

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Logam Berat pada Lahan Pertanian

Menurut Subowo *et al.*, (1999), adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktifitas pertanian dan kualitas hasil pertanian. Logam berat juga dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi pangan yang dihasilkan dari tanah yang tercemar logam berat tersebut. Secara umum diketahui bahwa logam berat merupakan unsur yang berbahaya di permukaan bumi, sehingga kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah yang besar. Persoalan spesifik logam berat di lingkungan terutama akumulasinya sampai pada rantai makanan dan keberadaannya di alam menyebabkan keracunan terhadap tanah, udara maupun air. Bahan pencemar senyawa anorganik/mineral misalnya logam-logam berat seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), Timah hitam (pb), tembaga (Cu), timbal (Pb), dangaram-garam anorganik. Bahan pencemar berupa logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh biasanya melalui makanan dan dapat tertimbun dalam organ - organ tubuh. Mikroba memerlukan logam sebagai fungsi struktural dan katalis serta sebagai donor atau reseptor elektron dalam metabolisme energi.

Logam berat Cd, Cu, dan Pb merupakan jenis dari beberapa logam berat lainnya yang berbahaya bagi makhluk hidup. Logam berat yang merupakan polutan bagi tanaman, hewan, dan kesehatan manusia antara lain arsenic (As), boron (B), kadmium (Cd), tembaga (Cu), merkuri (Hg), molibdenum (Mo), nikel (Ni), timbal (Pb), selenium (Se), dan seng (Zn) (Setyorini *et al.*, 2009).

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia serta merupakan unsur logam berat yang tidak dapat terurai oleh proses alam. Timbal dapat masuk ke dalam badan perairan melalui pengkristalan diudara dengan bantuan air hujan, melalui proses modifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Timbal yang masuk ke dalam badan perairan merupakan dampak dari aktivitas kehidupan manusia. Diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan penggunaan logam Timbal (Deri *et al.*, 2013).

Pertanian di Indonesia banyak mengalami kerusakan yang diakibatkan adanya pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan yang terjadi di lingkungan pertanian itu sendiri yaitu pemberian pestisida yang berlebihan sehingga mengakibatkan rusaknya fungsi tanah. Banyaknya pestisida yang masuk ke dalam tanah juga menyebabkan terakumulasinya logam berat pada tanah dan tumbuhan yang ada diatasnya. Berdasarkan data Deptan bahwa kandungan Pb pada bawang sudah mencapai 26 ppm. Menurut kriteria Direktorat jendral Pengawas Obat dan Makanan (POM) Departemen kesehatan (Ditjen POM Depkes), nilai ambang batas logam berat Pb adalah 0,24 ppm.

B. Bioremediasi dengan Fungi Non-Simbiosis

Bioremediasi adalah salah satu teknologi alternatif untuk mengatasi masalah lingkungan dengan memanfaatkan bantuan mikroorganisme. Tujuan dari bioremediasi yaitu untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun dengan kata lain mengontrol atau mereduksi bahan pencemar dari lingkungan. Proses utama dari bioremediasi

adalah biodegradasi, biotransformasi dan biokatalis. Pada saat bioremediasi terjadi enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan tersebut (Lumbanraja, 2014).

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak toksisitas logam berat dan meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah melalui penggunaan inokulan mikroba rhizosfer (Kumar *et al.*, 2012).

Fungi non-simbiosis indigenus merupakan fungi yang memiliki kemampuan untuk hidup tanpa bergantung pada makluk hidup lain, dan fungi ini berasal dari suatu daerah dengan karakteristik spesifik tertentu. Fungi non-simbiosis indigenus ini berasal dari lingkungan yang tercemar dan untuk hidup mereka melakukan adaptasi sehingga resisten terhadap bahan pencemar yang ada pada lingkungan fungi berasal.

Penggunaan fungi non-simbiosis indigenus dari tanah terkontaminasi dapat sebagai bioagen remediasi yang efektif pada bioremediasi tanah tercemar, berdasarkan kemampuan tumbuh (*survival*) di lingkungan yang mengandung logam berat tinggi (Iram *et al.*, 2009). Pemanfaatan potensi biologis seperti mikroba indigenus dapat menjadi solusi yang cukup baik dengan kemampuan beradaptasi yang lebih baik pada kondisi lahan tercemar. *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Fusarium solani*, *Penicillium chrysogenum* resisten terhadap kromium (Cr) dan timbal (Pb) (Iram *et al.* 2012).

Kelompok *Trichoderma*, yaitu jenis *T. asperellum*, *T. Harzianum*, dan *T. tomentosum* dalam penurunan kadmium (Cd) (Mohsenzadeh dan Shahrokhi 2014), serta termasuk juga *Aspergillus niger* dan strain *Phanerocheate*

chryso sporium yang mampu menghambat dan mendegradasi *Total Organic Carbons (TOC)* (Maruthi et al. 2013).

Pertumbuhan fungi pada umumnya dipengaruhi oleh (Gandjar, 2006):

1. Substrat

Substrat merupakan sumber nutrisi utama bagi fungi. Nutrien-nutrien baru dapat dimanfaatkan sesudah fungi mengekskresi enzim-enzim ekstraselular yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

2. Kelembapan

Faktor ini sangat penting untuk pertumbuhan fungi. Pada umumnya fungi tingkat rendah seperti *Rhizopus* atau *Mucor* memerlukan lingkungan dengan kelembapan nisbi 90%, sedangkan kapang *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, dan banyak *hyphomycetes* lainnya dapat hidup pada kelembapan nisbi yang lebih rendah, yaitu 80%.

3. Suhu

Berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan, fungi dapat dikelompokkan sebagai fungi psikofil, mesofil, dan termofil. Fungipsikofril adalah fungi yang dengan kemampuan untuk tumbuh pada atau dibawah 0°C dan suhu maksimum 20°C. Hanya sebagian kecil spesies fungi yang psikofril. Fungi mesofil adalah fungi yang tumbuh pada suhu 10-35°C, suhu optimal 20-35°C. Fungi dapat tumbuh baik pada suhu ruangan (22-25°C). Sebagian besar fungi adalah mesofilik. Fungi termofil adalah fungi yang hidup pada suhu minimum 20°C, suhu optimum 40°C dan suhu maksimum 50-60°C.

4. Derajat keasaman lingkungan

pH substrat sangat penting untuk pertumbuhan fungi, karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Umumnya fungi menyukai pH di bawah 7.0. Jenis-jenis khamir tertentu bahkan tumbuh pada pH yang cukup rendah, yaitu pH 4.5-5.5.

C. Hubungan Indeks Toleransi dengan Bioremediasi

Indeks toleransi (IT) merupakan identifikasi respon organisme terhadap stres logam dihitung dari pertumbuhan strain fungi terkena logam dibagi dengan pertumbuhan pada cawan kontrol. Dimana semakintinggi IT, maka semakin baik resistensi terhadap logam sehingga dapat dijadikan sebagai agen bioremediasi (Fazli *et al.*, 2015)

Berdasarkan pustaka yang ada menyebutkan bahwa terdapat jamur *Aspergillus versicolor* yang menunjukkan adanya resistensi terhadap cadmium dan memiliki kemampuan untuk menyerap cadmium. *Aspergillus versicolor* sangat berbeda dalam pertumbuhan yang memiliki toleransi lebih tinggi dari fungi terisolasi lainnya. Dimana fungi ini mampu menunjukkan potensi yang secara aktif tumbuh dalam media Cd dan mengurangi konsentrasi Cd ke tingkat yang kurang beracun. *Aspergillus versicolor* ini dapat dikembangkan dalam proses bioremediasi secara teknis/ ekonomis karena lebih mengarahkan khusus dalam memanfaatkan potensi mikroorganisme (Fazli *et al.*, 2015).

Salah satu contoh fungi yang telah digunakan sebagai agen bioremediator adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang mampu mengasorpsi cemaran ion timbal (Pb^{2+}) sebanyak 67-82% dan ion kadmium (Cd^{2+}) sebanyak 73-79 % yang

dilakukan selama 30 hari (Damodaran *et al.*, 2011). Selain itu, sejumlah fungi lainnya yang telah diteliti dan digunakan sebagai agen mikoremediasi antara lain *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp., dan *Penicillium* sp. yang telah diuji memiliki toleransi terhadap logam berat seng (Zn), timbal (Pb), nikel (Ni), serta kadmium (Cd) (Iram *et al.*, 2009).

