

## PERANCANGAN DESAIN METODE PENYISIHAN KADAR BESI (FE) PADA AIR SUMUR

Priyono, Wahyu Zolla R, Muhammad Sabiq R

[pri\\_cillo@yahoo.com](mailto:pri_cillo@yahoo.com)

PT Adhi Persada Beton Pabrik Margorejo Yogyakarta

### ABSTRAK

Penerapan metode penyisihan kadar besi pada air sumur sebagai salah satu upaya pengelolaan dalam rangka mewujudkan air sumur yang sehat dan ramah lingkungan. Selain itu, parameter air yang melebihi baku mutu memiliki dampak signifikan terhadap perizinan lingkungan khususnya di Pabrik *Precast* Margorejo. Penerapan metode penyisihan kadar besi dengan menggunakan metode Fitoremediasi tanaman eceng gondok dan paku air, yang memanfaatkan tanaman air di sekitar pabrik. Penelitian ini berfokus pada perancangan metode inovatif untuk menyisihkan kadar besi (Fe) dalam air sumur dengan tujuan sebagai pemanfaatan air sumur yang dapat meningkatkan kualitas hidup pengguna, juga dapat digunakan sebagai sumber pengairan hidroponik dan kepatuhan terhadap perizinan lingkungan. Metode penyisihan dikembangkan dengan memanfaatkan kombinasi teknologi fisika dan kimia, melibatkan penggunaan bahan filtrasi yang selektif terhadap besi. Pengujian dilakukan terhadap berbagai sampel air sumur dengan menganalisis efisiensi penyisihan dan perubahan karakteristik air setelah proses perlakuan selanjutnya, air yang telah terbebas dari besi dimanfaatkan sebagai media pengairan hidroponik yang dimana dapat dioptimalkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kemampuannya untuk menyerap CO<sub>2</sub> dan menghasilkan O<sub>2</sub> sehingga dapat menekan pengurangan emisi gas rumah kaca di lingkungan pabrik. Selain itu, menjaga kualitas air sumur sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan adalah bagian penting dari tanggung jawab perusahaan terhadap lingkungan dan kepatuhan terhadap peraturan perizinan lingkungan..

**Kata Kunci: Air Sumur, Fitoremediasi, Hidroponik, Emisi Gas Rumah Kaca, Perizinan Lingkungan**

### *Abstract*

*The application of iron content removal methods in well water is one of the management efforts to achieve healthy and environmentally friendly well water. Additionally, parameters of water that exceed quality standards have a significant impact on environmental permitting, particularly at the Margorejo Precast Factory. The implementation of iron content removal using phytoremediation methods with water hyacinth and water fern plants, which utilize aquatic plants around the factory, is investigated. This study focuses on designing an innovative method to remove iron (Fe) in well water with the aim of utilizing well water to improve the quality of life for users. It can also be used as a source of irrigation for hydroponics and to comply with environmental permits. The removal method is developed by leveraging a combination of physical and chemical technologies, involving the use of filtration materials that are selective for iron. Testing is conducted on various well water samples by analyzing the removal efficiency and changes in water characteristics after the treatment process. The iron-free water is then used as a hydroponic irrigation medium, which can be optimized to enhance plant growth and its ability to absorb CO<sub>2</sub> and produce O<sub>2</sub>, thereby reducing greenhouse gas emissions in the factory environment. Furthermore, maintaining well water quality in accordance with established standards is an important part of the company's responsibility towards the environment and compliance with environmental permitting regulations.*

***Keywords: Well Water, Phytoremediation, Hydroponics, Greenhouse Gas Emissions, Environmental Permittin***

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Air sumur merupakan sumber air bersih terbesar yang digunakan, maka kemungkinan terjadinya penurunan kualitas air ini perlu diperhatikan. pada umumnya air tanah mengandung kation dan anion terlarut dan beberapa senyawa anorganik. ion-ion yang sering ditemui pada air tanah adalah besi. adanya kandungan besi (Fe) dalam air yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, menimbulkan bau yang kurang enak dan menyebabkan warna bercak-bercak kuning. oleh karena itu, keberadaan kadar besi (Fe) dalam jumlah yang melebihi standar harus dikurangi melalui pengolahan.

Besi (Fe) adalah salah satu dari lebih unsur-unsur yang penting dalam air permukaan dan air tanah. senyawa besi dalam jumlah kecil di tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel dalam darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. tetapi zat besi (Fe) yang melebihi dosis dalam tubuh akan menyebabkan masalah kesehatan. besi dapat terakumulasi dalam tubuh melalui absorpsi kulit dan saluran pencernaan. Akumulasi besi (Fe) dalam tubuh menyebabkan efek kronik seperti hemokromatosis. Besi (Fe) dalam jumlah melebihi harus dikurangi.

Berdasarkan hasil yang dilakukan pada salah satu air sumur yang berada di PT Adhi Persada Beton Pabrik Margorejo

Yogyakarta, pada saat dilakukan pengujian laboratorium dari bali besar teknik kesehatan lingkungan dan pengendalian penyakit Yogyakarta, didapatkan hasil kadar besi (Fe) adalah 0,3889 mg/L hasil tersebut menunjukkan bahwa melebihi kadar maksimum 0,2 mg/L yang dilakukan dengan metode uji SNI 6989.84-2019 dari hasil tersebut dikarenakan pengolahan air sumur yang masih belum sesuai.

Dalam rangka mewujudkan air sumur yang sehat dan ramah lingkungan, perlu diterapkan metode inovatif yang mampu menyisihkan kadar besi secara efektif. Salah satu metode yang diusulkan adalah Fitoremediasi, yang memanfaatkan tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Paku Air (*Azolla Pinnata*) yang tumbuh di sekitar pabrik. Tanaman ini memiliki kemampuan alami untuk menyerap logam berat, termasuk besi, sehingga dapat digunakan sebagai agen penyisih alami dalam proses pengolahan air sumur.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan metode kombinasi teknologi fisika dan kimia untuk meningkatkan efisiensi penyisihan besi dari air sumur. Penggunaan bahan filtrasi yang selektif terhadap besi memungkinkan proses penyisihan yang lebih efektif, diikuti dengan analisis perubahan karakteristik air setelah perlakuan.

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti melakukan intervensi dalam penggunaan metode penyisihan kadar besi (Fe) air sumur pada Pabrik Margorejo yang biasa digunakan untuk aktivitas sehari-hari. Air yang telah terbebas dari besi diharapkan tidak hanya layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, tetapi juga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pengairan hidroponik. Ini dapat memberikan manfaat ganda, yaitu meningkatkan kualitas hidup pengguna air sumur dan berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca melalui peningkatan penyerapan CO<sub>2</sub> dan produksi O<sub>2</sub> oleh tanaman hidroponik.

Selain itu, menjaga kualitas air sumur sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan merupakan bagian dari tanggung jawab perusahaan dalam mematuhi peraturan perizinan lingkungan. Upaya ini tidak hanya bertujuan untuk keberlanjutan lingkungan, tetapi juga untuk memastikan bahwa operasional perusahaan tetap berkesinambungan dan ramah lingkungan, air bisa kembali normal dan tidak membahayakan lingkungan, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diketahui bahwa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa efektif penerapan metode Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Paku Air (*Azolla Pinnata*) dalam mengurangi kadar besi (Fe) pada air sumur?
2. Bagaimana perubahan karakteristik air sumur setelah penerapan metode penyisihan kadar besi, dan apakah air hasil perlakuan tersebut layak untuk digunakan sebagai sumber pengairan hidroponik yang dalam berkelanjutan dapat menekan emisi gas rumah kaca di lingkungan pabrik?
3. Bagaimana penerapan metode penyisihan kadar besi ini dapat berkontribusi terhadap pemenuhan standar perizinan lingkungan dan peningkatan kualitas hidup di sekitar pabrik?

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menilai efektivitas penerapan metode Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Paku Air (*Azolla Pinnata*) dalam mengurangi kadar besi (Fe) pada air sumur.
2. Menganalisis perubahan karakteristik air sumur setelah penerapan metode penyisihan kadar besi, serta mengevaluasi kelayakan air hasil

perlakuan untuk digunakan sebagai sumber pengairan hidroponik, yang berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca di lingkungan pabrik.

3. Mengidentifikasi kontribusi penerapan metode penyisihan kadar besi terhadap pemenuhan standar perizinan lingkungan dan peningkatan kualitas hidup di sekitar pabrik Precast Margorejo.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi praktis dan ilmiah untuk mengurangi kadar besi (Fe) dalam air sumur, yang dapat diadopsi oleh industri lain dengan permasalahan serupa.
2. Memperbaiki kualitas air sumur sehingga layak digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk sebagai sumber pengairan hidroponik yang ramah lingkungan dan dapat mendukung keberlanjutan lingkungan yang berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca sehingga berkontribusi pada upaya mitigasi perubahan iklim.
3. Membantu Pabrik Precast Margorejo dalam memenuhi standar perizinan lingkungan yang berlaku, sehingga operasional perusahaan dapat berjalan dengan lebih efisien dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.

4. Meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab lingkungan di kalangan perusahaan dan masyarakat sekitar, dengan menunjukkan bahwa solusi ramah lingkungan dapat diterapkan secara efektif dan memberikan manfaat nyata.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Kerangka Konsep**

#### **Air Sumur**

Air sumur merupakan salah satu sumber air bersih yang digunakan manusia untuk berbagai kebutuhan sehari-hari, seperti minum, mandi, mencuci, dan keperluan lainnya. Air sumur berasal dari air tanah, yang merupakan air hujan yang meresap ke dalam tanah dan tersimpan dalam lapisan bawah tanah. Proses alami ini memungkinkan air hujan menembus beberapa lapisan tanah, menyerap berbagai mineral seperti kalsium, magnesium, dan logam berat seperti besi (Fe). Sumur yang digunakan untuk menampung air ini biasanya digali menggunakan mesin bor atau excavator, dengan kedalaman yang bervariasi tergantung pada kondisi tanah di sekitarnya. Melalui proses filtrasi alami dalam tanah, air sumur menjadi bersih dan layak digunakan.

#### **Besi (Fe)**

Besi (Fe) adalah logam yang banyak terdapat di dalam tanah dan juga penting bagi tubuh dalam jumlah kecil. Besi memiliki sifat

feromagnetik dan padat, dengan massa jenis  $7,86 \text{ g/cm}^3$  pada suhu kamar. Namun, kelebihan besi dalam tubuh dapat menyebabkan masalah kesehatan serius seperti serangan jantung, gangguan pembuluh darah, dan kanker hati. Logam ini juga bersifat akumulatif, terutama di organ penyaringan, yang dapat mengganggu fungsi fisiologis tubuh. Air yang tercemar besi sering memiliki warna kuning hingga merah kecoklatan dan rasa pahit atau masam.

Besi adalah elemen yang tersebar luas di batuan dan air di seluruh bumi. Kandungan besi dalam air sangat dipengaruhi oleh formasi geologi yang dilaluinya. Semakin lama air berinteraksi dengan batuan yang mengandung besi, semakin tinggi konsentrasi besi yang terlarut dalam air. Konsentrasi besi yang tinggi dapat mengakibatkan perubahan warna air dan menyebabkan karat pada peralatan logam serta perubahan warna pada pakaian. Selain itu, paparan besi berlebih dalam tubuh dapat meningkatkan risiko penyakit serius seperti jantung koroner, diabetes, kanker, dan infeksi penyakit systemic lupus erythematosus.

### **Fitoremediasi**

Fitoremediasi adalah metode yang memanfaatkan tanaman untuk menyerap, mendegradasi, dan menghilangkan bahan pencemar, khususnya logam berat dan senyawa organik, dari lingkungan. Metode ini bisa dilakukan secara ex situ dengan

reaktor atau secara in situ dengan menanam langsung pada tanah yang terkontaminasi. Tanaman seperti eceng gondok, kangkung air, dan tanaman air lainnya sering digunakan dalam fitoremediasi untuk mengolah limbah cair, dengan cara mengubah zat pencemar menjadi bentuk yang lebih aman atau dapat diuraikan oleh lingkungan.

Fitoremediasi populer sebagai alternatif pengolahan air tercemar karena biaya yang relatif rendah, metode yang sederhana, dan ketersediaan tanaman air yang melimpah di Indonesia. Metode ini sering digunakan dengan tanaman seperti eceng gondok dan paku air, baik secara individual maupun kombinasi, untuk meningkatkan kualitas air yang tercemar.

### **Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)**

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah tanaman air dengan daun besar berbentuk bundar atau hati yang mengapung di permukaan air. Tanaman ini memiliki akar panjang yang menyelam ke dalam lumpur, mendukung pertumbuhan dan menyediakan habitat bagi organisme perairan. Eceng gondok tumbuh sangat cepat, dengan kemampuan mereproduksi diri dan membentuk "tikar" tebal di permukaan air, yang dapat menghalangi cahaya matahari dan mengurangi oksigen, sehingga mengganggu ekosistem perairan.

Meskipun sering dianggap sebagai tanaman pengganggu, eceng gondok juga

bermanfaat dalam mengatasi pencemaran air, baik dari limbah industri maupun rumah tangga. Karena kemampuannya menyerap zat pencemar lebih besar dibandingkan tanaman lain, eceng gondok sering digunakan untuk memperbaiki kualitas air yang tercemar.

### **Paku Air (*Azolla Pinnata*)**

Paku Air (*Azolla Pinnata*) adalah tanaman air kecil berukuran 3-4 cm yang bersimbiosis dengan *Cyanobacteria Anabaena Azolla*, yang membantu memfiksasi nitrogen (N<sub>2</sub>) dan meningkatkan kualitas nutrisinya. Tanaman ini telah digunakan selama berabad-abad di Cina sebagai sumber nitrogen bagi padi sawah. Daunnya kecil dan saling menindih, dengan permukaan atas berwarna hijau, coklat, atau kemerahan, sementara bagian bawahnya berwarna coklat transparan. Ketika terkena sinar matahari penuh, terutama pada akhir musim panas dan musim semi, Paku Air dapat memproduksi antosianin yang memberikan warna kemerahan pada daunnya.

### **Hidroponik**

Hidroponik adalah metode bercocok tanam tanpa tanah, di mana tanaman memperoleh nutrisi melalui larutan yang disuplai langsung ke akar. Sistem ini memiliki beberapa keuntungan, termasuk kontrol nutrisi yang lebih baik, pengurangan risiko penyakit terkait tanah, dan penggunaan

air yang lebih efisien. Hidroponik juga bisa memanfaatkan limbah plastik seperti gelas atau botol bekas, sehingga membantu mengurangi sampah plastik.

Selain itu, sistem hidroponik dapat meningkatkan kadar oksigen dan mengurangi polusi udara. Tanaman hidroponik tumbuh lebih cepat, lebih sehat, dan bebas dari penyakit tanah, sehingga sering panen dan hasilnya bisa dikonsumsi oleh pekerja pabrik. Meskipun tanpa tanah, tanaman hidroponik tetap menyerap karbon dioksida untuk fotosintesis, yang membantu mengurangi emisi gas rumah kaca di lingkungan pabrik.

### **Perizinan Lingkungan**

Salah satu parameter penting dalam perizinan lingkungan adalah kualitas air. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, air yang digunakan dalam industri harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Kandungan besi (Fe) dalam air, misalnya, harus berada di bawah ambang batas tertentu agar tidak mencemari lingkungan dan tidak membahayakan kesehatan masyarakat.

Studi oleh Rahmat et al. (2019) menunjukkan bahwa pencemaran air akibat kandungan logam berat seperti besi dapat berdampak signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, perusahaan industri wajib memastikan bahwa

air yang digunakan dan dibuang telah melalui proses pengolahan yang sesuai untuk meminimalisir dampak negatif tersebut. Selain itu, Studi oleh Widiastuti (2021) menunjukkan bahwa perusahaan yang mematuhi peraturan lingkungan dan menggunakan teknologi ramah lingkungan cenderung memiliki keuntungan kompetitif yang lebih besar serta mendapatkan kepercayaan lebih dari masyarakat dan pemerintah.

### **Hipotesis Penelitian**

Hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penerapan metode Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Paku Air (*Azolla Pinnata*) secara signifikan efektif dalam mengurangi kadar besi (Fe) pada air sumur di lingkungan Pabrik Precast Margorejo.
2. Air sumur yang telah mengalami proses penyisihan kadar besi melalui metode Fitoremediasi akan mengalami perubahan karakteristik yang meningkatkan kelayakannya untuk digunakan sebagai sumber pengairan hidroponik, serta berkontribusi pada penurunan emisi gas rumah kaca di lingkungan pabrik.
3. Penerapan metode penyisihan kadar besi ini akan berkontribusi secara positif terhadap pemenuhan standar

perizinan lingkungan, serta akan meningkatkan kualitas hidup masyarakat di sekitar pabrik melalui penyediaan air sumur yang lebih sehat dan ramah lingkungan.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Metode Pengumpulan Data**

Metode pelaksanaan penelitian dalam perancangan desain metode penyisihan kadar besi (Fe) pada air sumur dan pemanfaatan sebagai media pengairan hidroponik yang dilakukan dengan cara pengambilan sampel air sumur yang kemudian dilakukan pengujian air sumur dengan melihat kadar besi yang tercampur pada air sumur pabrik Margorejo.

Hasil pengujian air sumur yang dilakukan ini diambil dari kran mushola Pabrik pada tanggal 26 Agustus 2023 yang didapatkan kandungan kadar besi pada air sumur sebesar 0,3889 mg/L yang dinyatakan lebih dari kadar maksimum sebesar 0,2 mg/L dengan metode uji SNI 6989.84-2019 oleh Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta (BBTKLPP Yogyakarta).

### **Pengukuran dan Definisi Operasional Variabel**

#### **1. Pengukuran**

Pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini dalam perancangan desain metode penyisihan kadar besi (Fe) pada air



sumur dan pemanfaatan sebagai media pengairan hidroponik dilakukan beberapa tahapan yaitu:

Tahap 1 (Pengambilan Sampel Air Sumur Pertama)

Pada tahap ke-1 adalah pengambilan sampel air sumur pertama dan dilakukan dengan pengujian kadar besi (Fe) yang terkandung pada sampel air yang telah diambil pada tanggal 26 Agustus 2023.

Tahap 2 (Pembuatan Bak Reaktor)

Pada tahap ke-2 adalah pembuatan desain 3D bak reaktor sebelum dilakukan pembuatan bak reaktornya. bak reaktor dibuat dengan memanfaatkan sampel benda uji yang disusun dengan membetuk bak. setelah bak reaktor jadi dilakukan uji coba bak reaktor untuk memastikan tidak ada kebocoran pada bak reaktor.

Tahap 3 (Persiapan Fitoremediasi Tanaman)

Pada tahap ke-3 yaitu persiapan fitoremediasi tanaman dengan menyiapkan tanaman eceng gondok dan paku air kemudian dicuci agar bersih sebelum dilakukan perlakuan. setelah dibersihkan tanaman eceng gondok dipilahh untuk yang digunakan dan penimbangan pada tanaman paku air yang dilakukan perlakuan.

Tahap 4 (Pengambilan Sampel Fitoremediasi)

Pada tahap ke-4 melakukan perlakuan

pada sampel fitoremediasi eceng gondok, perlakuan pada sampel fitoremediasi paku air, dan perlakuan pada sampel fitoremediasi paku air + eceng gondok.

Tahap 5 (Pengukuran Sampel Fitoremediasi)

Pada tahap ke-5 adalah dengan melakukan pengukuran pada setiap sampel yang telah dilakukan perlakuan fitoremediasi untuk di ukur efektivitas penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur.

### **Definisi Operasional**

1. Kadar besi (Fe) dalam air sumur yang merujuk pada konsentrasi unsur besi yang terlarut dalam air sumur, yang dapat mempengaruhi kualitas air dan kesehatan manusia dengan diukur dalam miligram per liter (mg/L) menggunakan metode alat pengukur besi yang sesuai dengan standar SNI (Standar Nasional Indonesia).
2. Efektivitas metode penyisihan kadar besi (Fe) merujuk pada kemampuan metode yang dirancang untuk mengurangi kadar besi (Fe) dalam air sumur hingga mencapai standar kualitas air yang aman untuk digunakan.
3. Kualitas air untuk pengairan hidroponik adalah tingkat kesesuaian air yang telah disaring untuk digunakan sebagai media irigasi dalam sistem hidroponik.

4. Pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik merujuk pada perkembangan tanaman yang menggunakan air sumur yang telah disaring sebagai sumber nutrisi.
  5. Efisiensi penggunaan air merujuk pada kemampuan sistem hidroponik untuk memanfaatkan air yang telah disaring dengan sebaik-baiknya untuk pertumbuhan tanaman.
  6. Perizinan lingkungan merujuk pada dokumen resmi yang dikeluarkan oleh otoritas yang memberikan izin bagi Pabrik Margorejo untuk berjalan sesuai dengan ketentuan hukum lingkungan yang berlaku, dengan tujuan untuk memastikan bahwa kegiatan tersebut tidak merusak lingkungan.
3. Analisis kualitas air untuk pengairan hidroponik  
Memastikan bahwa air hasil penyisihan kadar besi (Fe) memenuhi standar kualitas air yang sesuai dengan pengairan hidroponik.
  4. Analisis pertumbuhan tanaman  
Menilai dampak penggunaan air sumur yang telah dilakukan perlakuan fitoremediasi terhadap pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik.
  5. Analisis data perizinan lingkungan  
Mengevaluasi kepatuhan terhadap regulasi lingkungan dan dampaknya terhadap penerapan metode penyisihan kadar besi (Fe).

### **Metode Analisis Data**

1. Analisis deskriptif  
Melakukan pengukuran kadar besi (Fe) dalam air sumur sebelum dan sesudah penerapan metode penyisihan, serta kualitas air yang digunakan dalam sistem hidroponik.
2. Uji efektivitas metode penyisihan kadar besi (Fe)  
Menentukan seberapa efektif metode fitoremediasi yang dirancang dalam mengurangi kadar besi (Fe) dalam air sumur, dengan membandingkan median kadar besi (Fe) sebelum dan sesudah setelah perlakuan.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Hasil Penelitian**

Berdasarkan hasil dari pengujian laboratorium setelah dilakukan perlakuan penyisihan kadar besi (Fe) dengan tanaman eceng gondok, paku air, dan eceng gondok+paku air pada hari ke-21 didapatkan hasil sebagai berikut:

Metode Fitoremediasi	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
Eceng Gondok	0,3889	0,2167	0,2029	0,1823
Paku Air	0,3889	0,1168	0,0834	0,0623
Paku Air+Eceng Gondok	0,3889	0,0298	0,0217	0,0165

**Tabel 1.** Tabel Hasil Pengujian Laboratorium Fitoremediasi

Dapat dilihat dari tabel pengujian air sumur yang terdapat penurunan kadar besi (Fe) pada ketiga metode penyisihan kadar besi (Fe) dengan Fitoremediasi tanaman eceng gondok, paku air, dan paku air+eceng gondok.

Pada hasil pengukuran awal kadar besi (Fe) awal yang dihasilkan 0,3889 mg/L pada ketiga perlakuan. setelah dilakukan perlakuan menggunakan metode fitoremediasi tanaman eceng gondok, paku air, dan paku air+eceng gondok terdapat penurunan kadar besi yang sudah kurang dari batas maksimum yaitu 0,2 mg/L.

Hasil pengukuran kadar besi (Fe) dengan fitoremediasi eceng gondok hari ke-21 dihasilkan 0,1823 mg/L yang terdapat penurunan sebesar 0,2066 mg/L dan hasil tersebut telah kurang dari batas maksimum.

Hasil pengukuran kadar besi (Fe) dengan fitoremediasi paku air hari ke-21 dihasilkan 0,0623 mg/L yang terdapat penurunan sebesar 0,3266 mg/L dan hasil tersebut telah kurang dari batas maksimum.

Hasil pengukuran kadar besi (Fe) dengan fitoremediasi eceng gondok + paku air hari ke-21 dihasilkan 0,0165 mg/L yang

terdapat penurunan sebesar 0,3724 mg/L dan hasil tersebut telah kurang dari batas maksimum.

Implementasi fitoremediasi pada bak reaktor dengan 12 kali percobaan menggunakan 25liter air sumur (20 batang eceng gondok/25liter air sumur dan 300gram paku air/25liter air sumur). dan untuk kombinasi menggunakan (25liter air dengan 10 batang eceng gondok + 150gram paku air).

### Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode Fitoremediasi dalam menyisihkan kadar besi (Fe) dari air sumur dengan menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Paku Air (*Azolla Pinnata*), serta kombinasi keduanya. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa ketiga metode tersebut berhasil menurunkan kadar besi di dalam air sumur hingga di bawah batas maksimum yang diizinkan, yaitu 0,2 mg/L, dalam periode 21 hari.

### **1. Efektivitas Fitoremediasi oleh Eceng Gondok**

Pada awal pengujian (hari ke-0), kadar besi (Fe) dalam air sumur tercatat sebesar 0,3889 mg/L. Setelah perlakuan menggunakan eceng gondok selama 21 hari, kadar besi menurun menjadi 0,1823 mg/L. Penurunan sebesar 0,2066 mg/L menunjukkan bahwa eceng gondok mampu menyerap besi dari air, namun efektivitasnya masih lebih rendah dibandingkan dengan metode lainnya. Meskipun demikian, hasil tetap memenuhi standar baku mutu yang diizinkan, menjadikan eceng gondok sebagai pilihan yang cukup efektif untuk penyisihan besi dalam konteks ini.

### **2. Efektivitas Fitoremediasi oleh Paku Air**

Paku air menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan eceng gondok dalam menyisihkan besi dari air sumur. Dari kadar awal 0,3889 mg/L, kadar besi turun menjadi 0,0623 mg/L pada hari ke-21, dengan total penurunan sebesar 0,3266 mg/L. Hal ini mengindikasikan bahwa paku air memiliki kapasitas penyisihan logam yang lebih baik, kemungkinan karena struktur dan metabolisme tanaman yang lebih sesuai untuk adsorpsi besi. Efektivitas tinggi dari paku air menjadikannya sebagai agen fitoremediasi yang sangat potensial dalam pengolahan air yang terkontaminasi besi.

### **3. Efektivitas Fitoremediasi oleh Kombinasi Eceng Gondok dan Paku Air**

Kombinasi eceng gondok dan paku air menghasilkan penurunan kadar besi yang paling signifikan, dari 0,3889 mg/L pada hari ke-0 menjadi 0,0165 mg/L pada hari ke-21. Penurunan sebesar 0,3724 mg/L menunjukkan bahwa sinergi antara kedua tanaman ini meningkatkan efektivitas penyisihan besi. Kombinasi ini memanfaatkan kelebihan masing-masing tanaman, di mana eceng gondok dan paku air bersama-sama menciptakan lingkungan yang lebih optimal untuk adsorpsi dan pengendapan besi. Hasil ini tidak hanya mengurangi kadar besi di bawah batas yang diizinkan tetapi juga menjadikan air sumur lebih aman untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengairan hidroponik.

### **4. Implementasi dan Optimasi**

Implementasi fitoremediasi dilakukan pada bak reaktor dengan volume 25liter air sumur per perlakuan. Hasil pengujian ini menegaskan bahwa metode fitoremediasi yang dioptimalkan dengan jumlah dan jenis tanaman yang tepat dapat secara efektif menurunkan kadar besi hingga di bawah ambang batas baku mutu. Penggunaan 20 batang eceng gondok atau 300gram paku air per 25liter air sumur memberikan hasil yang memadai, sedangkan kombinasi keduanya memberikan hasil

terbaik.

Penggunaan air yang telah diolah ini untuk sistem pengairan hidroponik juga memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mengurangi emisi gas rumah kaca, sejalan dengan tujuan penelitian untuk mendukung lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan di sekitar Pabrik Precast Margorejo.

### **5. Implikasi Terhadap Perizinan Lingkungan**

Hasil penelitian ini juga memiliki implikasi penting terhadap perizinan lingkungan di Pabrik Precast Margorejo. Dengan berhasil menurunkan kadar besi di bawah batas maksimum yang diizinkan, pabrik ini dapat lebih mudah memenuhi standar perizinan yang ditetapkan oleh pemerintah. Selain itu, penerapan metode ramah lingkungan seperti fitoremediasi dapat meningkatkan citra perusahaan sebagai entitas yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, serta berkontribusi terhadap pemenuhan kewajiban legal dan etika perusahaan.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Metode fitoremediasi yang diterapkan berhasil menurunkan kadar besi dalam air sumur hingga di bawah ambang batas maksimum yang diizinkan, yaitu 0,2 mg/L. Hal ini membuktikan bahwa teknik

fitoremediasi yang dioptimalkan sesuai dengan parameter penelitian dapat efektif dalam memastikan kualitas air sumur yang aman dan memenuhi standar lingkungan. Selain itu, air yang telah melalui proses fitoremediasi terbukti layak digunakan sebagai sumber pengairan hidroponik, yang tidak hanya meningkatkan kualitas hidup pengguna air sumur tetapi juga berpotensi mendukung upaya pengurangan emisi gas rumah kaca di lingkungan pabrik. Metode ini juga menunjukkan kepatuhan terhadap regulasi perizinan lingkungan, memungkinkan perusahaan untuk mempertahankan izin operasional dan meningkatkan citra sebagai entitas yang bertanggung jawab secara lingkungan, menjadikannya solusi yang dapat diterapkan secara lebih luas.

### **Saran**

Agar penelitian diperluas ke skala yang lebih besar dengan melakukan uji coba pada jumlah air sumur yang lebih banyak serta variasi jumlah tanaman untuk mengoptimalkan hasil. Penggunaan metode fitoremediasi ini dalam skala industri dapat meningkatkan efisiensi penyisihan besi dan memberikan dampak positif yang lebih signifikan terhadap lingkungan. Selain itu, disarankan untuk melakukan pemantauan jangka panjang terhadap kualitas air sumur yang telah diolah guna memastikan stabilitas hasil penyisihan besi serta mengevaluasi

dampak jangka panjang terhadap kualitas lingkungan di sekitarnya.

## Implikasi

### 1. Kepatuhan Terhadap Perizinan Lingkungan

Hasil penelitian ini mendukung kepatuhan Pabrik Precast Margorejo terhadap peraturan perizinan lingkungan yang berlaku, khususnya terkait dengan pengendalian kadar besi dalam air sumur. Ini tidak hanya menghindarkan perusahaan dari potensi sanksi tetapi juga meningkatkan reputasi perusahaan sebagai entitas yang bertanggung jawab secara lingkungan.

### 2. Kontribusi Terhadap Keberlanjutan Lingkungan

Penerapan metode fitoremediasi yang berhasil mengurangi kadar besi dalam air sumur berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap keberlanjutan lingkungan di sekitar pabrik. Dengan menyediakan air bersih yang layak untuk pengairan hidroponik, metode ini juga mendukung upaya mitigasi perubahan iklim melalui pengurangan emisi gas rumah kaca.

### 3. Manfaat Sosial dan Ekonomi

Implementasi metode ini dapat memberikan manfaat sosial dengan menyediakan air sumur yang lebih

sehat bagi masyarakat sekitar. Secara ekonomi, perusahaan dapat menghemat biaya pengolahan air dengan menggunakan solusi fitoremediasi yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis dibandingkan dengan teknologi pengolahan air konvensional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewandri, Fauzi., & Fadhillah. (2019). Variasi Waktu Terhadap Penyerapan Merkuri (Hg) Oleh Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) (Studikasu: Air Danau Bekas PETI di Jorong Jujutan, Nagari Lubuk Gadang, Kecamatan Sangir, Kabupaten Solok Selatan). *Jurnal Bina Tambang* 4(4). Retrieved from <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/106664>
- Febrina, Laila., & Astrid Ayuna. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (FE) Dan Mangan (MN) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta* 7(1), 37-38. Retrieved from <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/369/341>
- Gelyaman, Gebhardus Djugian. (2018). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Bioavailabilitas Besi Bagi Tumbuhan. *Jurnal Saintek Lahan*

- Kering* 1(1), 17. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/256761-factors-affecting-the-bioavailability-of-0a6718bd.pdf>
- Lazulva, Suci Apriliani. (2012). Analisa Kandungan Logam Berat Besi (FE) dan Kromium (CR) Pada Sumur Artesis Dan Sumur Penduduk (Cincin) Di Kelurahan Bejo Sari Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru. *Jurnal Photon* 3(1), 27. Retrieved From <https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/photon/issue/view/19/Jurnal%20Photon%20Volume%2003%20Nomor%201>
- Lesmana, Aldynanda., Boy Yoseph CSSA., T Yan Wali Muda Iskandarsyah. (2021). Karakteristik Hidrokimia Air Tanah Pada Bagian Timur Cekungan Air Tanah Bandung Soreang: Studi Kasus Sebagian Kecamatan Cicalengka dan Kecamatan Cimanggung, Provinsi Jawa Barat. *Padjajaran Geoscience Journal* 5(6), 548-549. Retrieved from <https://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/download/38382/17172>
- Mariana, Ratna. “Penggunaan Tepung Enceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Terfermentasi Sebagai Substitusi Tepung Kedelai Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Bileh (*Rasbora sp.*)”. *Skripsi*. Aceh: Universitas Teuku Umar Meulaboh.
- Maizir. (2019). Pengaruh Pemanfaatan Sumberdaya Air Tanah Dalam Pembangunan Kawasan Industri Baru. *Jurnal Teknik Sipil ITP* 6(2), 57. Retrieved from <https://jts.itp.ac.id/index.php/jts/article/download/49/718/1675>
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Ratnani, Rita D., Indah Hartati., & Laeli Kurniasari. (2011). Pemanfaatan Enceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan COD (*Chemical Oxygen Demond*), pH, Bau, Dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. *Momentum* 7(1), 42. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/113323-ID-none.pdf>