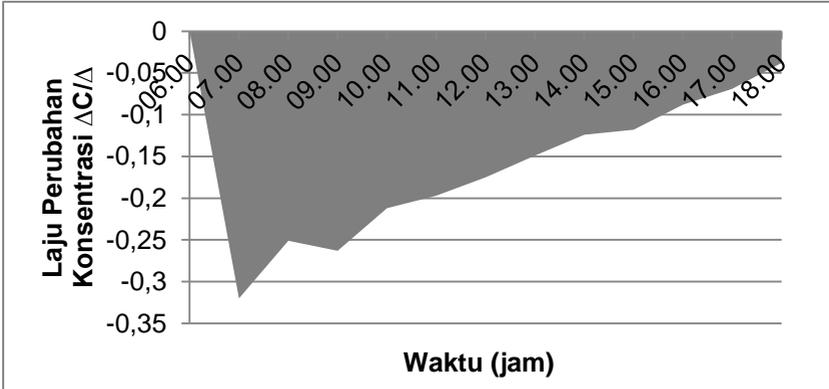
Jam	Konsentrasi CO ₂	t	ΔC	Δt	$\Delta C / \Delta t$
			(C1 - C0)	(t1 - t0)	
06.00	400	0	0	0	0
07.00	395	60	-5	60	-0,089
08.00	380	120	-20	120	-0,165
09.00	340	180	-60	180	-0,336
10.00	341	240	-59	240	-0,246
11.00	343	300	-57	300	-0,191
12.00	331	360	-69	360	-0,193
13.00	325	420	-75	420	-0,178
14.00	322	480	-79	480	-0,164
15.00	334	540	-66	540	-0,123
16.00	332	600	-68	600	-0,114
17.00	337	660	-64	660	-0,097
18.00	361	720	-39	720	-0,055
CO₂ Rata-rata	349				
				Δt	60
				f(t0)	0
				f(tn)	-0,055
				$\sum_{i=1}^{n-1} [f(c_i)]$	-1,951
				$\Delta t/2$	30
				$2 \times \sum_{sp\ n}$	-3,902
				$f(t0)+f(tn)+2 \times \sum_{sp\ n}$	-3,957
				KCO₂	-118,71

Sumber : Hasil Perhitungan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

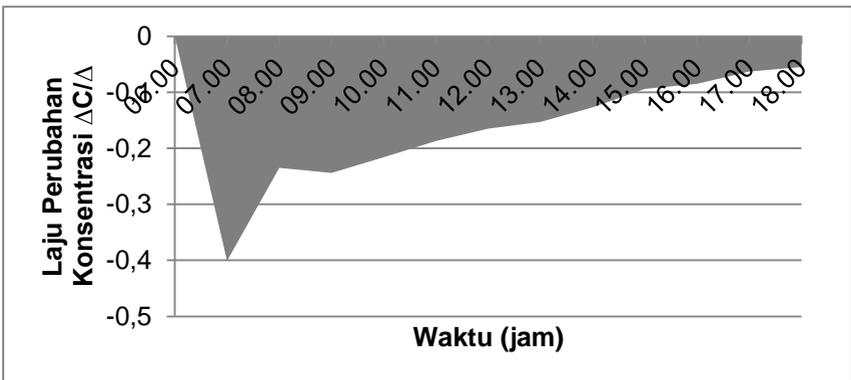
LAMPIRAN C

GRAFIK LAJU PERUBAHAN KONSENTRASI



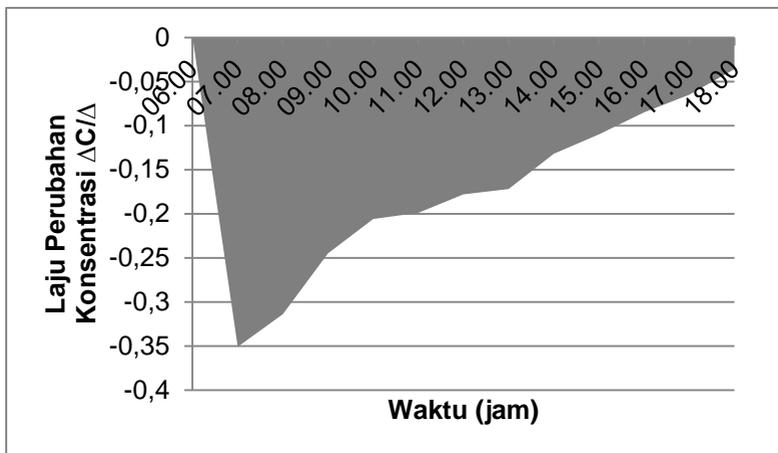
Sumber: Hasil Perhitungan

**Gambar LC. 1 Laju Perubahan Konsentrasi Pohon Akasia
Kelembaban 100%**



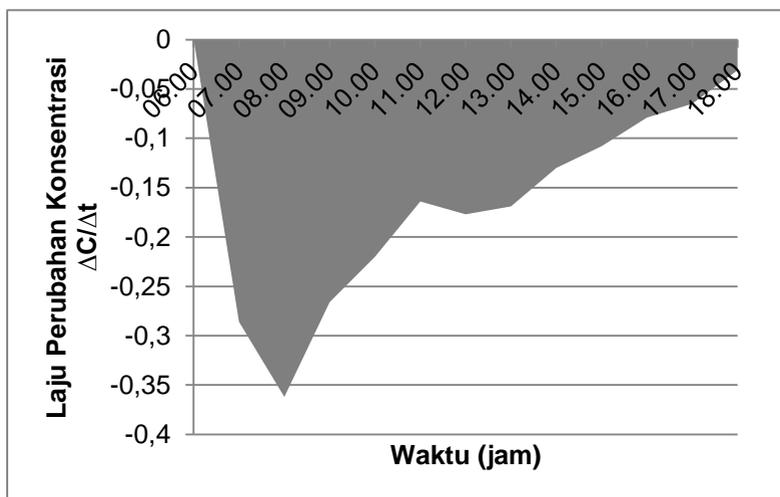
Sumber: Hasil Perhitungan

**Gambar LC. 2 Laju Perubahan Konsentrasi Pohon Akasia
Kelembaban 80%**



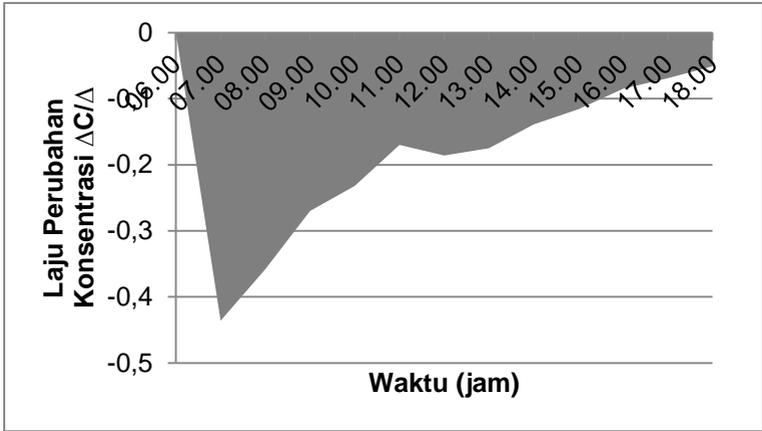
Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar LC. 3 Laju Perubahan Konsentrasi Pohon Akasia Kelembaban 60%



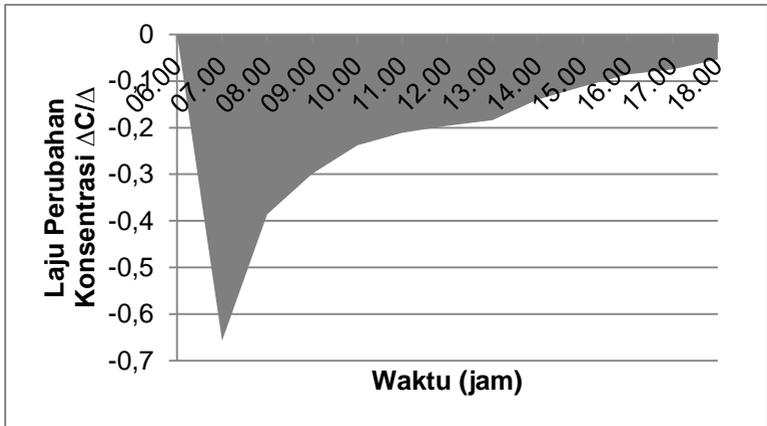
Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar LC. 4 Laju Perubahan Konsentrasi Pohon Trembesi Kelembaban 100%



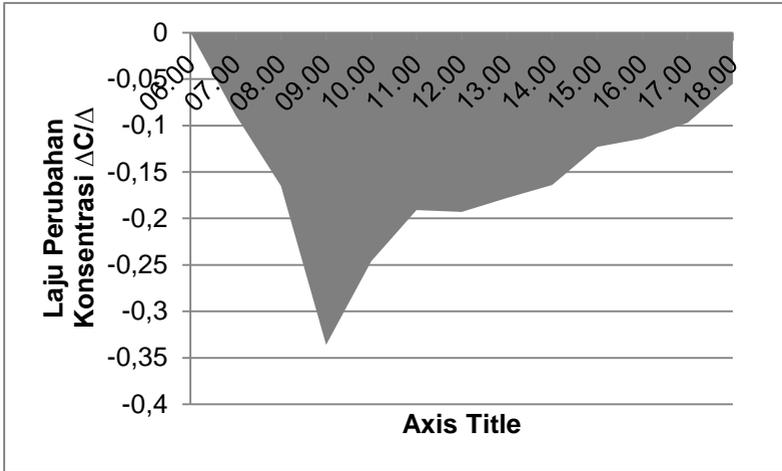
Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar LC. 5 Laju Perubahan Konsentrasi Pohon Trembesi Kelembaban 80%



Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar LC. 6 Laju Perubahan Konsentrasi Pohon Trembesi Kelembaban 60%



Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar LC. 7 Laju Perubahan Konsentrasi Blanko

LAMPIRAN D
DOKUMENTASI PENGAMATAN



Gambar LD. 1 Area Pengamatan



Gambar LD. 2 Pengukuran CO₂



Gambar LD. 3 Pengukuran Kelembaban Tanah

BIOGRAFI PENULIS



Zulfa Safira, dilahirkan di Kecamatan Bangil, Kabupaten Pasuruan pada tanggal 18 Maret 1998 yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Roudlotul Ulum Bangil pada tahun 2003-2009. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 3 Bangil pada tahun 2009-2012 dan dilanjutkan pendidikan tingkat atas yang dilalui di SMAN I Bangil pada tahun 2012-2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen

Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, lingkungan, dan Kebumihan, ITS Surabaya pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 03211540000049.

Penulis aktif pada kegiatan karya tulis kelmiah. Penulis pernah menjadi finalis 5 besar dalam lomba karya tulis ilmiah nasional Euphorbio 2017 yang diadakan oleh Universitas Mulawarman. Selama perkuliahan, penulis aktif pada organisasi maupun kepanitiaan di Jurusan Teknik Lingkungan. Penulis merupakan bendahara Komunitas Pecinta dan Pemerhati Lingkungan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan periode 2017/2018 serta menjadi anggota Tim Kerohanian Al-kaun Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan periode 2016/2017 dan periode 2017/2018 . Berbagai pelatihan dan seminar nasional dan internasional juga telah diikuti dalam rangka untuk pengembangan diri dan penambahan wawasan. Bila ada pertanyaan terkait tugas akhir penulis, silahkan menghubungi penulis via email di zulfasafira.123@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FTSLK-ITS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN-ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948866, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Gasal 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal: Senin, 07 Januari 2019
Pukul: 09.30 - 11.30 WIB
Lokasi: TL-101
Judul: Kajian Perbedaan Kelembaban Tanah terhadap Reduksi CO2 Udara Ambien oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia
Nama: Zulfa Safira
NRP: 321154000049
Topik: Penelitian Lapangan
Nilai TOEFL: 420
Tanda Tangan:

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
* *	perbaiki keabsorbanan → sesuai analisis → spr-sd → judul game → buku dll. perbaiki nama & susunan. dan dosen penguji

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistansi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:
1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing
Dr.Ir.Irwan Bagyo Santoso, M.T



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Zulfa Safira
NRP : 03211540000049
Judul : Kajian Perbedaan Kelembaban Tanah terhadap Reduksi CO2 Udara
Ambian oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	14 Sep 2018	Revisi proposal TA	
2	18 Sep 2018	- Sajikan bahasan yg dikeh - Variasi yg dikeh	
3	22 Okt 2018	- Penjelasan metode sampling model box - Asisten hasil penelitian	
4	25 Oktober 2018	Asistensi awal penelitian	
5	8 Nov 2018	- Sampling model box - Revisi progress TA	
6	13 Des 2018	- Revisi progress TA	
7	19 Des 2018	- Penjelasan Revisi	
8	20 Des 2018	Asistensi laporan TA	

Surabaya, 27 Desember 2018

Dosen Pembimbing

Dr. R. Inwan Bagyo Santoso, MT.



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Zulfah Safira
NRP : 0321154000049
Judul : Kajian Perbedaan Kelembaban Tanah terhadap Reduksi CO₂ Udara
Ambio oleh Pohon Trembesi dan Pohon Akasia

No	Saran Perbaikan (sesuai Form KTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Penulisan margin di daftar isi dan daftar table	Disesuaikan dengan format penulisan laporan tugas akhir
2.	Bagaimana cara menentukan kelembaban tanah	Cari literatur yang relevan
3.	Bagaimana hubungan pH dengan kelembaban tanah	Cantumkan literatur yang relevan di tinjauan pustaka
4.	Kesimpulan diperbaiki sesuai tujuan	Disesuaikan lagi antara kesimpulan dengan tujuan
5.	Alasan variasi kelembaban dalam penyerapan CO ₂	Dicari literatur yang relevan
6.	Suhu dalam regresi	Regresikan suhu dengan penyerapan CO ₂

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. P. Irwan Bagyo Santoso, MT.

Mahasiswa Yds. 27 Desember 2018

0321154000049