

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-Araaf ayat 58:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا تَكْدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Artinya: “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah, dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur (Q.S Al-A'raaf.58)”. (Al-Qur'an-Terjemah, 2018).

Dalam ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah menciptakan beberapa macam tanah diantaranya yaitu tanah yang subur yang dapat digunakan sebagai media tanam. Dijelaskan bahwa pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh struktur, tekstur tanah dan unsur hara tanah yang tersedia dalam keadaan optimum dan seimbang sehingga tanaman akan tumbuh maksimal, dengan menjaga kesuburan tanah salah satunya dengan melakukan remediasi tanah tercemar, maka pertumbuhan tanaman salah satunya padi akan menjadi lebih baik.

Pencemaran logam berat yang dapat disebabkan oleh kegiatan industri dan limbah rumah tangga dapat diatasi dengan adanya proses remediasi tanah. salah satu metode yang biasanya sering diaplikasikan dalam produksi pertanian padi konvensional adalah menggunakan fitoremediasi dan bioremediasi tanah dengan menggunakan bahan organik dan mikroorganisme sebagai pengikatan dan pereduksi senyawa logam berat (Adji S *et al.*, 2008). Selain itu, remediasi juga dapat

dilakukan dengan metode pengaplikasian PMFC sebagai salah satu pendukung dalam pereduksian logam berat.

Salah satu pencemaran yang dihasilkan dari kegiatan industri adalah pencemaran senyawa logam berat Cr (Kromium) yang dihasilkan dari produksi tekstil, pengolahan kulit dan pengolahan logam. Kromium merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia, dalam paparan jangka panjang bahaya dari kromium dapat menyebabkan alergi pada kulit, masalah respirasi, dan dapat menimbulkan kanker (Suharjo *et al.*, 2019). Dalam tanaman, kromium juga dapat menghambat pertumbuhan karena terjadi proses penghambatan metabolisme tanaman. Kromium dalam industri tekstil biasanya digunakan dalam proses pewarnaan dengan menggunakan zat warna direk dan zat warna mordan. Kromium dalam ketersediaannya dapat ditoleransi selama unsur logam berat tersebut masih termasuk kedalam batas kritis, untuk senyawa logam berat Kromium ketersediaannya dikatakan berbahaya jika sudah melewati batas kritis sebanyak 2,5 ppm. (Agustine *et al.*, 2018)

PMFC merupakan salah satu teknologi yang bertujuan untuk menghasilkan sumber energi alternatif (Chiranjeevi *et al.*, 2018). Dalam hal remediasi tanah, peran PMFC dapat menurunkan senyawa logam berat yang tersedia dan terakumulasi di dalam tanah dengan cara *mengimobilisasi* logam berat tersebut sehingga serapannya oleh tanaman dapat ditekan. Selain itu, kegiatan *katalisis* yang disebabkan oleh aktifitas enzim mikroorganisme dapat mereduksi senyawa tersebut menjadi tidak mudah terlarut dalam tanah dan juga dapat mentransfer elektron yang nantinya dapat menjadi sumber energi listrik alternatif (Gustave *et al.*, 2020).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja PMFC dalam remediasi dan menghasilkan energi listrik alternatif adalah jumlah eksudat tanaman yang dihasilkan. Penggunaan kompos atau bahan organik menurut Moqsud *et al.*, (2015) dapat meningkatkan pertumbuhan serta ketersediaan eksudat akar yang lebih tinggi juga meningkatkan kinerja PMFC dalam mereduksi senyawa logam berat pada tanah. Salah satu sumber bahan organik yang biasanya ditemukan di Indonesia dapat berupa kompos, bokasi, pupuk kandang, dan lain sebagainya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa L*) dengan sistem PMFC yang tercemar logam berat Cr.
2. Apakah terdapat salah satu jenis pupuk organik yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa L*) akibat cekaman logam berat Cr dengan penggunaan PMFC.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa L*) dengan sistem PMFC yang tercemar logam berat Cr.
2. Untuk mengetahui salah satu jenis pupuk organik yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa L*) akibat cekaman logam berat Cr dengan penggunaan PMFC.

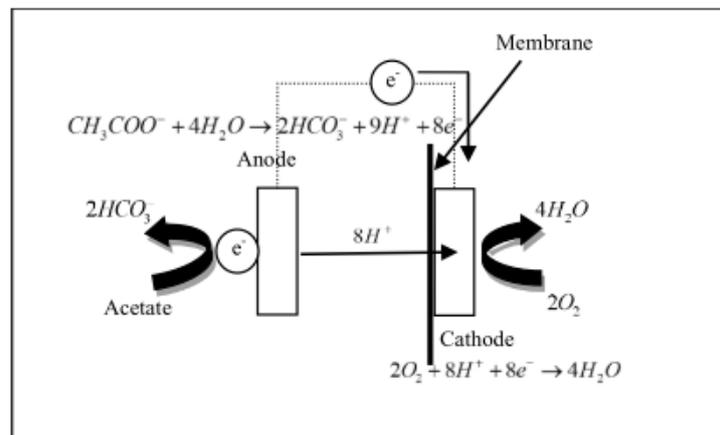
1.4 Kegunaan Penelitian

1. Secara ilmiah penelitian ini dapat menjadi referensi dan pengetahuan dalam pengaruh bahan organik pada pertumbuhan tanaman Padi (*Oryza sativa* L) di lahan sawah yang terkontaminasi senyawa Cr dengan pengaplikasian PMFC.
2. Secara praktis pertanian penelitian ini dapat bermanfaat dalam pengembangan *integrated farming system* yang dapat menghasilkan bahan pangan, energi, dan keseimbangan ekosistem dengan penggunaan bahan organik dan PMFC dalam waktu yang bersamaan secara berkelanjutan.

1.5 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan penelitian Agustine *et al.*, (2018) dalam identifikasi sumberdaya lahan pada ketersediaan logam berat di Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, menunjukkan bahwa terdapat lahan sawah yang tercemar senyawa logam berat Cr yang melebihi ambang batas kritis (2,5 ppm) yakni sebesar 2,36 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa pencemaran logam berat ini dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Logam berat Cr tersebut dihasilkan dari proses produksi pada industri tekstil. Tingginya kandungan logam berat Cr akibat dari pembuangan limbah karena bahan kimia yang digunakan pada proses pewarnaan dan pencetakan pabrik tekstil.

Penelitian Kumar & Joshi, (2008) menunjukkan gangguan senyawa logam berat Kromium dalam proses metabolisme nitrogen pada tanaman, gangguan tersebut ditunjukkan karena adanya penurunan proses reduksi nitrit, reduksi nitrat, sintesis glutamin, dehidrogenase glutamat dan urease pada jaringan tanaman. Selain itu, dampak dari pencemaran senyawa logam berat Kromium pada tanaman dapat menyebabkan defisit senyawa essensial yang menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat.



Gambar 1 Reaksi Kimia PMFC

Penurunan kandungan logam berat dapat dilakukan dengan beberapa teknik seperti, pertukaran ion, adsorpsi, fitoremediasi, dan proses katalisis yang sudah menunjukkan hasil yang menjanjikan dan telah dibuktikan dalam beberapa penelitian. Salah satu metode remediasi yang hingga saat ini masih banyak diuji ialah dengan menggunakan PMFC. Selain dapat menghasilkan sumber energi alternatif, dalam penelitian Logan *et al.*, (2006) menunjukkan bahwa penggunaan *microbial fuel cell* dapat mereduksi senyawa logam berat dari kegiatan pertukaran kation yang dapat menghasilkan sumber energi alternatif. Reaksi yang dihasilkan dalam penggunaan *microbial fuel cell* dapat dilihat pada (Gambar 1). Untuk tumbuh, mikroba di rizosfer membutuhkan substrat sebagai makanan. Asetat lebih

disukai dalam transfer elektron untuk *Electrolysis Agent Bacteria* (EAB) seperti *Geobacter* untuk mengoksidasi menghasilkan energi sebagai sumber metabolismenya dan elektron untuk reduksi elektroda dan secara bersamaan menghasilkan karbon (Cheng *et al.*, 2020).

Proses reduksi Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} terjadi pada daerah perakaran dimana tanaman mengeluarkan senyawa organik berupa eksudat akar seperti asam asetat yang digunakan oleh mikroorganisme untuk melakukan proses metabolisme dan mengaktifkan enzim elektrolisisnya. Pada anoda, PMFC berinteraksi dengan mineral oksida, bahan organik di anoda dioksidasi untuk menghasilkan ion hidrogen dan karbon dioksida, perbandingan jumlah mineral oksidasi dan senyawa logam berat di dalam tanah dapat meningkatkan aktifitas mikroorganisme pereduksi senyawa logam berat. Selanjutnya, hidrogen bergerak menuju bagian katoda dan juga menyebabkan pH tanah pada daerah sekitaran katoda menjadi meningkat.

Dalam proses pertukaran kation itulah kegiatan remediasi tanah terjadi, elektron yang terelektrolisis oleh mikroorganisme membawa senyawa logam berat yang memiliki jumlah atom tertentu sehingga ketersediaannya dapat berkurang didalam tanah. Untuk mengaktifkan enzim dari mikroorganisme, diperlukan eksudat tanaman berupa senyawa organik yang selanjutnya akan diproses oleh mikroorganisme untuk melepas elektron dan karbon dari dalam tanah dengan bidang elektroda tersebut, elektron menjadi energi alternatif. Dalam hal ini, penghasil eksudat senyawa organik yang digunakan adalah tanaman padi *Oryza sativa L*, karena karakteristiknya mengacu pada penelitian Cheng *et al.*, (2020) yang menggunakan tanaman pandan sebagai penghasil eksudatnya. Senyawa organik

yang dihasilkan dari eksudat akar berupa *asetate*, *butyrate*, *isobutyrate*, *citrate*, *formate*, *propionate*, dan *pyruvate*.

Selain itu, pertumbuhan tanaman yang baik dapat meningkatkan jumlah eksudat akar yang dihasilkan untuk meningkatkan kinerja dari PMFC melakukan proses remediasi pada tanah. Penambahan bahan organik pada penelitian Moqsud *et al.*, (2015) berupa kompos digunakan untuk meningkatkan kandungan bahan organik didalam tanah dan juga untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman agar terjadi peningkatan eksudat akar yang dihasilkan. Penambahan pupuk organik seperti pupuk kandang ayam, pupuk kandang domba, dan pupuk organik granul juga berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman padi sehingga eksudat akar yang dihasilkan menjadi lebih banyak dan dapat meningkatkan kinerja dari PMFC. Selain itu, pupuk organik yang digunakan dapat meningkatkan substrat selain eksudat akar yang dapat digunakan oleh mikroorganisme dalam kolerasinya dengan PMFC.

Pemberian pupuk organik seperti pupuk kandang ayam dan domba serta pupuk organik lainnya dapat menghasilkan asam organik yang mampu mengkhaelat senyawa logam berat yang tersedia pada larutan tanah dengan membentuk lapisan asam organik (Prasetyono, 2015). Penggunaan pupuk organik, selain dapat memberikan dampak yang positif bagi pertumbuhan tanaman juga dapat mereduksi kandungan unsur logam berat yang terlarut pada larutan tanah sehingga sukar untuk diserap oleh perakaran tanaman.

1.6 Hipotesis

1. Terdapat pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa L*) dengan sistem PMFC yang tercemar logam berat Cr.
2. Terdapat salah satu jenis pupuk organik yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa L*) akibat cekaman logam berat Cr dengan penggunaan PMFC.

