

II TINJAUAN PUSTAKA

Peningkatan jumlah penduduk seiring dengan bertambahnya tempat tinggal dan meningkatnya alih fungsi lahan. Dampak yang diakibatkan adalah menyempitnya luas areal lahan petani sehingga ketersediaan pangan semakin berkurang. Upaya mengantisipasi berkurangnya ketersediaan pangan tersebut, petani berusaha agar produktivitas padi bisa maksimal tanpa memperhatikan kelestarian lingkungan. Salah satu usaha petani dalam memaksimalkan produktivitas dengan peningkatan input pupuk dan pestisida kimia.

Kebijakan pertanian difokuskan pada produktivitas usaha tani dengan memberi sedikit perhatian pada daya dukung lingkungan dengan memanfaatkan teknologi pertanian (bibit, pupuk dan pestisida) tanpa merusak daya dukung lingkungan seperti pertanian ramah lingkungan (Kementan, 2015). Pertanian ramah lingkungan adalah pertanian yang lebih memperhatikan kelestarian lingkungan daripada keuntungan ekonomi jangka pendek, sehingga mempunyai prospek keberlanjutan, baik dalam bidang biofisik lingkungan maupun sosial ekonomi (Irawan, 2013).

Strategi pengembangan teknologi tersebut perlu memperhatikan berbagai aspek yaitu diarahkan untuk menghasilkan produk pertanian dan jasa lingkungan yang bernilai tambah tinggi, kondusif terhadap tenaga kerja muda pedesaan, kondusif terhadap sumberdaya kapital dan pengembangan ekonomi setempat, kondusif terhadap inovasi usahatani mutakhir, serta terbangunnya keorganisasian dan kelembagaan bisnis pertanian (Pranadji, 2004).

Akhir-akhir ini popularitas konsep pembangunan berkelanjutan menjadi semakin mengemuka dengan digadang-gadangnya *Sustainable Development Goals* (SDGs) sebagai pengganti dari *Millennium Development Goals* (MDGs) yang berakhir pada tahun 2015. Pembangunan berkelanjutan adalah suatu proses perubahan yang di dalamnya, seluruh aktivitas seperti eksploitasi sumberdaya, arah investasi, orientasi pengembangan teknologi, dan perubahan kelembagaan berada

dalam keadaan yang selaras serta meningkatkan potensi masa kini dan masa depan untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi manusia (Fauzi dan Oxtavianus, 2014).

2.1 Pengelolaan lahan pertanian

Tuntutan peningkatan produktivitas dengan input berlebih dan kemajuan teknologi menjadi lingkaran yang tak berujung. Sasaran produksi padi meningkat dari tahun ke tahun. Sasaran produksi padi tahun 2015 - 2019 (ton) tahun 2015 : 10.150.952, tahun 2016 : 10.714.169, tahun 2017 : 10.982.072, tahun 2018 : 11.256.582, tahun 2019 : 11.536.714 (Kementan, 2015). Beralihnya pertanian konvensional ke pertanian ramah lingkungan sebagai salah satu kemajuan teknologi yang marak berkembang dimana-mana dari mulai tanaman pangan sampai dengan hortikultura.

Menjaga kelestarian lingkungan pertanian terutama pada lahan perlu diketahui penyebab dan sumber pencemarnya. Penggunaan bahan agrokimia berupa pupuk dan pestisida kimia sangat menentukan jumlah kandungan cemaran. Semakin banyak dan lama waktu penggunaan bahan agrokimia maka semakin tinggi residu yang terakumulasi. Berdasar hal tersebut keamanan pangan menjadi fokus perhatian demi menjaga ketahanan pangan.

Bukan hanya keamanan pangan yang patut menjadi perhatian tapi tempat tumbuh merupakan faktor penting juga selain faktor lain, dalam hal ini adalah tanah. Seberapa besar kandungan residu yang terdapat di dalamnya tergantung dari aplikasi yang diterapkan baik sebelum maupun selama budidaya yang berbeda pada masing-masing wilayah. Diperlukan teknologi untuk pengendalian pencemaran yang terjadi pada lahan pertanian, agar kondisi tanah yang tercemar dapat berfungsi kembali secara optimal sebagai unsur produksi, media pengatur air, dan sebagai unsur perlindungan alam (Kurnia et al., 2004).

Pengelolaan lahan pertanian merupakan salah satu upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sesuai Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penerapan teknologi secara organik lebih efisien secara ekonomi daripada non organik. Penggunaan bahan

anorganik bukan hanya berdampak kurang baik pada lingkungan tetapi juga pada kesehatan.

Menurunnya kualitas tanah akan berdampak pada penurunan produktivitas, tingkat pendapatan dan kesejahteraan petani. Berdasar hal tersebut maka penggunaan pupuk organik bisa dioptimalkan. Bahkan rekomendasi pemupukan N, P, dan K pada padi sawah untuk spesifik lokasi telah ditetapkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 40/Permentan/OT.140/4/2007. Anjuran penggunaan pupuk organik pada padi sawah oleh BPTP Jawa Barat adalah 2-3 t/ha; BPTP Jawa Tengah 2 t/ha, dan BPTP Jawa Timur 2 t/ha per musim, berdasarkan perkiraan ketersediaannya di tingkat petani. Kebutuhan pupuk organik sesuai dosis anjuran tersebut pada tataran individu rumah tangga petani (RTP) sebenarnya relatif sedikit (0,7-1,0 t/RTP/musim), karena pemilikan lahan petani sempit, rata-rata 0,35 ha/RTP (Sumarno dan Kartasasmita, 2012).

Pemberdayaan masyarakat merupakan faktor penting dalam mendukung keberhasilan penerapan teknologi pengelolaan lahan. Salah satu diantaranya melalui sosialisasi dalam kelompok tani sebagai unit terkecil pertanian. Dalam wadah tersebut dapat disampaikan perkembangan kemajuan teknologi agar petani dapat mengadopsinya. Faktor pendukung keberlanjutan upaya penerapan teknologi pengelolaan lahan selain partisipasi petani, peran serta tokoh masyarakat dan stakeholder terkait juga sangat menentukan keberlangsungan program.

2.2 Pencemaran logam berat pada pertanian

Salah satu bahan pencemar yang perlu perhatian pada lingkungan pertanian adalah residu kimia diantaranya logam berat yang berasal dari pupuk dan pestisida kimia. Kandungan logam berat di tanah pertanian pada umumnya adalah pupuk fosfat, pupuk majemuk, pupuk kalium, pupuk nitrogen (Boyd, 2010). Berbagai jenis pupuk, baik anorganik maupun organik seperti pupuk P, pupuk N, pupuk kandang, kapur dan kompos mengandung logam berat. Logam berat juga terdapat dalam batuan fosfat alam yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk P.

2.2.1 Sumber pencemaran logam berat pada pertanian

Logam berat secara alami sudah berada di alam dan tersingkap karena proses pelapukan, atau dari letusan gunung merapi dapat memberikan kontribusi kepada alam (Suhendrayatna, 2001). Pernyataan tersebut dipertegas (Govindasamy et al., 2011) bahwa logam berat secara alami sudah ada di dalam tanah dan tidak dapat terdegradasi, dapat menetap di tanah dan badan air untuk waktu yang lama, sehingga terus meningkat dari waktu ke waktu.

Berbagai sumber pencemar logam berat, dapat berasal dari faktor alamiah diantaranya penggunaan fosfat alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku industri seperti pupuk P. Unsur ikutan yang perlu diwaspadai adalah kandungan logam berat yang cukup tinggi dalam fosfat alam, seperti Cd, Cr, Hg, Pb, dan U (Kasno et al., 2009). Faktor lain dapat berasal dari kegiatan pertanian maupun non pertanian. Bahan-bahan tersebut terdapat sebagai unsur ikutan (*impurities*) dalam pupuk anorganik (Cd, Cr, Pb); limbah cair (*sewage sludge*) (Cd, Ni, Cu, Pb); peternakan (Cu, Zn, As); pestisida (Cu, As, Hg, Pb); serta kompos (Cd, Cu, Ni, Pb) (Mulyadi, 2013).

Pencemaran pada tanah dapat berasal dari kegiatan industri, limbah domestik, dan penggunaan pupuk dan pestisida terutama pada bidang pertanian. Sebagian besar lahan pertanian di Indonesia sudah mengalami penurunan kualitas, bahkan banyak yang termasuk kategori kritis akibat pemakaian bahan kimia anorganik berlebihan. Pemakaian pupuk kimia anorganik berlebihan menyebabkan struktur tanah menjadi padat dan daya dukung tanah bagi pertumbuhan tanaman menurun (Kementan, 2015). Penggunaan pupuk dan pestisida berlebih disinyalir akan meninggalkan polutan dalam tanah yang berpotensi merusak ekologis tanah.

Selain faktor pupuk dan pestisida, sumber pencemaran yang masuk ke lahan sawah dapat berasal dari badan perairan. Pencemaran tersebut dibedakan atas pencemaran yang disebabkan oleh alam polutan alamiah dan pencemaran karena kegiatan manusia (polutan antropogenik) diantaranya: suhu; kekeruhan; warna, bau dan rasa ; bahan padat total; Daya Hantar Listrik (DHL) ; Kandungan Besi Derajat Keasaman (pH); Oksigen Terlarut (DO); *Biological Oxygen Demand*

(BOD) ; *Chemical Oxygen Demand* (COD); *Nutrient*; Logam Berat ; *Faecal Colif* (Krisnawati et al., 2015).

Faktor lain dapat juga karena areal pertanian berdekatan dengan jalan raya yang rentan polusi udara. Polutan dapat berasal dari asap pabrik serta asap kendaraan bermotor yang secara tidak langsung akan terkontaminasi logam berat Pb^{2+} . Kendaraan bermotor menyumbang 85% pencemaran udara yang mengandung timah hitam atau timbal (Pb) (Ismiyati et al., 2014). Kandungan timah hitam di sekitar jalan raya atau kawasan perkotaan sangat tergantung pada kecepatan lalu lintas, jarak terhadap jalan raya, arah dan kecepatan angin, cara mengendarai dan kecepatan kendaraan. Bioakumulasi timah hitam terhadap daun pada tanaman akan lebih banyak terjadi pada tanaman yang tumbuh di pinggir jalan besar yang padat kendaraan bermotor (Parsa, 2001; Manik et al., 2015).

Penggunaan pupuk P (phosfat) hampir tidak terlepas dari budidaya padi. Beredarnya pupuk majemuk lebih memicu petani beralih dari pupuk tunggal karena, sekaligus mengandung tiga unsur hara yaitu Nitrogen, Phospor, dan Kalium. Penggunaan pupuk majemuk dirasa lebih efisien dibanding pupuk tunggal karena lebih hemat baik harga, waktu, dan tenaga dalam aplikasi. Namun keberadaan pupuk anorganik di pasaran terkadang sulit meskipun sudah ada subsidi dari pemerintah. Terkadang ketersediaan masih kurang karena tingginya harga jual di tingkat petani.

Berdasarkan hasil penelitian pada lahan sawah intensifikasi baik di Jawa maupun luar Jawa menunjukkan sebagian besar lahan sawah di Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Lombok dan Bali berstatus hara P dan K tinggi sebagai akibat pemupukan fosfat yang terus menerus dalam jangka waktu lama. Hal ini dimungkinkan pada beberapa lokasi persawahan terjadi akumulasi P dalam tanah, karena sebagian besar pupuk P yang diberikan terikat dalam tanah. Unsur inilah sebagai salah satu sumber logam berat Cd yang ada pada tanah, meskipun dalam jumlah kecil secara alami sudah tersedia dalam tanah. Upaya meningkatkan ketersediaan P, baik dari tanah maupun pupuk diperlukan mikroba pelarut P yang mampu melarutkan P dan mendorong penyerapan P oleh tanaman (Saraswati et al., 2008).

2.2.2 Dampak pencemaran logam berat pada pertanian

Penggunaan pestisida dan pupuk intensif sudah memberi dampak tersendiri pada efek kumulatif yang menjadi penyebab kerusakan lingkungan dalam jangka waktu yang relatif agak lama (Palmer, 2008). Bukan hanya berdampak pada tanah, tetapi pada komoditas yang tumbuh di atasnya, bahkan sumber pengairan. Standar baku mutu cemaran logam berat dalam pangan kandungan logam berat Pb dan Cd di Indonesia ditetapkan menurut SNI 7387:2009 (Tabel 2).

Tabel 2. Batas kandungan logam berat dalam pangan

Elemen	Kandungan logam berat (mg/kg)
Pb	0,25 ^(*)
Cd	0,4 ^(*)
Cu	10 ^(**)

Sumber:

^(*) SNI 7387:2009

^(**) Standar BPOM 03725/B/SK/VII/89

2.2.2.1 Pencemaran pada tanah

Logam berat memiliki ketersediaan terbesar di tanah dan ekosistem perairan dan proporsi yang relatif kecil di atmosfer sebagai partikel atau uap. Ada sumber yang berbeda dari logam berat di lingkungan seperti: alam, pertanian, industri, limbah domestik, sumber atmosfer dan sumber-sumber lain. Kegiatan seperti operasi pertambangan, peleburan dan pertanian telah terkontaminasi daerah yang luas di dunia seperti Jepang, Indonesia dan China kebanyakan oleh logam berat seperti Cd, Cu dan Zn (Herawati et al., 2000).

Padi salah satu tanaman yang berpotensi mengakumulasi logam berat terutama Cd di bulir (Brus et al., 2009). Sedangkan kandungan logam berat Pb dapat berasal dari limbah penggunaan batu bara dan minyak, limbah pabrik peleburan besi dan baja, pabrik produksi semen dan limbah dari penggunaan logam yang bersangkutan untuk hasil produksinya seperti pabrik baterai, tekstil, pestisida, gelas, keramik dan lain-lain (Katipana, 2015).

Logam berat berkenaan dengan pertanian memunculkan empat persoalan yang saling berkaitan berupa akibat atas: (1) edafon, yaitu keseluruhan kehidupan

di dalam tanah yang merupakan salah satu faktor pokok penentu produktivitas tanah; (2) hasil panen pertanian, baik jumlah maupun mutunya; (3) kesehatan ternak; dan (4) kesehatan manusia. Keempat persoalan tersebut dapat dikembalikan kepada satu persoalan dasar, yaitu perilaku logam berat di dalam tanah (Notohadiprawiro, 1995).

Keberadaan logam berat dalam tanah perlu mendapatkan perhatian yang serius karena tiga hal, meliputi: 1) bersifat racun dan berpotensi karsinogenik; 2) logam dalam tanah pada umumnya bersifat mobile 3) mempunyai sifat akumulatif dalam tubuh manusia (Notodarmojo, 2005). Akumulasi logam pada tanah dapat mengakibatkan penurunan aktivitas mikroba tanah, kesuburan tanah, dan kualitas tanah secara keseluruhan, dan penurunan hasil dan masuknya bahan beracun ke rantai makanan (Kurnia et al., 2004). Kandungan logam berat pada tanah dalam batas normal dan batas kritis terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Batas normal dan batas kritis logam berat dalam tanah

Elemen	Tanah (mg/kg)	
	Batas Normal	Batas Kritis
Pb	2-300	100-400
Cd	0,01-2,0	3-8
Cu	2-250	60-125

Sumber : Alloway, 1995

Sedangkan kandungan maksimum logam berat dalam tanah yang diijinkan dari berbagai negara berbeda-beda terdapat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Kandungan logam berat dalam tanah di berbagai negara

Negara	Konsentrasi maksimum yang diijinkan (mg/kg)			Sumber
	Pb	Cd	Cu	
Jerman	70	1	40	A
Bulgaria	26	0,4	34	B
Australia	300	3	150	C
China	80	0,5	100	D
FAO/WHO (pedoman)	100	3	100	E
Uni Eropa (pedoman)	300	3	140	F

Sumber:

- a. Lee, D.Y., Lee, C. 2011. Regulatory standards of heavy metal pollution in soil groundwater in Taiwan. National Taiwan University. Taipei. Taiwan.

- b. Atanassove, I. New Bulgarian soil pollution standards. *Bulgarian J. Agric. Sci.* 2007, 14: 68-75.
- c. Environment protection authority of Australia. Classification and management of contaminated soil for disposal. Available online. <http://epa.tas.gov.au/regulation/document?docid=55> (accessed on 7 March 2016).
- d. Environmental protection ministry of China. Standards of soil environmental quality of agricultural land, Environmental protection of China Beijing, China. 2015.
- e. Chiroma, T.M.; Ebewe, R.O.; Hymore, K. 2014. Comparative assessment of heavy metal level in soil, vegetable and urban grey waste water used for irrigation in Yola and Kano. *Int. Ref. I. Eng. Sci.* 2014, 3, 1-9.
- f. European commission on environment. Heavy metal in Wastes 2002. Available online: <http://www.productstewardship.us/resource/resmgr/imported/Heavy>.

2.2.2.2 Pencemaran pada tanaman

Meskipun dalam jumlah kecil logam dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan, tetapi akan bersifat racun apabila melebihi ambang batas. Ketersediaan logam berat pada tanah atau terserapnya logam berat ke dalam tanaman sangat dipengaruhi oleh sifat dari tanah tersebut yaitu keasaman tanah, bahan organik, suhu, kadar unsur lain dan lain-lain. Jika pH tanah rendah, ketersediaan beberapa logam berat di tanah akan meningkat.

Terserapnya beberapa logam berat ke tanaman juga dipengaruhi oleh pH tanah yang rendah dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah yang tinggi. Penyerapan Cd akan tinggi pada pH rendah dan menurun pada pH tinggi (Charlena, 2004). Besarnya pencemaran Pb, Cd, dan Zn secara jelas dimodifikasi oleh pH tanah. Pada $pH < 5,6$ kandungan Pb, Cd, dan Zn lebih banyak dalam bentuk dapat dipertukarkan dibanding pada $pH > 5,6$ (Chlopecka et al., 1996).

Penentuan kandungan logam berat yang terdapat dalam tanah tersebut untuk mengetahui logam berat dapat tersedia untuk tanaman (bioavailable) atau tetap terikat kuat dalam komponen tanah sebagai spesies non bioavailable (Rahayu et al., 2015), sehingga dapat mencemari tanaman yang tumbuh di atasnya. Persyaratan kandungan logam berat dalam tanaman terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persyaratan logam berat Pb, Cd, dan Cu dalam tanaman

Elemen	Tanaman (mg/kg)	
	Batas Normal	Batas Kritis
Pb	0,2-2,0	-
Cd	0,1-2,4	4-200
Cu	5-20	5-64

Sumber : Alloway, 1995

2.2.2.3 Pencemaran pada air

Sumberdaya air selain diperlukan untuk mempertahankan swasembada pangan terutama bagi keperluan komoditas pertanian. Jumlah siklus air alam hidrologi tetap sedangkan permintaannya terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan pangan. Air irigasi yang digunakan untuk kegiatan pertanian tidak akan terlepas dari kandungan unsur kimia di dalamnya. Kualitas air pengairan perlu diperhatikan karena sumber akhir kontaminan logam berat yang berasal dari pertanian akan terkumpul kembali dan digunakan sebagai air pengairan. Sementara fluktuasi konsentrasi logam berat di sumber air pengairan dipengaruhi besar kecilnya pasokan logam berat sekitar areal pertanian. Sesuai sifatnya logam berat mudah mengikat bahan organik dan mengendap di perairan. Sumber air pengairan yang mengandung logam berat apabila digunakan untuk irigasi akan berdampak peningkatan nilai konsentrasi logam berat pada tanah dan terserap tanaman yang berpengaruh pada penurunan hasil.

Pengelolaan kualitas air dimaksudkan memelihara kualitas air untuk tujuan melestarikan fungsi air, dengan melestarikan (*conservation*) atau mengendalikan (*control*) agar tidak terjadi pencemaran (PP No. 82 tahun 2001). Kendala yang sering dihadapi dalam pemanfaatan sumberdaya air yaitu kuantitas dan kualitas baik yang dikonsumsi secara langsung maupun untuk keperluan lainnya, pencemaran seiring dengan laju peningkatan jumlah penduduk, limbah rumah tangga dan perusakan sumberdaya air karena sistem bercocok tanam di daerah hulu mendorong laju erosi tambah penebangan hutan (Sayaka dan Pasandaran, 1996).

2.3 Pemupukan organik dan anorganik

Upaya penanggulangan pencemaran lahan sawah dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan biologi atau kombinasi dua atau lebih cara-cara tersebut dengan memperhatikan sumber pencemar, penyebab, dan dampak pencemaran yang terjadi (Kurnia et al., 2004). Pertanian yang *full input* organik tidak relevan untuk masa kini, namun pada masa mendatang pemanfaatan bahan organik, jasad renik, dan hormon tumbuh menjadi lebih penting, sesuai dengan kondisi lingkungan masa mendatang. Oleh sebab itu, bahan organik yang dijadikan masukan andalan pertanian padi pada masa depan selain dapat diproduksi secara *in situ*, juga harus lebih berkualitas (Makarim dan Suhartatik, 2016).

Penggunaan pupuk organik merupakan salah satu alternatif meminimalisir pencemaran khususnya pada lahan pertanian. Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas. Dalam jangka panjang dapat meningkatkan kualitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Fungsi pupuk sebagai pembenah tanah dan penyedia unsur hara bagi tanaman, namun kandungan unsur lain diantaranya logam berat perlu diperhatikan.

Kandungan logam yang ada pada pupuk tidak semuanya bermanfaat untuk tanaman, karena ada sebagian pupuk organik yang mengandung logam berat. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011). Berdasarkan rekomendasi Peraturan Menteri Pertanian Nomor 40/Permentan/OT.140/4/2007, pengembalian bahan organik atau pemberian pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik bertujuan untuk memperbaiki kondisi dan kesuburan tanah, sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik.

2.3.1 Pemanfaatan limbah untuk remediasi lahan pertanian

Pemilihan bahan dasar yang tepat untuk remediasi tanah pertanian terus berkembang seiring kemajuan teknologi. Kemampuan pupuk organik untuk mereduksi zat polutan pada tanah tercemar terutama logam berat sampai saat ini masih terus dilakukan. Pupuk organik dapat digunakan untuk menahan keberadaan logam berat di dalam tanah sehingga tidak terserap tanaman dan mempercepat penyerapan logam berat ke jaringan tanaman (Sudaryono, 2007). Teknologi pengendalian pencemaran logam berat adalah remediasi yang diartikan sebagai perbaikan lingkungan secara umum diharapkan dapat menghindari resiko-resiko yang ditimbulkan oleh kontaminasi logam yang berasal dari alam (*geochemical*) dan akibat ulah manusia (*anthropogenic*) (Purwani, 2010).

Remediasi tanah terpolusi logam berat di lahan pertanian dapat dilakukan melalui aplikasi bahan organik. Ada tiga kategori remediasi pada tanah yang terkontaminasi logam berat yaitu 1). Insitu remediasi ringan dengan tujuan mengembalikan kesuburan tanah yang aman, bebas kontaminan, 2). Insitu remediasi berat pada tanah dengan pembatasan dan 3) in situ atau eksitu berat dengan tindakan destruktif dengan maksud mencegah bahaya baik manusia, hewan, maupun tumbuhan (Gupta et al., 2000).

Teknologi lain yaitu: teknik imobilisasi dengan cara memindahkan tanah yang terkontaminasi ke tempat asalnya (Martin dan Ruby, 2004; USEPA, 1997; Erfandi dan Juarsah, 2016). Pencucian tanah yang pada dasarnya adalah pengurangan atau penanggulangan limbah dengan proses minimalisasi volume (Dermont et al. 2008) dan ; fitoremediasi atau remediasi hijau atau perbaikan vegetatif yaitu strategi in situ remediasi yang menggunakan vegetasi atau mikroba terkait, perubahan tanah, dan teknik agronomis untuk menghapus kontaminan lingkungan berbahaya (Erfandi dan Juarsah, 2016).

Pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan masih terus diujikan baik menurut bentuk, dosis maupun cara aplikasi. Limbah pertanian yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal dan sering tidak terpakai adalah jerami. Jerami yang dianggap limbah sebenarnya mengandung unsur hara makro yang diperlukan tanaman. Aplikasi pupuk organik terutama pupuk kandang dan jerami dan pupuk

anorganik sama-sama menjadi andalan dalam peningkatan produktivitas, efisiensi input, sekaligus untuk perbaikan dan kelestarian sumberdaya lahan dan lingkungan (Las, 2006).

Perlunya pertimbangan efektif dan efisien dengan harga murah dan mudah dengan cara konvensional, teknologi yang sekarang masih marak berkembang adalah dengan pemanfaatan limbah pertanian dan ternak yaitu jerami dan pupuk kandang. Kurangnya pemahaman petani seringkali jerami yang dihasilkan sesudah panen ditinggalkan atau ditimbun sehingga melapuk dan hanya sebagian untuk pakan ternak. Secara mudah untuk mengurangi jumlah jerami hanya dibakar di tempat. Hal ini akan berakibat pada kerusakan lingkungan terutama ekologi sekitar pembakaran jerami karena matinya mikroorganisme alami penyubur tanah, hilangnya kandungan hara yang terdapat dalam jerami, bahkan sebagai salah satu penyumbang pencemaran udara.

Kemampuan meremediasi kontaminan logam berat dalam tanah bisa dilakukan dengan menggunakan limbah pertanian berupa jerami dan peternakan berupa kotoran ternak atau pupuk kandang. Berdasarkan penelitian Budianto (2003), penggunaan kompos tandan buah kosong mampu menurunkan Cd dalam tanah lebih dari 87 % yang diikuti jerami padi, dan sampah sayuran. Sedangkan hasil penelitian Adji (2005) menyatakan bahwa pupuk kandang dari kotoran sapi 5 g/kg tanah dapat mengikat ion Pb dari 117,0 ppm menjadi 109,8 ppm.

2.4 Area studi

Kabupaten Semarang secara geografis terletak pada 110°14'54,75" sampai dengan 110°39,3" BT dan 7°3'57" LS yang membatasi 95.020,674 ha. Berada pada ketinggian 318 m dpl hingga 1.450 dpl, dengan suhu udara rata-rata relatif sejuk. Kondisi iklim yang baik dimana tidak terjadi banjir maupun musim kemarau membantu petani dalam bercocok tanam. Luas wilayah Kabupaten Semarang berdasarkan penggunaan lahan terbagi atas tiga jenis lahan yaitu: lahan pertanian sawah (23.918,65 ha atau 25,17%), lahan pertanian bukan sawah (36.358,45 ha atau 38,26%), dan lahan bukan pertanian (34.743,57 ha atau

36,56 %). Perbedaan luas lahan sawah antar kecamatan tentunya berdampak pada produksi padi. Produksi padi sawah pada tahun 2015 sebesar 236.313 ton mengalami peningkatan produksi sebesar 24.495 ton dibandingkan produksi padi sawah tahun 2014 sebesar 211.818 ton. Kenaikan produksi disebabkan karena perbaikan sarana irigasi, pemberian bibit unggul, insektisida dan pupuk serta pola tanam petani. Selain itu luas panen padi sawah naik sebesar 4.109 dari sebelumnya 37.172 ha naik menjadi 41.281 ha pada tahun 2015. Rata-rata produksi sawah per hektar meningkat 0,02 ton/ha dari sebelumnya 5,70 ton/ha menjadi 5,72 ton/ha pada tahun 2015 (Bappeda, 2016).

Kecamatan Tengaran mempunyai ketinggian 729 m dpl. Tahun 2016 banyaknya curah hujan sebesar 2.924 mm. Luas penggunaan lahan pertanian sawah Kabupaten Semarang Tahun 2016, di Kecamatan Tengaran mempunyai lahan sawah irigasi seluas 679,87 ha, sedangkan lahan sawah tadah hujan 186,71 ha. Luas panen padi sawah 1.269,76 ha dengan produktivitas 5,72 ton/ha (BPS, 2017). Kecamatan Tengaran terletak di kaki Gunung Merbabu yang berbatasan: Sebelah Utara: Kota Salatiga, Sebelah Selatan : Kecamatan Suruh dan Susukan, Sebelah Timur Kabupaten Boyolali, Sebelah Barat : Kecamatan Getasan dan Kecamatan Ampel, Boyolali. Luas wilayah Kecamatan Tengaran 4.729,55 ha yang terdiri dari penggunaan luas lahan 866,58 ha (18,32%), bukan sawah 1.878,85 ha (39,72%) dan lahan bukan pertanian 1984,12 ha (41,95%). Bertopografi datar dan bergelombang dengan bentuk wilayah datar dan bergelombang sampai berbukit (30%) berbukit sampai pegunungan (10%). Ketinggian tempat terendah 590 m dpl dan daerah tertinggi 830 m dpl. Jenis tanah meliputi 3 jenis yaitu : Latosol (44%), Andosol (45%) , dan Grumusol (11%). Berdasarkan curah hujan Kecamatan Tengaran memiliki bulan basah 10, sedangkan bulan kering berturut-turut 0 bulan, dan bulan lembab 2 bulan, menurut klasifikasi Oldement termasuk iklim tipe Oldement (B-2), dimana daerah tersebut dapat ditanam tanaman padi 3 kali setahun dengan varietas unggul, musim lembab dapat ditanami tanaman palawija dan sayur. Jumlah penduduk Kecamatan Tengaran meliputi 15 Desa berjumlah 66.643 jiwa dengan usaha dibidang pertanian sebesar 9.181 jiwa (13,78%) (BPP Tengaran, 2017).