

## PAPER NAME

**Jurnal Taufan di JIL - Edit 1l.docx**

---

## WORD COUNT

**4705 Words**

## CHARACTER COUNT

**28875 Characters**

## PAGE COUNT

**11 Pages**

## FILE SIZE

**439.8KB**

## SUBMISSION DATE

**Dec 7, 2022 11:27 AM GMT+7**

## REPORT DATE

**Dec 7, 2022 11:28 AM GMT+7**

---

**● 14% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 14% Internet database
- 4% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 9% Submitted Works database

**● Excluded from Similarity Report**

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material
- Small Matches (Less than 8 words)

# Bioreaktor Bahan Isian Vegetasi Rumput-Rumputan Sebagai Alat Uji Penyerap Polutan CO<sub>2</sub>

Taufan Ratri Harjanto<sup>1\*</sup>, Saipul Bahri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap

e-mail: [taufantekim2010@gmail.com](mailto:taufantekim2010@gmail.com)

<sup>2</sup> Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap

## ABSTRAK

Emisi antropogenik telah menghasilkan deposisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terus mengalami peningkatan setiap tahun. Saat ini, Gas CO<sub>2</sub> di biosfer berada dalam konsentrasi yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan kondisi beberapa dekade sebelumnya. Kajian mengenai emisi karbon yang dihasilkan oleh industri merupakan kajian yang layak untuk dilakukan dengan berbagai pertimbangan, baik melalui peraturan pemerintah maupun kondisi aktivitas industri yang menyebabkan terjadinya peningkatan polutan karbon (CO<sub>2</sub>) dari tahun ke tahun seiring dengan perkembangan industri di tanah air yang membutuhkan tindakan pengendalian yang dilakukan secara aktif dan dinamis. Usaha untuk mengurangi sumber pencemaran CO<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan menghentikan kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang berpengaruh secara langsung terhadap penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara. Masalah yang difokuskan pada penelitian ini yakni identifikasi metode ramah lingkungan untuk mereduksi emisi CO<sub>2</sub>. Metode tersebut dapat menjadi solusi alternatif untuk menyerap dan menyimpan cemaran emisi CO<sub>2</sub> dengan mengkonversinya menjadi senyawa lain. Penelitian ini bertujuan untuk membuatancangan bioreaktor untuk pengendalian emisi CO<sub>2</sub> berbasis pada kemampuan tanaman dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub>. Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yakni tahapan persiapan atau identifikasi awal, tahapan desain dan perakitan bioreaktor, tahapan terakhir berupa interpretasi hasil dan simpulan. Desain bioreaktor memiliki dimensi 1m x 1,5m yang dilengkapi dengan sensor gas, suhu dan kelembaban. Keberhasilan bioreaktor diidentifikasi dengan laju penyerapan CO<sub>2</sub> oleh bahan isian (rumput teki (*Cyperus Rotundus L*), rumput paragis/rumput belulang (*Eleusine Indica L*) dan meniran (*Phyllanthus Urinaria*)). Bahan isian yang efektif adalah rumput teki dan rumput paragis. Konstanta laju penyerapan CO<sub>2</sub> rata-rata pada rumput teki, = 0,101281/jam. Konstanta laju penyerapan CO<sub>2</sub> rata-rata pada rumput paragis = 0,105704/jam.

**Kata kunci:** Bioreaktor, Karbon dioksida, Emisi, Fotosintesis, Rumput teki, Rumput paragis, Rumput meniran

## ABSTRACT

Anthropogenic emissions have resulted in carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) deposition which continues to increase every year. Currently, CO<sub>2</sub> gas in the biosphere is in a relatively high concentration when compared to conditions in previous decades. A study of carbon emissions produced by industry is a proper study to be carried out with various considerations, both through government regulations and industrial activity conditions which cause an increase in carbon pollutants (CO<sub>2</sub>) from year to year in line with industrial developments in the country that require control measures. carried out actively and dynamically. Efforts to reduce sources of CO<sub>2</sub> pollution can be carried out by stopping the increase in CO<sub>2</sub> concentrations which directly affects the decrease in CO<sub>2</sub> concentrations in the air. The problem that is focused on in this research is the identification of green technology methods to reduce CO<sub>2</sub> emissions. This method can be an alternative solution to capture and store CO<sub>2</sub> emissions by converting them into other compounds. The study aims to design a bioreactor to control CO<sub>2</sub> emissions based on the ability of plants to absorb CO<sub>2</sub> emissions. This research was divided into three stages: the preparation or initial identification, the bioreactor design and assembly, and the final stage in the form of the interpretation of results and conclusions. The bioreactor design has dimensions of 1m x 1.5m with gas, temperature, and humidity sensors. The success of the bioreactor is identified by the capture rate of CO<sub>2</sub> by the *Cyperus Rotundus L*, *Eleusine Indica L*, and *Phyllanthus Urinaria*. The effective filling material of the bioreactor is *Cyperus Rotundus L* and *Eleusine Indica L*. The average CO<sub>2</sub> capture rate constant on *Cyperus Rotundus* is 0.101281/hour. The average CO<sub>2</sub> capture rate constant on *Eleusine Indica L* is 0.105704/hour.

**Keywords:** Bioreactor, Carbon dioxide, Emissions, Photosynthesis, *Cyperus Rotundus L*, *Eleusine Indica L*, and *Phyllanthus Urinaria*

**Citation:** Harjanto, T.R., Bahri, S., (2022). Bioreaktor Bahan Isian Vegetasi Rumput-Rumputan Sebagai Alat Uji Penyerap Polutan CO<sub>2</sub>. Jurnal Ilmu Lingkungan, xx(x), xx-xx, doi:10.14710/jil.xx.x.xxx-xx

## 1. Pendahuluan

Emisi antropogenik telah menghasilkan deposisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang meningkat setiap tahun seiring dengan peningkatan aktivitas industri. CO<sub>2</sub> ada dimana-mana di Biosfer dan berada dalam konsentrasi yang relatif tinggi dalam bahan bakar fosil dengan deposit batubara dan minyak mentah. Oleh karena itu pembakaran bahan bakar fosil yang semakin tinggi terus meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Penyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar di setiap negara diperkirakan berasal dari: pembakaran batubara, pembakaran minyak bumi, pembakaran biomassa, peleburan logam, pengolahan dan pembakaran gas alam, pengolahan minyak bumi, pengolahan pulp dan kertas, pembakaran limbah pertanian dan industri lainnya (Smith, *et.al.*, 2010).

Protokol Kyoto dan *Paris Agreement* (2015), telah menetapkan sejumlah kebijakan bagi negara-negara peserta untuk mengendalikan dampak perubahan iklim, utamanya adalah pengurangan emisi CO<sub>2</sub> dengan meminimalkan penggunaan bahan bakar fosil dan meningkatkan penangkapan dan penyerapan karbon (Singh, *et.al.*, 2019). Sebagai bentuk dukungan terhadap Protokol Kyoto, Indonesia telah melakukan perumusan terhadap kebijakan lingkungan termasuk diantaranya konsep mitigasi maupun adaptasi yang didasari oleh kesadaran bentuk daerah-daerah di Indonesia yang berupa kepulauan yang rentan terhadap dampak perubahan iklim, Indonesia juga berkomitmen bagi upaya pengendalian perubahan iklim global yang diwujudkan dalam bentuk peran sertanya dalam persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim (*Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*). Berdasarkan *Paris Agreement*, sebanyak 191 negara memberikan kontribusi aktif terhadap aksi perubahan iklim melalui penetapan target yang lebih ambisius dalam aksi perubahan iklim. Sebagai bentuk dukungan keikutsertaan terhadap program tersebut, melalui UU No. 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan "Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim", Indonesia telah meratifikasi *Paris Agreement* (Larasati, 2021).

Emisi CO<sub>2</sub> yang *terrelease* kelingkungan baik dalam kondisi operasional terkontrol maupun yang tidak terkontrol di industri dan juga sumber-sumber CO<sub>2</sub> yang ikut andil pada aktivitas industri misalnya dari gas buang bahan bakar kendaraan operasional ataupun kendaraan pengangkutan batubara menyebabkan perlunya dilakukan pengendalian terhadap dampak lingkungan yang disebabkan oleh emisi CO<sub>2</sub> tersebut.

Kajian mengenai emisi karbon yang dihasilkan oleh industri merupakan kajian yang layak untuk dilakukan dengan berbagai pertimbangan melalui peraturan pemerintah maupun kondisi aktivitas industri yang menyebabkan terjadinya peningkatan polutan karbon (CO<sub>2</sub>) setiap tahunnya seiring dengan perkembangan industri di tanah air sehingga perlu

dilakukan pengendalian secara aktif dan dinamis. Masalah yang difokuskan pada penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi teknologi ramah lingkungan yang mampu untuk mereduksi emisi CO<sub>2</sub>. Teknologi tersebut dapat dijadikan solusi alternatif untuk menyerap dan menyimpan cemaran emisi CO<sub>2</sub> dengan mengkonversinya menjadi senyawa lain.

Pada kondisi normal, Karbon dioksida adalah salah satu gas yang ada di biosfer dengan konsentrasi yang dapat diabaikan karena jumlahnya yang relatif kecil yakni sekitar 0,03%. CO<sub>2</sub> merupakan komponen penting bagi tumbuhan untuk mensintesis karbohidrat (polisakarida), protein, dan lipid melalui fotosintesis. CO<sub>2</sub> adalah komponen kunci dari siklus karbon, CO<sub>2</sub> memainkan peran penting dalam dari ekosistem makhluk hidup. Pada tumbuhan CO<sub>2</sub> diserap masuk ke dalam sel dalam bentuk molekul karbon organik. Fotosintesis berperan penting berperan dalam pembentukan biomassa pada tumbuhan dan hewan hal tersebut terjadi melalui rantai makanan, maka CO<sub>2</sub> terlibat langsung dalam deposit energi biosfer. Selama 1 abad terakhir ini, telah terjadi peningkatan suhu bumi secara tiba-tiba karena peningkatan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer. Pada tahun 1800, CO<sub>2</sub> yang terdapat di atmosfer tercatat kurang dari 250 ppm namun pada tahun tahun 1900 CO<sub>2</sub> telah meningkat secara bertahap menjadi 280 ppm. Pada tahun 2005, CO<sub>2</sub> mengalami peningkatan pada angka 360 ppm dan di tahun 2019 kembali naik pada angka 419 ppm. Peningkatan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer ini adalah alasan utama untuk perubahan iklim tingkat global karena ketidakseimbangan atmosfer rasio oksigen dan karbon dioksida. Terganggunya siklus karbon, secara tidak langsung mempengaruhi siklus biogeokimia berbagai komponen yang akan mempengaruhi lapisan ozon dengan terganggunya pembentukan ozon pada siklus oksigen. Salah satu penyebab utama peningkatan emisi CO<sub>2</sub> ke atmosfer yakni berasal dari penggunaan bahan bakar fosil. Sekitar 80–82% dari gas rumah kaca (GRK) telah dilaporkan berasal dari CO<sub>2</sub> (Gayathri, *et.al.*, 2020). Tahun 2022 menurut Badan Penerbangan dan Antariksa Amerika Serikat (NASA) konsentrasi CO<sub>2</sub> secara global mencapai rata-rata 419 ppm naik sekitar 6,2% dibandingkan pada tahun 2011 dan naik 50% jika dibandingkan tahun 1750. Kenaikan CO<sub>2</sub> yang signifikan akan mengakibatkan naiknya potensi suhu global permukaan bumi, perubahan iklim, yang memicu terjadinya bencana alam sehingga berpengaruh terhadap aktivitas ekonomi secara tidak langsung. (Nasa.gov., 2022).

Usaha untuk mengurangi sumber antropogenik pencemaran CO<sub>2</sub>, dengan jalan menghentikan kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> lebih cepat, menurunkan konsentrasi CO<sub>2</sub> (Lenton, 2010). Penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dapat dilakukan melalui aksi mitigasi yang meliputi kegiatan dan aksi pembangkitan energi, penggunaan bahan bakar non-fosil untuk aktivitas rumah tangga, penerangan dan transportasi. Berdasarkan jenis sumber emisi, aksi mitigasi sektor energi berbasis masyarakat mencakup

upaya-upaya menurunkan emisi secara langsung dan emisi tidak langsung (Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, 2017).

Memahami CO<sub>2</sub> secara kimia sangat penting untuk mengembangkan proses baru dan untuk memahami mekanisme molekuler yang diadopsi oleh sistem biologis. Meskipun mengandung dua ikatan C=O polar, CO<sub>2</sub> sendiri bersifat nonpolar. CO<sub>2</sub> mempunyai atom karbon elektrofilik dan atom oksigen nukleofilik, menjadikannya sebagai molekul bi-fungsional (Jajesniak, *et.al.*, 2014). CO<sub>2</sub> yang tinggi memiliki efek positif dan juga negatif pada tanaman. Dengan pasokan nutrisi dan air yang tepat, laju fotosintesis dapat meningkat pada tanaman. Efek negatif dari peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada tumbuhan adalah sebagai berikut: perubahan laju transpirasi, stomata konduktansi, penurunan luas daun, pengurangan ukuran daun, penurunan kandungan nitrogen dan fosfor. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi dapat mempengaruhi perubahan musim berbunga dan aktivitas reproduksi tanaman, tetapi beberapa spesies menunjukkan penurunan waktu pembungaan, jumlah bunga, jumlah bibit. Beberapa tanaman menunjukkan efek positif seperti peningkatan jumlah bunga dan biji (Gayathri, *et.al.*, 2020). Untuk mengurangi jumlah CO<sub>2</sub> sebagai gas rumah kaca dapat dikendalikan dengan meningkatkan jumlah serapan CO<sub>2</sub> oleh tumbuhan semaksimal mungkin sehingga berdampak pada penurunan emisi CO<sub>2</sub> ke udara. Dengan mengetahui jumlah karbon yang mampu diserap oleh tumbuhan pada suatu lokasi terkontrol dapat memberikan gambaran kuantitas CO<sub>2</sub> di udara yang telah diserap oleh tumbuhan (Hariana, *et.al.*, 2020). Dalam Perjanjian Paris (*Paris Agreement*), telah ditetapkan bahwa kenaikan suhu global harus dibatasi hingga di bawah 2 °C (UNFCCC, 2015). Menurut *Intergovernmental Panel* Perubahan Iklim, untuk mencapai target 1,5 °C emisi CO<sub>2</sub> global harus di bawah 9 Gt CO<sub>2</sub>/tahun pada tahun 2060 dan nol bersih Emisi CO<sub>2</sub> pada tahun 2100 (Manson, *et.al.*, 2018; International Energy Agency, 2017). Penyerapan CO<sub>2</sub> yang ramah lingkungan dapat dicapai melalui pemanfaatan yang tepat dari makhluk hidup ini termasuk tumbuhan. Secara umum makhluk hidup misalnya tanaman memiliki mekanisme yang berbeda dalam konversi dan kemampuan menghasilkan biomassa/bioenergi (MacDowell, *et.al.*, 2010). CO<sub>2</sub> yang terserap oleh tumbuhan tergantung pada jumlah total luas penampang daun, semakin banyak dan luas penampang daun semakin baik serapan terhadap CO<sub>2</sub> (Lailati, 2013).

Reduksi gas CO<sub>2</sub> di udara dilakukan dengan metode *carbon capture*. Teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon secara umum dibagi dalam dua metode yaitu: *Artificial method* dan *Natural method*. Pada *Artificial method* menggunakan cara non biologis atau menggabungkan non biologis dan biologis. *Natural method* merupakan cara untuk menyerap karbon dengan melibatkan tanaman (Gayathri, *et.al.*, 2020). Penggabungan cara dalam teknologi

penangkapan dan penyimpanan karbon dapat dilakukan antara *artificial* dan *natural method* yaitu salah satunya dengan reaktor bahan isian tanaman (bioreaktor). Untuk merancang bioreaktor, diperlukan pengetahuan tentang kinetika reaksi. (Najafpour, 2007). Laju reaksi pada proses fotosintesis berdasarkan reaksi  $6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_6_{(s)} + 6O_{2(g)}$  dapat menggunakan orde reaksi satu. Laju reaksi fotosintesis dapat didefinisikan sebagai perubahan konsentrasi CO<sub>2</sub> per satuan waktu (Purba, 2012). Laju reaksi fotosintesis orde satu dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$\frac{dC_{CO_2}}{dt} = -K_f(C_{0CO_2} - C_{CO_2})$$

dengan:

$C_{0CO_2}$	= Konsentrasi CO <sub>2</sub> mula – mula (ppm)
$C_{CO_2}$	= Konsentrasi CO <sub>2</sub> yang terserap tanaman (ppm)
$C_{0CO_2} - C_{CO_2}$	= Konsentrasi CO <sub>2</sub> belum terserap tanaman (ppm)
$K_f$	= Konstanta laju reaksi (jam <sup>-1</sup> )

Rumus tersebut diadaptasi dari Churchill, 1974.

Berdasarkan permasalahan dan fakta potensi krisis peningkatan gas CO<sub>2</sub> yang akan berakibat perubahan iklim global, metode dan teknik untuk mereduksi CO<sub>2</sub> sangat penting untuk segera dilakukan. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk membuat rancangan bioreaktor untuk pengendalian emisi CO<sub>2</sub> berbasis pada kemampuan tanaman dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub>. Manfaat yang bisa diharapkan pada penelitian ini yakni memberikan kontribusi dalam menurunkan CO<sub>2</sub> berbasis *biological carbon capture* untuk kesejahteraan ekosistem secara umum.

## 2. Metodologi

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yakni tahapan pertama berupa persiapan atau identifikasi awal, tahapan kedua yakni desain dan perakitan bioreaktor, tahapan terakhir berupa interpretasi hasil dan simpulan. Ketiga tahapan ini dilakukan pada kurun waktu satu semester.

Pada tahap persiapan awal, dilakukan dengan identifikasi tanaman jenis rumput-rumputan yang diprediksi mampu secara efektif menyerap CO<sub>2</sub> berdasarkan studi literatur. Pada tahap ini juga dilakukan penyiapan tanaman jenis rumput-rumputan sebagai bahan isian bioreaktor yaitu rumput teki (*Cyperus Rotundus L*), rumput paragis/rumput belulang (*Eleusine Indica L*) dan meniran (*Phyllanthus Urinaria*).

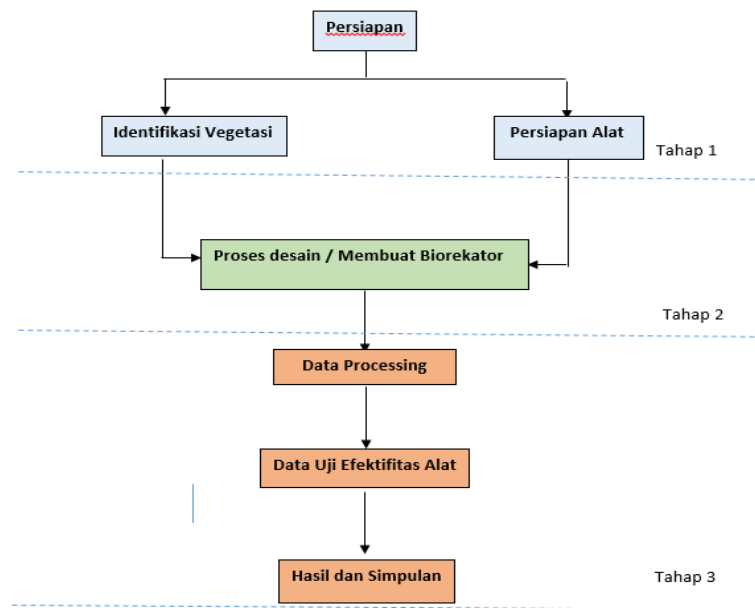
Pada tahap proses desain / membuat bioreaktor, pendekatan yang dilakukan adalah sesuai dengan konsep *biological carbon capture* yaitu menghilangkan bahan pencemar CO<sub>2</sub> dengan memanfaatkan vegetasi rumput-rumputan. Adapun untuk kemampuan vegetasi dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> akan digunakan metode simulasi dengan menggunakan control chamber melalui semburan polutan dengan pencatatan pada berkurangnya konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan menambahkan alat sensor

pada bioreaktor sehingga faktor cuaca dan kondisi lingkungan antara lain faktor pencahayaan matahari, suhu dan kelembaban dan kondisi lainnya yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dapat dikondisikan dengan baik.

Tahapan *data processing*, analisis serapan emisi CO<sub>2</sub> dari jenis tanaman rumput-rumputann. Data uji diambil untuk menentukan berapa kecepatan gas CO<sub>2</sub> yang mampu direduksi oleh tanaman. Efektifitas alat akan dilakukan uji berdasarkan hasil dari kemampuan alat dalam mereduksi CO<sub>2</sub>. Sejumlah gas CO<sub>2</sub> dimasukkan dalam bioreaktor hingga 2000 ppm, pencatatan dilakukan hingga CO<sub>2</sub> tereduksi hingga

417 - 440 ppm. Skenario perlakuan dilakukan pada tanaman rumput teki, rumput paragis dan meniran dengan bahan isian sebanyak 100 batang rumput sejenis. Hasil uji untuk mendapatkan data yang akan diolah secara kualitatif maupun kuantitatif. Uji alat dilakukan pada bahan isian berupa visualisasi atau respon yang tampak pada tanaman berupa kemampuan dalam mereduksi CO<sub>2</sub>.

Pada tahap interpretasi hasil dan simpulan dilakukan untuk menjelaskan berbagai faktor terkait dengan efektifitas alat dalam melakukan reduksi CO<sub>2</sub>. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. di bawah:



Gambar 1. Alur Metode Penelitian Bioreaktor

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tahapan pemetaan jenis tanaman rumput-rumputan untuk menganalisis efektivitasnya dalam mereduksi CO<sub>2</sub>. Tanaman tersebut adalah rumput teki, rumput paragis, dan meniran. Tahapan ini melibatkan data primer dan sekunder serta metode simulasi menggunakan metode *control chamber* berdasarkan kontrol terhadap suhu, pencahayaan, dan kondisi lain yang mempengaruhi kecepatan fotosintesis.

Pemilihan jenis rumput-rumputan berdasarkan pada potensi sebagai *carbon capture* disamping itu juga memiliki potensi ekonomis, misalnya memiliki senyawa-senyawa yang bermanfaat bagi manusia antara lain lipid, alkaloid, flavonoid, lignin, steroid, triterpenoid, protein, glikoprotein, serta karbohidrat. Rumput teki (*Cyperus Rotundus L*), rumput paragis atau rumput belulang (*Eleusine Indica L*) dan meniran (*Phyllanthus Urinaria*) selama ini dipandang sebagai rumput gulma pengganggu tanaman lain yang menghambat kesuburan tanaman lain tetapi ternyata mempunyai potensi sebagai tanaman obat keluarga. Penelitian ini memanfaatkan rumput-rumputan untuk

mengkonversi CO<sub>2</sub> menjadi O<sub>2</sub> melalui proses fotosintesis terkontrol (Susianti, 2015; Sreenivasulu, 2015; Kartika, 2017).

Rumput teki memiliki potensi ekonomi yang potensial, hal ini disebabkan oleh kandungan rumput teki mengandung senyawa antioksidan, flavanoid, terpenoid, alkanoid dan saponin (Susianti, 2015), selain itu kandungan klorofilnya dapat digunakan sebagai pewarna alami makanan (Suhaila, *et.al.*, 2015). Rumput paragus mengandung protein, lemak, tannin, saponin dan polifenol (Kartika, 2017), bahkan didunia farmasi tanaman ini berpotensi sebagai obat sakit kepala, sakit perut, demam tifoid, diare, infeksi usus, dan sulit buang air besar (Ervina, 2019). Rumput meniran dikenal dengan kandungan kimia yang berkhasiat diantaranya: alkaloid, steroid, flavonoid, fenolik, tannin, minyak atsiri dan antrakuinon (Aerias, 2005).

Desain bioreaktor, dirancang untuk mengkonversi CO<sub>2</sub> menjadi O<sub>2</sub> dengan sistem tertutup. Bioreaktor diisi dengan 100 batang rumput sejenis yang sebelumnya sudah dibiakan terlebih dahulu. Sejumlah gas CO<sub>2</sub> dimasukkan dalam

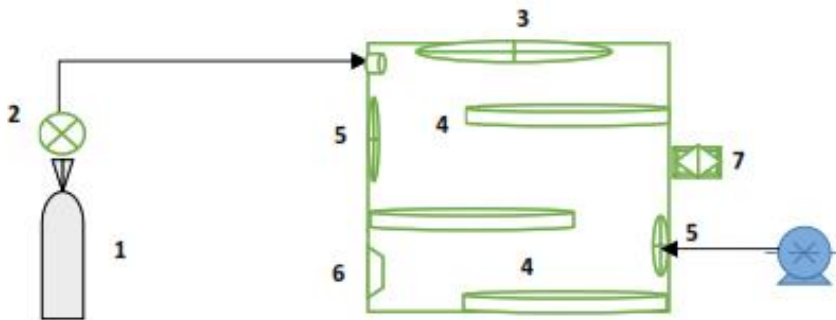


bioreaktor hingga konsentrasi tertentu, lampu UV, fan akan menyala secara otomatis jika indikator gas dioperasikan. Setelah gas CO<sub>2</sub> masuk dalam bioreaktor dengan kadar yang diinginkan maka gas dalam sistem tidak terjadi perpindahan massa keluar (tertutup), kemudian data dicatat sampai didapatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang konstan mendekati kadar CO<sub>2</sub> di udara bebas. Berikut adalah desain bioreaktor:

1. Tampak Atas



2. Tampak Samping



Keterangan Gambar:

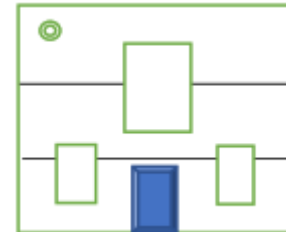
- 1. Tabung CO<sub>2</sub>
- 2. Regulator CO<sub>2</sub>
- 3. Lampu UV
- 4. Media tumbuh bahan isian berupa rumput
- 5. Spray
- 6. Fan/Blower
- 7. Indikator gas, kelembaban dan suhu

Gambar 2. Skema Gambar Rangkaian Alat Bioreaktor

Gas CO<sub>2</sub> yang dimasukkan kedalam bioreaktor sebesar 2000 ppm, merupakan kadar CO<sub>2</sub> dengan level tingkat buruk sedang yang menyebabkan kantuk, udara stagnan, pengap dan sakit kepala. Sedangkan ambang batas maksimal bagi manusia sampai dengan terpapar 8 jam adalah 5000 ppm (Sutoyo.,2011). Kadar CO<sub>2</sub>

yang tinggi akan menguntungkan bagi tanaman karena stomata akan mengecil/tidak membutuhkan pembukaan stomata maksimal sehingga penggunaan air akan dihemat (antaranews, 2022). Bahan isian rumput teki digunakan untuk menyerap CO<sub>2</sub> yang masuk dalam bioreaktor. Suhu biorektor

3. Tampak Depan



Spesifikasi Alat

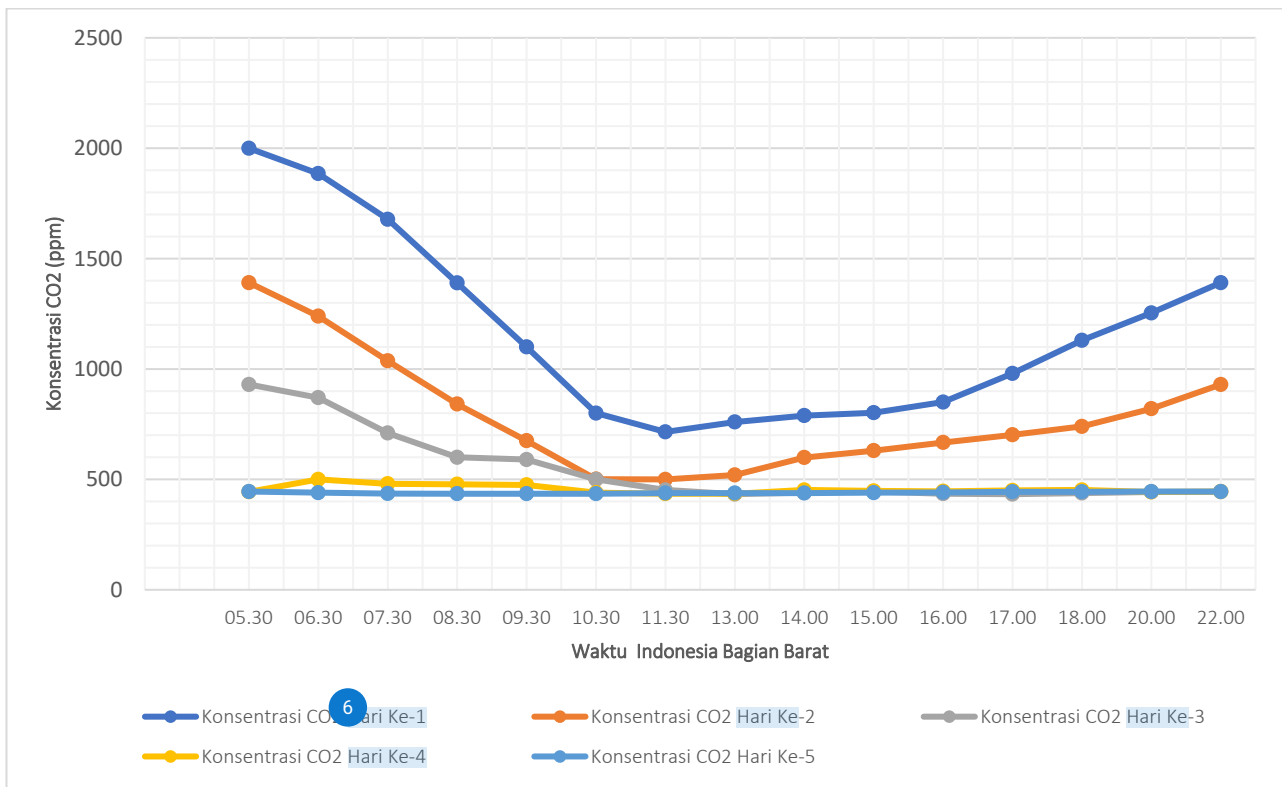
Panjang	: 1 meter
Tinggi	: 1,5 meter
Jarak ketinggian rak media tanaman	: 0,4 meter
Lampu UV	: 50 W
Fan/Blower	: 50 W
Jumlah hole media tanaman	: 100
Indikator	: CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , Kelembaban dan Suhu
Dimensi Pintu 1	: panjang 60 cm; lebar 50 cm
Dimensi Pintu 2	: panjang 20 cm; lebar 25 cm

dipertahankan pada kisaran 30 °C sampai dengan 37 °C, dimaksudkan agar meningkatnya tumbukan antara molekul CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dan kelembaban pada

70% - 78%. (Purba,2012). Hasil dari penyerapan tersebut disajikan dalam tabel dan gambar berikut:

**Tabel 1.** Konsentrasi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada Bioreaktor dengan Bahan Isian Rumput Teki pada Berbagai Variasi Waktu

Waktu (WIB)	Konsentrasi Gas Hari ke-1 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-2 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-3 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-4 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-5 (ppm)	
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
05.30	2000	20,9	1391	20,9	930	20,9	444	21,4	445	21,2
06.30	1885	20,9	1239	20,9	870	20,9	500	21,1	440	21,1
07.30	1678	21,2	1037	20,9	710	20,9	480	21,1	436	20,9
08.30	1390	21,2	841	21,3	600	21,2	478	21,0	435	20,9
09.30	1100	21,3	675	21,3	590	21,3	475	21,0	435	20,9
10.30	800	21,4	501	21,4	500	21,3	440	21,5	435	20,9
11.30	715	21,4	500	21,4	452	21,3	435	21,5	438	20,9
13.00	760	21,4	520	21,3	433	21,5	435	21,5	438	20,9
14.00	789	21,2	599	21,3	440	21,5	452	21,3	438	20,9
15.00	802	21,0	630	21,2	445	21,5	448	21,2	440	20,9
16.00	850	21,0	667	21,2	435	21,5	446	21,2	441	21,0
17.00	980	20,9	702	21,2	433	21,5	450	21,1	444	21,1
18.00	1130	20,9	740	21,2	438	21,4	452	21,1	444	21,1
20.00	1254	20,9	820	21,2	443	21,5	443	21,2	445	21,0
22.00	1391	20,9	930	21,2	444	21,4	445	21,2	445	21,1

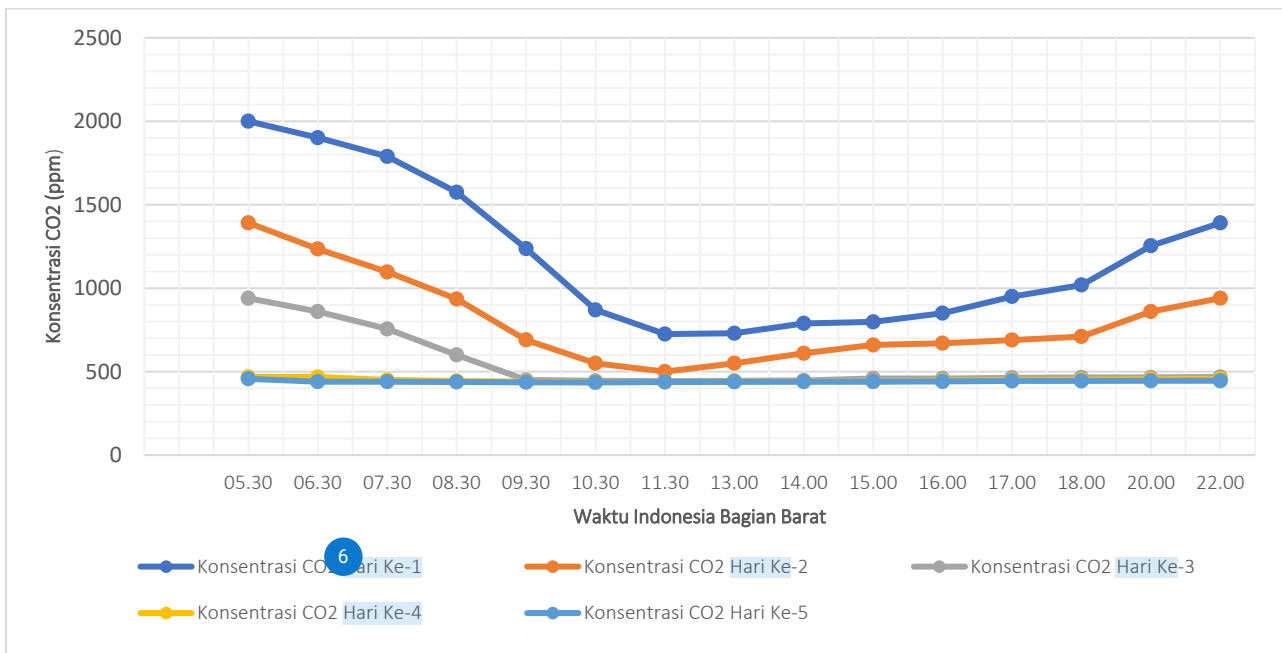


Gambar 3. Grafik Hubungan Konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan Waktu pada Bioreaktor Bahan Isian Rumput Teki

Tabel 2. Konsentrasi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada Bioreaktor dengan Bahan Isian Rumput Paragis pada Berbagai Variasi Waktu

Waktu (WIB)	Konsentrasi Gas Hari ke-1 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-2 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-3 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-4 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-5 (ppm)	
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
05.30	2000	20,9	1391	20,9	940	20,9	468	21,3	457	21,2
06.30	1902	20,9	1235	20,9	860	20,9	468	21,3	440	21,1
07.30	1789	21,2	1097	20,9	756	20,9	450	21,2	440	20,9
08.30	1575	21,2	935	21,3	600	21,2	444	21,5	438	20,9
09.30	1237	21,3	690	21,3	450	21,3	440	21,5	436	20,9
10.30	870	21,4	550	21,4	445	21,3	438	21,5	435	20,9
11.30	725	21,4	500	21,4	443	21,3	438	21,5	438	20,9
13.00	730	21,4	550	21,3	445	21,5	441	21,5	439	20,9
14.00	789	21,2	610	21,3	447	21,5	441	21,3	440	20,9
15.00	798	21,0	660	21,2	459	21,4	441	21,2	440	20,9
16.00	850	21,0	670	21,2	459	21,3	446	21,2	441	21,0
17.00	950	20,9	689	21,2	463	21,2	450	21,1	444	21,1
18.00	1019	20,9	710	21,2	465	21,3	452	21,1	444	21,1
20.00	1254	20,9	860	21,2	465	21,3	455	21,2	445	21,0
22.00	1391	20,9	940	21,2	468	21,3	457	21,2	445	21,1





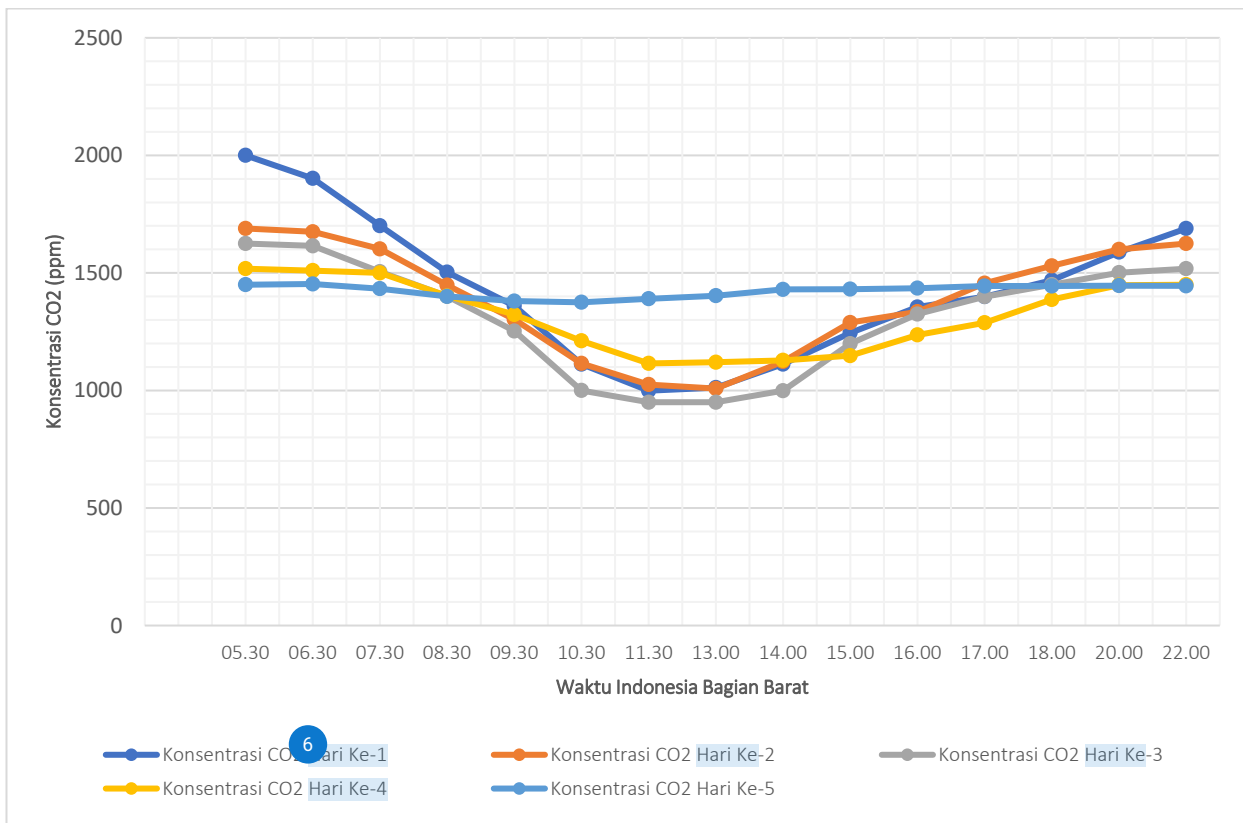
**Gambar 4.** Grafik Hubungan Konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan Waktu pada Bioreaktor Bahan Isian Rumput Paragis

Hasil yang didapat pada Tabel 1., 2. dan Gambar 3., 4. pada bahan isian rumput teki dan rumput paragis diketahui bahwa penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> terjadi pada jam 06.30 sampai dengan 11.30 WIB. Fotosintesis dapat berjalan dengan baik jika panjang gelombang 390 nm – 760 nm, panjang gelombang ini terjadi pada jam 06.30 – 10.00 (Fayjah, *et.al.*, 2019; Ahabuddin. *et.al.*, 2014). Setelah jam 15.00 WIB

sampai dengan jam 22.00 WIB, konsentrasi gas CO<sub>2</sub> kembali naik hal ini disebabkan oleh adanya aktifitas respirasi sel dengan merombak glukosa untuk menghasilkan ATP (*adenosine triphosphate*) dengan melepaskan gas CO<sub>2</sub>. Meskipun mengalami kenaikan tetapi konsentrasi CO<sub>2</sub> sudah berkurang karena proses fotosintesis yang terjadi.

**Tabel 3.** Konsentrasi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada Bioreaktor dengan Bahan Isian Rumput Meniran pada Berbagai Variasi Waktu

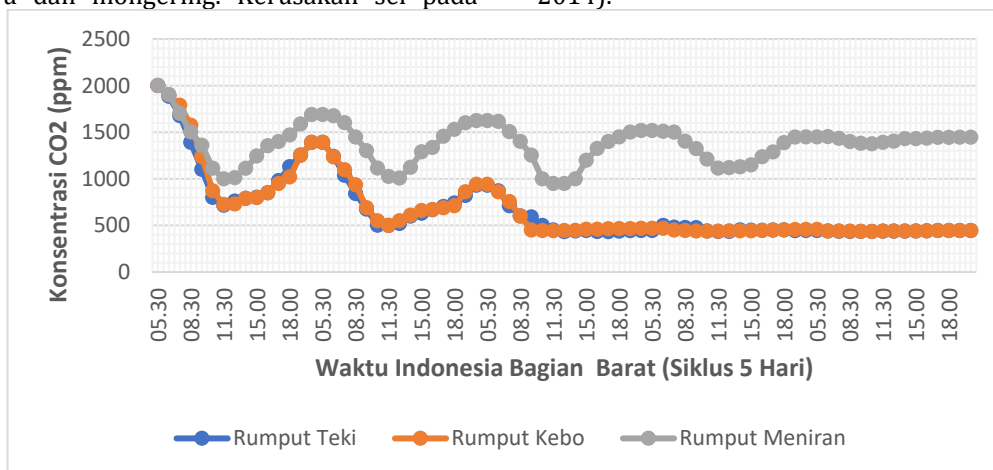
Waktu (WIB)	Konsentrasi Gas Hari ke-1 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-2 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-3 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-4 (ppm)		Konsentrasi Gas Hari ke-5 (ppm)	
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
05.30	2000	20,9	1689	20,9	1625	20,9	1518	20,9	1450	20,9
06.30	1902	20,9	1675	20,9	1615	20,9	1510	20,9	1453	20,9
07.30	1701	20,9	1602	20,9	1505	20,9	1500	20,9	1433	20,9
08.30	1503	20,9	1448	20,9	1401	20,9	1402	20,9	1400	20,9
09.30	1360	20,9	1302	20,9	1253	20,9	1323	20,9	1380	20,9
10.30	1112	20,9	1115	20,9	1000	20,9	1211	20,9	1375	20,9
11.30	999	20,9	1025	20,9	950	20,9	1115	20,9	1390	20,9
13.00	1012	20,9	1008	20,9	950	20,9	1120	20,9	1403	20,9
14.00	1112	20,9	1123	20,9	999	20,9	1128	20,9	1430	20,9
15.00	1245	20,9	1289	20,9	1199	20,9	1148	20,9	1431	20,9
16.00	1355	20,9	1335	20,9	1325	20,9	1236	20,9	1435	20,9
17.00	1399	20,9	1456	20,9	1399	20,9	1288	20,9	1444	20,9
18.00	1469	20,9	1530	20,9	1450	20,9	1387	20,9	1444	20,9
20.00	1588	20,9	1600	20,9	1501	20,9	1448	20,9	1446	20,9
22.00	1689	20,9	1625	20,9	1518	20,9	1450	20,9	1445	20,9



Gambar 5. Grafik Hubungan Konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan Waktu pada Bioreaktor Bahan Isian Rumput Meniran

Pada Tabel 3. dan Gambar 5. terlihat bahwa tanaman rumput meniran tidak tahan terhadap konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi (2000 ppm). Pada bioreaktor ditandai dengan rontoknya daun meniran dan pada hari ke-5 terlihat layu dan mengering. Kerusakan sel pada

tanaman rumput meniran dikarenakan pada konsentrasi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang tinggi yang mengakibatkan menutupnya stomata sehingga menurunkan aktifitas respirasi (Ahabuddin, *et.al*, 2014).



Gambar 6. Grafik Komparasi Bahan Isian Rumput-Rumputan pada Bioreaktor dalam Serapan Konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan Berbagai Variasi Waktu

Berdasarkan Gambar 6. dapat diketahui laju reaksi fotosintesis dari persamaan :

$$\frac{dC_{CO_2}}{dt} = -K_f(C_{CO_2} - C_{CO_2}^0) , \text{ yang ditunjukkan dalam Tabel 4.}$$

Tabel 4. Nilai K<sub>f</sub> pada Variasi Bahan Isian Bioreaktor

Jenis Bahan Isian	Harga K <sub>f</sub> , jam <sup>-1</sup>
-------------------	--

	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Harga $K_f$ Rata-Rata, jam <sup>-1</sup>
<b>Rumput Teki</b>	0,186511	0,189635	0,115404	0,013178	0,001674	<b>0,101281</b>
<b>Rumput Paragis</b>	0,177768	0,183963	0,146194	0,012633	0,007961	<b>0,105704</b>
<b>Rumput Meniran</b>	0,120702	0,086455	0,092247	0,053304	0,003993	<b>0,071340</b>

Tabel 4. menunjukkan bahwa hari ke-1,2 dan ke-3, laju reaksi relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan hari berikutnya yakni hari ke-4 dan hari ke-5, hal ini disebabkan oleh konsentrasi CO<sub>2</sub> yang masih tinggi optimal di 1000 ppm, yang menurut Blom, 2002, akan memacu metabolisme tumbuhan untuk tumbuh lebih cepat hingga 50% (Blom, *et.al.*, 2002). Fisiologis struktur daun pada rumput teki dan paragis cenderung hampir sama, tetapi berbeda dengan rumput meniran, sehingga penyerapan cahaya matahari / UV akan berbeda, perbedaan ini berakibat pada produksi klorofil a. Klorofil a berperan dalam mempengaruhi sintesis klorofil b yang bertanggungjawab pada metabolisme tumbuhan (proses fotosintesis). Rasio klorofil a/b tersebut mempengaruhi laju reaksi (Yustiningsih, 2019). Dengan besarnya konstanta laju reaksi maka kecepatan fotosintesis akan semakin cepat. Berdasarkan data yang diperoleh dari penggunaan bioreaktor yang dirancang, bahan isian yang efektif adalah rumput teki dan rumput paragis.

#### 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini spesifikasi rancangan bioreaktor adalah sebagai berikut :

Panjang	: 1 meter
Tinggi	: 1,5 meter
Jarak ketinggian rak media tanaman	: 0,4 meter
Lampu UV	: 50 W
Fan/Blower	: 50 W
Jumlah hole media tanaman	: 100
Indikator	: CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , Kelembaban dan Suhu
Dimensi Pintu 1	: panjang 60 cm; lebar 50 cm
Dimensi Pintu 2	: panjang 20 cm; lebar 25 cm

Pada konsentrasi 2000 ppm bahan isian yang efektif adalah rumput teki dan rumput paragis. Konstanta laju penyerapan CO<sub>2</sub> rata-rata pada rumput teki adalah 0,101281/jam. Konstanta laju penyerapan CO<sub>2</sub> rata-rata pada rumput paragis adalah 0,105704/jam

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Cilacap dalam hal ini LP3M yang telah memberikan pembiayaan terhadap penelitian yang dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Ahabuddin, Kheriyah, Chadijah. 2014. Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Terhadap Pertumbuhan Populasi Dan Performansi

Fitoplankton Adopsi (*Emiliana Huxleyi* Sp) Skala Laboratorium. *Octopus*. Vol.3. No.2.: 309-319

Air Quality Science IAQ Resource Center (Aerias). 2005. Carbon Dioxide: A Common Indoor Air Pollutant. [www.Aerias.com](http://www.Aerias.com)

Blom, T.J.; W.A. Straver; F.J. Ingratta; Shalin Khosla; Wayne Brown. 2002. Carbon Dioxide In Greenhouses.

Churchill, S.W., 1974. Interpretation and Use of Rate Data The Rate Concept., 1st ed., p.8., Scripta Publishing Company. Washington D.C.

Ervina, M.N. Mulyono, Y. 2019. Etnobotani Meniran Hijau (*Phyllanthus Ninuri* L) Sebagai Potensi Obat Kayap Ular (*Herpes Zoster*) dalam Tradisi Suku Dayak Ngaju. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, Vol. 1, No. 1: 30-38

Fauziah, A., Bengen, D.G., Kawaroe, M., Effendi, H., Krisanti, M., 2019. Hubungan Antara Ketersediaan Cahaya Matahari dan Konsentrasi Pigmen Fotosintetik Di Perairan Selat Bali. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 11 No. 1; 37-48

Gayathri, R., Mahboob, S., Govindarajan, M., Khalid A., Al-Ghanim, Ahmed, Z., Al-Mulhm, N., Vodovnik, M., Vijayalakshmi, S., 2020., A review on Biological Carbon Sequestration: A Sustainable Solution for A Cleaner Air Environment, Less Pollution and Lower Health Risks. *Journal of King Saud University – Science* 33. 101282

Hariana, A., Rahman, A., Gunawan., 2020., Estimasi Karbon Tersimpan pada Alang-Alang (*Imperata cylindrica* Beauv.) di Lahan Kering. *Jurnal Bioscientiae*, Vol. 17, 1, p.40-51

International Energy Agency. Energy technology Perspectives 2017-executive summary. *Int Energy Agency Publ* 2017;371. [https://doi.org/10.1787/energy\\_tech-2014-en](https://doi.org/10.1787/energy_tech-2014-en).

Jajesniak, P., Eldin, H., Hhhhhggg Ali, M.O., Wong, T.S., 2014., Carbon Dioxide Capture and Utilization using Biological Systems: Opportunities and Challenges., *J Bioprocess Biotech* 4: 155 doi: 10.4172/2155-9821.1000155

Kartika, T. 2017. Potensi Tumbuhan Liar Berkhasiat Obat di Sekitar Pekarangan Kelurahan Silaberanti Kecamatan Silaberanti, *Sainmatika*. Vol. 14. No 2: 89-99

Lailati, M., 2013., Kemampuan Rosot Karbondioksida 15 Jenis Tanaman Koleksi Di Kebun Raya Bogor (Carbondioxide Sink Ability Of 15 Plant Species Collection In Bogor Botanical Garden), *Widyariset*, Vol. 16 No. 2.: 277-286

Larasati, E. Peran Sentral Indonesia dalam Mendorong Penanganan Perubahan Iklim di Tingkat Dunia. *Glasgow*, 1 November 2021: <https://www.kemenkeu.go.id/publikasi/berita/pera-n-sentral-indonesia-dalam-mendorong-penanganan-perubahan-iklim-di-tingkat-dunia/>. [Accessed 31 Maret 2022].

Lenton, T.M., 2010., The potential for land-based biological CO<sub>2</sub> removal to lower future atmospheric CO<sub>2</sub> concentration, *Journal Carbon Management*. 1:1, 145-160

MacDowell, N., Florin, N., Buchard, A., Hallett, J., Galindo, A., Jackson, G., Adjiman, C.S., Williams, C.K., Shah, N.,

- Fennell, P., 2010. An overview of CO<sub>2</sub> capture technologies. *Energy Environ. Sci.* 3, 1645–1669
- Masson-Delmotte V, Zhai P, Portner H-O, Roberts D, Skea J, Shukla PR, et al. Global warming of 1.5° C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/download/>. [Accessed 31 Maret 2022].
- Najafpour, Ghasem., 2007. *Bioreactor Design.*, p.142-169., doi: 10.1016/B978-044452845-2/50006-9.
- Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim Nomor : P5 / PPI / SET / KUM I / 12 / 2017
- Purba, E., Khairunisa, A.C., 2012. Kajian Awal Laju Reaksi Fotosintesis untuk Penyerapan Gas CO<sub>2</sub> Menggunakan Mikroalga *Tetraselmis Chuii*. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 6 No.1 p.7-13
- Singh, J., Dhar, D.W., 2019., Overview of Carbon Capture Technology: Microalgal Biorefinery Concept and State-of-the-Art, *Journal of Frontiers in Marine Science*. 6. 29
- Smith S.J, Aardenne J.V, Klimont Z, Volke A, Arias S.D, 2010, Anthropogenic Sulfur Dioxide Emissions: 1850-2005, *Atmospheric Chemistry and Physics Discussion (ACPD)*, Vol 10, hal 16111-16151.
- Sreenivasulu M, Ramesh P, Damodharam T. 2015. Effect of Glyphosate on Chlorophyll and Carotenoids in Weed Species (*Parthenium hysterophorus* L. and *Cyperus rotundus* L.). *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research.*; Vol. V No.4:116-123.
- Suhaila, A. Gani, A. Tanjung, Y. Yustika, D. Tondang, C.K., Parderde, J.A. 2021. Pengembangan Produk Permen Rumput Untuk Pereda Nyeri Haid Dikalangan Remaja Kota Binjai. Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat, Seminar dalam Jaringan LPPM Universitas Negeri Medan. p. 358-362
- Susianti. 2015. Potensi Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) sebagai Agen Antikanker. *Prosiding Seminar Presentasi Artikel Ilmiah*:52-57. Universitas Negeri Lampung, Bandar Lampung
- Sutoyo.,2011. Masalah Dan Peranan Co<sub>2</sub> Pada Produksi Tanaman. *Buana Sains* Vol. 11 No 1.; 83-90
- UNFCCC. Conference of the parties (COP). Paris Agreement 2015;32. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [Accessed 31 Maret 2022].
- Yustiningsih, M. 2019. Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis Pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol. IV. No.2 : 44-49
- <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/00-077.htm>. [Accessed 31 Oktober 2022].
- <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>[Accessed, 20 November 2022]
- <https://kalteng.antaranews.com/berita/467610/pan-en-meningkat-peran-fotosintesis-tanaman-dioptimalkan-melalui-psb> [Accessed 13 Oktober 2022]
- <https://widyariset.pusbindiklat.lipi.go.id/index.php/widyariset/article/download/117/107>

● **14% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 14% Internet database
- 4% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 9% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	<b>core.ac.uk</b> Internet	3%
2	<b>Universitas Amikom on 2020-12-19</b> Submitted works	1%
3	<b>ditjenppi.menlhk.go.id</b> Internet	<1%
4	<b>repository.radenintan.ac.id</b> Internet	<1%
5	<b>jp.stikesalirsyadclp.ac.id</b> Internet	<1%
6	<b>repository.ub.ac.id</b> Internet	<1%
7	<b>ppjp.ulm.ac.id</b> Internet	<1%
8	<b>text-id.123dok.com</b> Internet	<1%

9	<b>researchgate.net</b>	Internet	<1%
10	<b>Universitas Jenderal Soedirman on 2022-05-22</b>	Submitted works	<1%
11	<b>forda-mof.org</b>	Internet	<1%
12	<b>Universitas Diponegoro on 2022-02-11</b>	Submitted works	<1%
13	<b>slideshare.net</b>	Internet	<1%
14	<b>peraturan.bpk.go.id</b>	Internet	<1%
15	<b>jurnalinterest.com</b>	Internet	<1%
16	<b>moam.info</b>	Internet	<1%
17	<b>repository.ung.ac.id</b>	Internet	<1%
18	<b>Amelia Rumi. "FERMENTASI NATA DARI SARI BUAH KURMA (Phoenix ...</b>	Crossref	<1%
19	<b>repository.upi.edu</b>	Internet	<1%
20	<b>spbgik.ru</b>	Internet	<1%



21	<b>scribd.com</b> Internet	<1%
22	<b>jurnal.univpgri-palembang.ac.id</b> Internet	<1%
23	<b>sains.kompas.com</b> Internet	<1%
24	<b>ecologica.bg</b> Internet	<1%
25	<b>eprints.ums.ac.id</b> Internet	<1%
26	<b>coursehero.com</b> Internet	<1%
27	<b>teses.usp.br</b> Internet	<1%