

## Teknologi Pemurnian Udara *Ceratophyllum demersum* untuk Mengatasi *Sick Building Syndrome*

### *Ceratophyllum demersum* Air Purification Technology to Solve Sick Building Syndrome

Erna Widayarsi\*, Fauzan Farel Al Ghifari, Andhika Rhaifahrizal Hartono

SMP Al Azhar Syifa Budi, Surakarta, 57139

\*Corresponding author: supmatahari@yahoo.com

**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk membuat model pemurnian udara menggunakan bahan akrilik untuk mengatasi *sick building syndrome*. *Sick building syndrome* adalah situasi dimana penghuni gedung mengeluhkan permasalahan kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan selama mereka berada di dalam gedung. Keluhan berupa sakit kepala, lesu, iritasi mata dan kulit, serta berbagai gangguan pernafasan akan timbul ketika mereka berada di dalam gedung dengan kualitas ruangan yang buruk. Asap dari kebakaran hutan merupakan salah satu faktor penyebab dari *sick building syndrome*. Perlakuan aerasi dan penambahan tumbuhan air dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut (DO) dalam air dan oksigen (O<sub>2</sub>) pada udara. Tumbuhan yang digunakan adalah *Ceratophyllum demersum* karena tumbuhan ini menghasilkan oksigen terbanyak dan mengkonsumsi oksigen paling sedikit jika dibandingkan dengan tumbuhan air lainnya.

**Keywords:** Pemurnian Udara, *Ceratophyllum demersum*, *Sick Building Syndrome*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Sick building syndrome* adalah situasi dimana penghuni gedung mengeluhkan permasalahan kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan selama mereka berada di dalam gedung tersebut. Keluhan dan tanda berupa sakit kepala, lesu, iritasi mata dan kulit, serta berbagai gangguan pernafasan akan timbul ketika mereka berada di dalam gedung dengan kualitas ruangan yang buruk. Polusi udara yang disebabkan kebakaran hutan merupakan faktor paling berbahaya penyebab *sick building syndrome*.

Kebakaran hutan yang terjadi di beberapa wilayah Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya terjadi karena tindakan oknum yang tidak bertanggung jawab. Adanya keinginan untuk mendapatkan keuntungan yang besar dalam waktu singkat mengakibatkan oknum tersebut mengambil jalan pintas dengan cara membakar lahan untuk membuka akses ke hutan. Hal tersebut akan merugikan banyak pihak. Polusi udara yang dihasilkan dari kebakaran hutan mengakibatkan banyak sekolah yang harus meliburkan siswanya. Hal tersebut pasti akan merugikan siswa karena aktivitas belajar mengajar terhenti. Siswa tidak dapat belajar untuk memperoleh ilmu sebagaimana mestinya.

Teknologi sederhana memakai *Ceratophyllum demersum* dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas udara. Pemurnian udara dengan menggunakan *Ceratophyllum demersum* mempunyai kemampuan memberikan kesegaran udara pada ruangan yang terkena polusi udara seperti karbon monoksida dan karbon dioksida. Oleh karena itu,

penulis membuat inovasi teknologi pemurnian udara yang dapat diterapkan di sekolah-sekolah dalam jangka waktu yang lama.

### 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. bagaimana cara membuat model teknologi pemurnian udara *Ceratophyllum demersum* untuk mengatasi *sick building syndrome*?
2. bagaimana hasil uji kandungan oksigen terlarut (DO) dan oksigen udara (O<sub>2</sub>) pada model pemurnian udara dengan *Ceratophyllum demersum*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. mengetahui cara membuat model teknologi pemurnian udara *Ceratophyllum demersum* untuk mengatasi *sick building syndrome*;
2. mengetahui hasil uji kandungan oksigen terlarut (DO) dan oksigen udara (O<sub>2</sub>) pada model pemurnian udara dengan *Ceratophyllum demersum*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah mengetahui cara membuat model teknologi pemurnian udara *Ceratophyllum demersum* untuk mengatasi *sick building syndrome* dan mengetahui hasil uji kandungan oksigen terlarut (DO) dan oksigen udara (O<sub>2</sub>) pada model pemurnian udara tersebut.



## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Polusi Udara

Polusi atau pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Umumnya gangguan kesehatan akibat dari pencemaran udara terjadi pada saluran pernafasan dan organ penglihatan (Rosha, *et al.*, 2013).

Kebakaran hutan yang terjadi di Sumatera dan Kalimantan merupakan fenomena yang terjadi setiap tahun. Namun walaupun rutin terjadi setiap tahun di Indonesia, belum ditemukan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut (Handayani, *et al.*, 2015). Lahan yang terbakar ini menjadi pemasok utama kabut asap dalam jumlah besar. Kabut yang segera menyebar luas ke area lainnya ini sangat mengganggu dan membuat kawasan menjadi tidak layak huni (Nurachman, 2015).

### 2.2 Sick Building Syndrome

*Sick Building Syndrome* (SBS) dikenal sejak tahun 1970. Di seluruh dunia 2,7 juta jiwa meninggal akibat polusi udara, 2,2 juta diantaranya akibat *indoor air pollution* atau polusi udara di dalam ruangan (Yulianti, *et al.*, 2012).

Menurut Adekayanti (2015), faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara suatu ruangan yang dapat menyebabkan SBS adalah:

1. kontaminan udara dalam ruangan seperti kontaminan biologis, formaldehid, bahan-bahan yang mudah menguap, sisa hasil pernafasan, sisa hasil pembakaran, dan partikel-partikel dalam udara;
2. faktor fisik meliputi suhu udara, kelembapan, dan kecepatan gerakan udara untuk sirkulasi;
3. sistem ventilasi udara dalam suatu ruangan yang ditempati oleh banyak orang dengan berbagai kondisi kesehatan akan memungkinkan terjadinya paparan infeksi melalui kontak dengan orang lain.

Lebih lanjut Adekayanti (2015) menyatakan bahwa gejala yang sering dialami oleh penderita SBS antara lain sakit kepala, mual, sesak nafas, letih, influenza, mengantuk, dan timbulnya iritasi kulit, mata, dan nasoparing.

### 2.3. Teknologi Pemurnian Udara

Teknologi pemurnian udara yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan teknik aerasi. Aerasi adalah salah satu usaha pengolahan limbah dengan cair dengan cara menambahkan udara ke dalam limbah cair tersebut. Perlakuan aerasi dapat menurunkan nilai BOD, COD, TDS, dan TSS karena dengan pemberian oksigen ke dalam air limbah akan dapat memenuhi kebutuhan oksigen oleh

mikroorganisme pengurai yang ada di dalam air limbah. Aerasi juga dapat menghilangkan karbondioksida (Anonim, 2012).

### 2.4. *Ceratophyllum demersum*

*Ceratophyllum demersum* adalah tumbuhan air yang panjangnya bisa mencapai 1-3 m. Tumbuhan ini tidak memiliki akar, namun kadang-kadang mengembangkan daun yang seperti akar untuk menenggelamkan diri ke dasar air. Tumbuhan air ini sering digunakan sebagai penghias akuarium karena dapat memproduksi oksigen yang tinggi ([www.wikipedia](http://www.wikipedia)).

Klasifikasi dari *Ceratophyllum demersum* sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Magnoliidae
Ordo	: Nymphaeales
Famili	: Ceratophyllaceae
Genus	: <i>Ceratophyllum</i>
Spesies	: <i>Ceratophyllum demersum</i> L.

([www.plantamor](http://www.plantamor)).



Gambar 1. *Ceratophyllum demersum*

### 2.5. Kandungan Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut/ DO merupakan banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan miligram per liter. Oksigen yang terlarut ini dipergunakan sebagai tanda derajat pengotoran limbah yang ada (Ramadhani, 2016).

### 3. METODE

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari tanggal 4 Januari 2017 sampai dengan tanggal 25 Maret 2017 di SMP Al-Azhar Syifa Budi Solo dan Laboratorium FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.

#### 3.2. Alat, Bahan, dan Cara Kerja

Alat dan bahan:

- a. Bahan yang digunakan:
  - *Ceratophyllum demersum*
  - Akrilik
  - lem akrilik
  - siku
- b. Peralatan yang digunakan:
  - suntikan untuk lem
  - bor
  - solder
  - palu
  - selang air kecil
  - DOMeter
  - pompa air akuarium

Cara Kerja:

- a. Pembuatan Model Pemurnian Udara  
Pembuatan model pemurnian udara dilakukan dengan membuat 4 ruang dengan bahan akrilik sebagai berikut:



Gambar 2. Model Pemurnian Udara

- Ruang A : ruang pembakaran/ ruang udara kotor  
Ruang B : tempat pompa air akuarium  
Ruang C : ruang aerasi  
Ruang D : ruang udara bersih

- b. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sensor DOMeter ke dalam ruang aerasi sebelum pembakaran, 5 menit setelah pembakaran dan aerasi, serta 30 menit setelah pembakaran dan aerasi untuk mendapatkan nilai DO, oksigen pada udara, dan suhu. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali.

#### 3.3. Metode Penelitian

Kuantitatif

#### 3.4. Teknik Pengumpulan Data

- a. Studi literatur
- b. Uji Laboratorium

#### 3.5. Teknik Analisis Data

Statistik Deskriptif

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pembuatan Model Pemurnian Udara

Model pemurnian udara yang disebabkan asap kebakaran hutan dibuat dengan bahan akrilik. Model dibuat dengan 4 ruang, yang terdiri atas ruang pembakaran yang diibaratkan udara luar yang terkontaminasi asap kebakaran hutan, ruang tempat pompa air sebagai model *exhaust*, ruang aerasi sebagai model akuarium yang berisi *Ceratophyllum demersum*, serta ruang udara bersih sebagai model dari ruang kelas. Ilustrasi sebagai berikut:



Gambar 3. Ilustrasi Ruang Kelas dengan Pemurnian Udara

### 4.2. Teknologi Pemurnian Udara

Pemurnian udara pada penelitian ini menggunakan teknik aerasi dengan tumbuhan *Ceratophyllum demersum*. *Ceratophyllum demersum* dipilih untuk model pemurnian ini karena paling banyak menyediakan oksigen dan tingkat konsumsi oksigen untuk respirasi lebih rendah daripada tumbuhan air lainnya (Puspitaningrum, et al., 2012).

Teknik aerasi dan tumbuhan *Ceratophyllum demersum* dibutuhkan untuk mengolah karbondioksida yang dihasilkan dari asap kebakaran menjadi oksigen. Aerasi menghasilkan gelembung-gelembung oksigen, *Ceratophyllum demersum* menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis.



### 4.3. Hasil Uji

Dari hasil pengukuran didapat data sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter DO

DO (3 kali ulangan)	Sebelum pembakaran (mg/l)	5 menit setelah pembakaran dan aerasi (mg/l)	30 menit setelah pembakaran dan aerasi (mg/l)
1	8,0	7,9	8,8
2	7,9	7,9	9,0
3	8,0	7,8	8,8
rata-rata	8,0	7,9	8,9

Tabel 2. Parameter O<sub>2</sub>

O <sub>2</sub> (3 kali ulangan)	Sebelum pembakaran (%)	5 menit setelah pembakaran dan aerasi (%)	30 menit setelah pembakaran dan aerasi (%)
1	21	19,6	28
2	20	19,8	28
3	20,5	19,5	29
rata-rata	20,5	19,6	28

Tabel 3. Parameter Suhu

Suhu (3 kali ulangan)	Sebelum pembakaran (0C)	5 menit setelah pembakaran dan aerasi (0C)	30 menit setelah pembakaran dan aerasi (0C)
1	27,5	30	28,9
2	28,5	29,4	28,8
3	28,8	28,2	28,8
rata-rata	28,2	29,2	28,8

*Ceratophyllum demersum* efektif meningkatkan kadar oksigen dalam air melalui proses fotosintesis. Tumbuhan ini membutuhkan karbondioksida untuk bahan fotosintesis. Tumbuhan akuatik lebih menyukai karbondioksida sebagai sumber karbon dibandingkan dengan bikarbonat dan karbonat. Energi matahari/ lampu diserap oleh klorofil dan digunakan untuk menguraikan molekul air, membentuk gas oksigen, dan mereduksi molekul NADP menjadi NADPH. Karbondioksida dalam proses fotosintesis diserap dan oksigen dilepas ke dalam air.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan oksigen yang terlarut dalam air (DO) sebelum perlakuan adalah 8,0 dan menurun setelah 5 menit perlakuan. Setelah 30 menit perlakuan kandungan oksigen terlarut kembali meningkat menjadi 8,9. Peningkatan angka DO disebabkan adanya penambahan oksigen melalui proses aerasi dan fotosintesis tumbuhan

*Ceratophyllum demersum*. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 kriteria baku mutu air kelas I, DO pada model penjernihan udara memenuhi batas mutu air dengan batas minimum DO yakni 6,0.

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata oksigen dalam udara sebelum perlakuan adalah 20,5 % dan menurun setelah 5 menit perlakuan yakni 19,6 %, serta meningkat kembali setelah 30 menit perlakuan yakni 28 %. Oksigen berperan sebagai pengoksidasi dan pereduksi bahan kimia beracun menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak beracun. Oksigen yang terlarut dalam air akan menuju udara bebas melalui proses difusi. Menurut Salmin (2005), pada lapisan permukaan air kadar oksigen akan lebih tinggi, karena merupakan batas adanya proses difusi antara air dengan udara bebas dari proses fotosintesis. Komposisi oksigen dalam udara rata-rata adalah 21 % dari total udara.

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata suhu sebelum perlakuan adalah 28,2 °C dan meningkat 5 menit setelah perlakuan yakni menjadi 29,2 °C, dan kembali menurun 30 menit setelah perlakuan yakni 28,8 °C. Meningkatnya suhu pada 5 menit perlakuan disebabkan belum adanya proses aerasi sebelumnya. Asap dari pembakaran juga dapat meningkatkan suhu.

Berdasarkan data-data hasil uji model penjernihan udara dapat disimpulkan bahwa kabut asap dapat dijernihkan melalui sistem aerasi. Penambahan tumbuhan *Ceratophyllum demersum* dapat meningkatkan oksigen terlarut dan oksigen udara melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, sekolah yang mengalami *sick building syndrome* karena asap kebakaran menjadi aman dan siswa dapat belajar dengan tenang tanpa khawatir tentang bahaya kesehatan akibat polusi udara.

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab IV dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. cara membuat teknologi pemurnian udara dapat dilakukan dengan membuat model dengan bahan acrylic dengan pompa air kecil sebagai model dari *exhaust* dan penambahan tumbuhan *Ceratophyllum demersum* sebagai penyedia oksigen terlarut dan oksigen udara;
2. dari data pengujian, kandungan oksigen terlarut (DO) dan oksigen udara (O<sub>2</sub>) menurun setelah 5 menit perlakuan dan meningkat kembali setelah 30 menit perlakuan. Peningkatan angka DO dan O<sub>2</sub> disebabkan adanya penambahan oksigen melalui proses aerasi dan fotosintesis tumbuhan *Ceratophyllum demersum*.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Adekayanti, R. (2015). "Pengaruh Penggunaan *Air Conditioner* terhadap Gangguan Kesehatan yang Berdampak terhadap Kebugaran



- Pelajar". Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim. (2012). <http://arsip-perikanan.blogspot.co.id/2012/03/pengaruh-aerasi-terhadap-organisme-air.html> (diunduh tanggal 21 Januari 2017).
- Handayani, F., Sophyana, Y., Masykur, V., Fauzia, E., Soraya, F. (2015). "Mikrobiologi Lingkungan Kabut Asap dan Usaha Penanganannya". Makalah. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Nurachman, Z. (2015). "Atasi Dampak Kabut Asap dengan Alat Sederhana". ITB News.
- Puspitaningrum, M., Izzati, M., Haryanti, S. (2012). "Produksi dan Konsumsi Oksigen Terlarut oleh Beberapa Tumbuhan Air". *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. XX, 1, 47-55.
- Ramadhani, E. (2016). "Analisis Pencemaran Kualitas Air Sungai Bengawan Solo akibat Limbah Industri di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar". Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rosha, P. T., Fitriyana., M. N., Ulfa., S. F., Dharminto. (2013). "Pemanfaatan Sansevieria Tanaman Hias Penyerap Polutan sebagai Upaya Mengurangi Pencemaran Udara di Kota Semarang". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*. 3, 1, 1-6.
- Salmin. (2005). "Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai salah satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan". *Oseana*. XXX, 3, 21-26
- Yulianti, D., Ikhsan, M., Wiyono, W. H. (2012). "Sick Building Syndrome". *CDK-189*. 39, 1, 21-24.

**Diskusi:****Penanya:**

**Elly Purwanti (UMM-Malang)**

**Saran:**

untuk *sick building syndrome* lebih kepada psikologi.

**Jawab:**

Sepengetahuan penulis, *sick building syndrome* adalah penyakit/gangguan nonspikis dimana penghuni gedung atau bangunan mengalami gangguan kesehatan akut dan efek yang timbul karena gedung bermasalah.