

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tumbuhan termasuk sayur-sayuran seperti kentang, sawi dan wortel dapat terpapar oleh zat-zat pencemar seperti partikel maupun gas. Partikel yang banyak dilepaskan oleh industri adalah timbal dan kadmium. Masalah pencemaran lingkungan sudah tidak asing lagi bagi kita. Adanya bahan-bahan pencemar yang bersifat toksik di dalam lingkungan tentunya dapat membahayakan kehidupan.

Tanaman dapat menjadi mediator penyebaran logam berat pada makhluk hidup karena masuknya logam tersebut pada tumbuhan melalui akar dan mulut daun (stoma). Sayur-sayuran sebagai pakan baik pada manusia maupun hewan menyebabkan berpindahnya logam yang terpapar didalamnya seperti timbal, kadmium, kromium dan seng masuk ke dalam tubuh makhluk hidup lainnya (Farida, 2004).

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi, berat jenisnya lebih dari 5 g/cm³ (Connel and Miller, 2006). Logam berat dalam kadar rendah umumnya sudah beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia. Beberapa logam berat yang sering mencemari habitat adalah Hg, Cr, As, Cd dan Pb (Notohadiprawiro, 1993). Pantauan kualitas air Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas oleh Jasa Tirta I dari tahun 2002-2009, diketahui ada beberapa jenis logam berat yang selalu ditemukan sebagai pencemar yaitu Zn, Cu, Cr, Cd, As, dan Pb. Penelitian Dahlia pada tahun 2004, menunjukkan air sungai Brantas mengandung Zn sekitar 4 g/L, Pb 0,2 g/L, Cu 0,5 g/L, Cd 0,05 g/L, Cr 0,2 g/L;

telah melebihi ambang batas yang diijinkan PP No. 82/2001 (maksimal Cu 0,20, Zn 2,00, Pb 1,0, Cd 0,01, Cr 1,00 mg/L) (Dahlia, 2006).

Di daerah sentra tanaman sayuran di Kabupaten Tegal dan Brebes Propinsi Jawa Tengah, kandungan Pb dan Cd total dalam tanah masing-masing berkisar antara 12,33-19,74 mg/kg dan 0,13-0,46 mg/kg, kadar Pb tersedia (ekstrak Morgan dan olesan DTPA) 0,02-0,03 mg/kg di Tegal dan 1,03-4,27 mg/kg di Brebes, dan kadar Cd tersedia (ekstrak Morgan dan olesan DTPA) 0,01-0,07 mg/kg dan 0,05-0,28 mg/kg. Menurut kriteria umum, nilai ambang batas logam berat Pb dan Cd dalam tanah pertanian masing-masing adalah 150 mg/kg dan 2 mg/kg. Berdasarkan kriteria tersebut, kadar Pb dan Cd di lahan sawah masih dibawah ambang batas cemaran. Namun angka penilaian tersebut perlu diwaspadai karena bukan untuk tanaman bawang merah, sehingga masih perlu kajian lebih lanjut untuk menentukan kriteria yang tepat untuk tanaman bawang merah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor).

Air yang digunakan mengairi kebun sayuran mempunyai komposisi kimia yang beragam, bergantung pada bahan-bahan yang ikut terlarut dan terangkut selama perjalanannya, apakah mengandung logam berat yang bersifat toksin bagi kehidupan manusia seperti Pb atau tidak, sampai akhirnya air bersama bahan terlarut akan terinfiltrasi ke dalam lapisan tanah yang lebih dalam atau langsung diabsorpsi oleh akar tanaman. Dengan demikian sumber air yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman sangat menentukan kandungan logam berat dalam tanaman. Timbal yang telah terabsorpsi tersebut akan terakumulasi dalam organ-organ tanaman seperti akar, batang, dan daun yang akhirnya kita konsumsi,

sedangkan yang terinfiltrasi akan menambah kandungan Pb dalam tanah yang nantinya juga dapat terabsorpsi oleh akar tanaman.

Pengaruh sumber air penyiraman terhadap pertumbuhan tanaman selada mungkin menunjukkan perbedaan jika sumber airnya berbeda. Hal ini terkait dengan terikutnya bahan-bahan terlarut dalam air tersebut. Banyaknya bahan-bahan terlarut yang diabsorpsi oleh tanaman dan diakumulasi dalam organ tanaman akan berpengaruh terhadap kandungan Pb dalam daun selada. Handayani E.P., Rakhmiati dan Maryati (2005) telah melakukan kajian awal tentang kandungan logam berat dalam sayuran dari lokasi sentral kebun sayuran di Kota Metro yang kualitas air pengairannya masih tergolong bersih dan dua sentral kebun sayuran di Bandar Lampung yang kualitas air pengairannya tergolong lebih kotor dengan lokasi kebun sayuran yang berbeda (dekat dengan jalan raya dan jauh dari jalan raya). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan Pb dan Hg dalam air di Kota Metro lebih rendah daripada yang terukur di Bandar.

Pencemaran logam di air diduga lebih tinggi di bandingkan di darat. Pencemaran air biasanya terjadi karena pembuangan limbah dari industri penggunaan logam yang bersangkutan secara tidak terkontrol atau penggunaan bahan yang mengandung logam itu sendiri (pestisida, insektisida) selain itu berasal dari partikel logam berat yang berterbangan di udara akan terbawa oleh air hujan (Darmono, 1995). Menurut SNI No.7387-2009, batas maksimum cemaran logam berat yang diperbolehkan dalam sayuran adalah 0,5 mg/kg untuk timbal dan 0,2 mg/kg untuk kadmium.

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Dua sifat penyerapan ion oleh tumbuhan adalah (1) faktor konsentrasi, yaitu kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion didalam mediumnya; dan (2) perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan (Fitter dan Hay, 1991).

Logam berat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar, yang selanjutnya akan masuk kedalam siklus rantai makanan (Alloway, 1990). Logam akan terakumulasi pada jaringan tubuh dan dapat menimbulkan keracunan bagi manusia, hewan, dan tumbuhan apabila melebihi batas toleransi. Proses absorpsi racun, termasuk logam berat menurut Soemirat (2003) dapat terjadi lewat beberapa bagian tumbuhan, yaitu : (1) akar, terutama untuk zat anorganik dan zat hidrofilik; (2) daun, bagi zat yang lipofilik; dan (3) stomata untuk memasukkan gas. Adapun proses absorpsinya sendiri terjadi seperti pada hewan dengan berbagai mekanisme difusi, hanya istilah yang digunakan berbeda, yakni translokasi. Transpor ini terjadi dari sel ke sel menuju jaringan vaskuler agar dapat didistribusikan keseluruh bagian tumbuhan. Difusi katalitis terjadi dengan ikatan benang sitoplasma yang disebut dengan plasmadesmata. Misalnya transpor zat hara dari akar ke daun dan sebaliknya transpor makanan atau hidrat karbon dari daun ke akar.

Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat-zat yang dihasilkan dari proses industri pelapisan logam seperti Hg, Zn, Pb, Cd dapat mencemari tanah. Merupakan zat yang sangat beracun terhadap mikroorganisme.

Jika meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah. Limbah pertanian, limbah pertanian dapat berupa sisa-sisa pupuk sintetik untuk menyuburkan tanah atau tanaman, misalnya pupuk urea dan pestisida untuk pemberantas hama tanaman. Penggunaan pupuk yang terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang. Dan penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman tetapi juga mikroorganisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain itu penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut.

Pusat Penelitian Tanah dari Departemen Pertanian, 1983 telah mengajukan kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan sifat umum tanah. Sedangkan kriteria umum untuk kandungan logam berat yang terdapat di dalam tanah telah diteliti oleh Ferguson (1990) mengemukakan batas beberapa kandungan logam berat yang tidak tercemar di dalam tanah, yaitu:

1. *Cadmium* (Cd), nilai rerata pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 0,62 $\mu\text{g/g}$. Batas minimum : 0,1 $\mu\text{g/g}$ dan batas maksimumnya : 1,0 $\mu\text{g/g}$.
2. *Mercury* (Hg), nilai rerata pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 0,098 $\mu\text{g/g}$. Batas minimum : 0,01 $\mu\text{g/g}$ dan batas maksimumnya : 0,06 $\mu\text{g/g}$.
3. *Arsenic* (As), nilai rerata pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 6,03 $\mu\text{g/g}$. Batas minimum : 5 $\mu\text{g/g}$ dan batas maksimumnya : 10 $\mu\text{g/g}$.

4. *Lead* (Pb), nilai rerata adalah 29,2 $\mu\text{g/g}$, tetapi kandungan pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 10 – 20 $\mu\text{g/g}$, bila kandungan lebih dari 100 $\mu\text{g/g}$, maka sudah terkontaminasi. Karena itu batas maksimum Pb adalah 20 $\mu\text{g/g}$ atau 50 $\mu\text{g/g}$.
5. *Selenium* (Se) mempunyai nilai rerata 0,4 $\mu\text{g/g}$. Angka ini akan meningkat pada daerah asam dan semi asam, karena itu angka ini sebaiknya dipakai sebagai baku mutu tanah.

Salah satu bahan pencemar yang menjadi indikator untuk mendeteksi terjadinya pencemaran tanah adalah cemaran logam berat didalamnya. Faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi. Salah satu logam berat yang dapat berpotensi menjadi racun jika berada dalam tanah dengan konsentrasi berlebih adalah Pb (Timbal). Unsur Pb merupakan kelompok logam berat yang tidak esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah. Unsur Pb sampai saat ini masih dipandang sebagai bahan pencemar yang dapat menimbulkan pencemaran tanah dan lingkungan (Juhaeti T., Sharif F. dan Hidayati N., 2004).

Pada lampiran Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor : 03725/BSK/VII/89 tentang kadar maksimum cemaran logam dalam makanan, menyatakan bahwa kadar cemaran Pb untuk komoditi buah dan hasil olahan adalah 2,0 ppm. Sedangkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387:2009 tentang Bahan makanan cemaran logam berat dalam pangan, untuk komoditi buah dan sayuran adalah 0,5 mg/kg.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka penulis telah melaksanakan penelitian mengenai ”**Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Wortel (*Daucus carota*) Varietas Lokal dan Hibrida Terhadap Pemberian Beberapa Dosis Logam Berat Pb**”. Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian beberapa varietas yang diberikan perlakuan logam berat Pb untuk tujuan mengetahui respon tanaman baik terhadap pertumbuhan maupun hasil tanaman tersebut.

1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimanakah pertumbuhan dan hasil tanaman wortel varietas lokal dan hibrida dengan adanya pemberian Pb?
- 2) Berapakah konsentrasi Pb yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman wortel varietas lokal dan hibrida?
- 3) Bagaimanakah respon pertumbuhan wortel varietas lokal dan hibrida akibat pemberian logam Pb?
- 4) Apakah akibat pemberian logam Timbal (Pb) di dalam wortel varietas lokal dan hibrida melewati batas cemaran maksimum yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional dalam SNI No. 7387-2009?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu :

- a. Mengetahui respon pertumbuhan dan hasil tanaman Wortel varietas lokal dan hibrida dengan adanya penambahan Pb.

- b. Untuk mengetahui pada konsentrasi berapa dosis Pb yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Wortel varietas lokal dan hibrida.
- c. Untuk mengetahui berapa kandungan logam berat yang terdapat di dalam umbi Wortel varietas lokal dan hibrida.

1.4. Kerangka Pikir dan Hipotesis

Tanaman wortel membutuhkan lingkungan tumbuh dengan suhu udara yang dingin dan lembab. Untuk pertumbuhan dan produksi umbi dibutuhkan suhu udara optimal antara 15,6 - 21,1 °C. Suhu udara yang terlalu tinggi (panas) seringkali menyebabkan umbi kecil-kecil (abnormal) dan berwarna pucat/kusam. Bila suhu udara terlalu rendah (sangat dingin), maka umbi yang terbentuk menjadi panjang kecil.

Keadaan tanah yang cocok untuk tanaman wortel adalah subur, gembur, banyak mengandung bahan organik (humus), tata udara dan tata airnya berjalan baik (tidak menggenang). Jenis tanah yang paling baik adalah andosol. Jenis tanah ini pada umumnya terdapat di daerah dataran tinggi (pegunungan). Tanaman ini dapat tumbuh baik pada keasaman tanah (pH) antara 5,5 - 6,5 untuk hasil optimal diperlukan pH 6,0 - 6,8. Pada tanah yang pH-nya kurang dari 5,0, tanaman wortel akan sulit membentuk umbi. Demikian pula tanah yang mudah becek atau mendapat perlakuan pupuk kandang yang berlebihan, sering menyebabkan umbi wortel berserat, bercabang dan berambut.

Hasil penelitian Saraswati R., D. A. Santosa, dan I. Nasution (2003) mendapatkan kandungan Pb dan Cd dalam tanah sawah di Bekasi dan Karawang yang mengalami pencemaran limbah industri cukup tinggi. Kandungan Cd dalam

tanah di Desa Sukajadi, Kecamatan Sukatani, Kabupaten Bekasi mencapai 0,3 mg/kg Cd, sedangkan kandungan Cd dan Pb dalam beras telah mencapai 0,2 mg/kg Cd dan 1,5 mg/kg Pb, mendekati batas kritis yang ditetapkan WHO, yaitu 0,24 mg/kg Cd dan 2 mg/kg Pb. Hasil penelitian tahun 1994/1995 di Desa Panjakan, Kecamatan Rajeg, Kabupaten Tangerang menunjukkan kandungan Cd dalam beras cukup tinggi, yaitu 0,367 mg/kg Cd. Hal tersebut sangat mengkhawatirkan, dan hasil penelitian tahun 2002 menunjukkan kandungan Cd tanah sawah di sembilan desa di Kabupaten Bekasi berkisar antara 0,121 dan 0,38 mg/kg, tertinggi di Desa Balong Ampel, Kecamatan Sukarahayu, Kabupaten Bekasi.

Spesies tumbuhan secara genetik sangat beragam kemampuannya untuk toleran atau tidak toleran terhadap unsur-unsur *non essential* (Ag, Al, Cd, Hg, Pb, Pt dan lain-lain) dalam jumlah yang meracuni. Pada spesies tertentu contohnya pada tanaman kangkung, unsur itu tertimbun di akar dan dibawa sedikit saja ke tajuknya, sehingga pada spesies tertentu akar dan tajuk mengandung unsur tersebut lebih tinggi dari pada yang ditahan oleh spesies lainnya. Dengan adanya risiko tercemarnya wortel oleh logam berat, terutama Pb dan Cd, maka dipandang perlu untuk meneliti kandungan Pb dan Cd dalam tanaman wortel yang tumbuh akibat diberi perlakuan pencemaran Pb dan Cd berdasarkan waktu panen dan bagian tanaman.

Kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah besar dunia saat ini. Hal ini diiringi dengan perkembangan industri yang makin pesat terutama perkembangan industri kaleng minuman, dan industri magnet yang berdampak besar terhadap pencemaran logam kobalt di lingkungan. Persoalan spesifik logam

berat Pb dan Cd di lingkungan terutama karena akumulasinya sampai pada rantai makanan dan keberadaannya di alam, serta meningkatnya sejumlah logam berat yang menyebabkan keracunan terhadap tanah, udara dan air meningkat (Jayakumar, 2009).

Hasil penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian tahun 2008 berupa analisis contoh sayuran kubis, tomat, dan wortel yang diperoleh dari sentra produksi di Jawa Barat dan Jawa Timur menunjukkan secara umum cemaran logam besi (Fe) dan timbal (Pb) di atas batas maksimum residu (BMR). Sementara cemaran logam As, Cd dan Zn masih pada tingkat aman, walaupun juga perlu diwaspadai, khususnya pada padi tercatat sekitar 0,05 - 0,59 mg/kg, telah melebihi ambang batas. Keracunan Pb dapat menyebabkan gangguan pada kecerdasan anak, akumulasi pada tulang, anemia, darah, jaringan lunak (ginjal, sumsum tulang, liver, otak), jaringan dengan mineral (tulang, gigi), syaraf perifer dan sentral, metabolisme vitamin D dan Kalsium unsur penting pembentukan tulang; menembus plasenta pertumbuhan janin terganggu, dapat keluar bersama ASI; syaraf, ginjal, reproduksi, endokrin, jantung (Linder, 1992).

Komposisi kimia air pengairan beragam sesuai dengan reaksi-reaksi yang terjadi dalam sistem batuan tanah air udara menurut keadaan geologi dan iklim. Air pengairan memang dapat menyumbangkan beberapa macam unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan sayuran, namun jika air yang digunakan untuk mengairi lahan sayuran berupa limbah cair yang berasal dari kegiatan pemukiman, pertambangan, atau industri, seperti yang terjadi pada lahan sayuran di daerah perkotaan maka dapat menimbulkan masalah karena limbah tersebut pada

umumnya mengandung berbagai macam unsur logam berat termasuk Timbal (Pb) yang bersifat toksik bagi manusia.

Salah satu cara untuk memulihkan lingkungan tanah dari suatu kontaminan logam berat adalah dengan menggunakan tanaman, yaitu dengan cara menanam tanaman yang mampu menyerap logam berat dari dalam tanah. Metode ini dikenal dengan nama fitoremediasi (Smith, Robert D., Salt, dan David E, 1997). Metode fitoremediasi masih terus dikembangkan dengan cara mencari berbagai jenis tanaman yang dapat menyerap logam berat dari berbagai kompartemen lingkungan (Tjahaja, 2007).

Penimbunan bahan pencemar dalam tubuh, terutama logam berat pada kadar tertentu akan mengakibatkan gangguan terhadap sel-sel tubuh. Gangguan tersebut terutama disebabkan oleh logam berat yang bersifat toksik seperti Pb, Cd, Cr, Cu dan Zn (KLH, 1991). Menurut Herawati N., I. F. Rivai, K. Koyama, dan S. Suzuki (1998), tingkat toksisitas logam berat dalam tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dan lingkungannya. Selanjutnya Soepartini dkk. (1996) melaporkan bahwa pengelolaan air dan teknik pengendalian hama dapat menyebabkan perubahan keberadaan logam berat pada tanah tersebut, sehingga secara nyata dapat mempengaruhi kandungan logam berat dalam tanaman. Laporan Alegria A., R. Barbera, R. Boluda, F. Errecalde, R. Farre, dan MJ. Lagarda (1991) menunjukkan kandungan Pb dalam sayuran lebih dipengaruhi oleh antropogenik dan faktor lingkungan. Hasil analisis air, tanah dan tanaman yang diambil dari beberapa kebun sayuran caisin dengan perbedaan sumber air penyiraman menunjukkan bahwa sumber air irigasi yang bersih sangat menentukan kandungan Pb dalam air dan berkorelasi positif dengan nilai pH

tanah. Dengan nilai pH tanah yang rendah ternyata status logam Pb dalam sayuran caisin lebih tinggi (Handayani E.P., Rakhmiati, Maryati., 2005).

Sumber kontaminasi logam berat ada dua, yaitu lewat pencemaran udara dan dari bahan makanan. Pencemaran lewat udara terutama berasal dari asap buangan kendaraan bermotor. Data yang dikeluarkan Badan Pengawasan Dampak Lingkungan (Bapedal) DKI tahun 1998, kadar timbal di udara Jakarta rata-rata telah mencapai 0,5 mg per meter kubik udara. Untuk kawasan tertentu, seperti terminal bus dan daerah padat lalu lintas, kadar timbal bisa mencapai 2-8 mg per meter kubik udara (Astawan, 2005).

Besarnya kandungan Pb dalam tanah mengakibatkan tanaman tercemar melebihi batas maksimum yang diperbolehkan, hal ini sejalan dengan baku mutu tanah (*interim*) terhadap pencemaran logam berat Pb untuk penggunaan pertanian yang dikeluarkan kantor KLH-Dalhousie University (1992). Menurut baku mutu tanah besarnya kadar maksimum logam berat Pb dalam tanah untuk penggunaan pertanian adalah 150 ppm. Pb berpengaruh nyata terhadap penurunan pertumbuhan tanaman, terutama pada konsentrasi Pb > 150 ppm sudah terlihat gangguan terhadap proses tumbuh tanaman.

Menurut Leepar (1978), yang menjadi masalah penting pencemaran logam berat pada tanah pertanian bukan karena tanamannya rusak/mati, tetapi oleh karena adanya akumulasi logam berat pada hasil pangan/makanan. Untuk itu, besarnya kandungan logam berat yang terlarut atau tersedia dalam tanah menjadi hal yang penting untuk diketahui, karena hal tersebut umumnya merupakan bentuk yang dapat diserap Korelasi sifat tanah dengan kandungan logam berat Pb dan Cd tersedia dalam tanah.

Menurut Subowo, Kurniansyah AM dan Sukristiyonubowo (1999) dalam Lenny dan Sri Nopriani (2011), adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktivitas pertanian dan kualitas hasil pertanian selain dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi pangan yang dihasilkan dari tanah yang tercemar logam berat tersebut.

Hasil penelitian Hening Widowati (*El-Hayah Vol. 1, No.4 Maret 2011*) dinyatakan bahwa analisis Regresi dan Korelasi logam terhadap warna hijau batang dan daun sayuran air pada ketiga jenis sayuran, diketahui logam Pb, Cd secara bersama-sama berpengaruh menurunkan warna hijau pada batang dan daun genjer, kangkung air, dan selada air, dengan besar pengaruh antar sayuran berbeda-beda. Terhadap penurunan warna hijau batang dan daun sayuran, logam berat Cd lebih besar mempengaruhi penurunan warna kangkung air; sedangkan terhadap genjer, logam berat Pb lebih berpengaruh.

Berdasarkan kerangka pikir di atas dapat dirumuskan hipotesis yaitu : tanaman wortel yang ditanam pada media tanah yang mengandung logam berat Timbal (Pb) akibat adanya pemberian dosis logam Pb sehingga tanaman wortel tersebut mengandung logam berat Timbal (Pb).

