

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dampak Erupsi Gunungapi

Gunung Kelud adalah gunungapi aktif tipe A yang memiliki karakter strato vulkanik dan bersifat freato magmatik hingga magmatik. Secara geografis, gunung ini terletak pada $7^{\circ}56'00''$ LS dan $112^{\circ}18'30''$ BT serta berada di perbatasan Kabupaten Kediri, Blitar dan Malang, Jawa Timur. Gunung ini terakhir meletus pada tahun 2014 yang berdampak luas hingga mencapai 200-300 km. Berdasarkan pengukuran satelit, ketinggian letusan diperkirakan mencapai 17 km lebih tinggi dibandingkan pada tahun 1990 yang hanya mencapai 8 km. Pada letusan tersebut, gunung ini memuntahkan bahan letusan mencapai 100 juta m^3 dan merupakan letusan paling besar selama meletusnya gunung ini (Suryani, 2014).

Rahayu, Ariyanto, Komariah dan Hartati (2014) menjelaskan bahwa gunung meletus merupakan salah satu bencana dengan konsekuensi yang kompleks karena membahayakan masyarakat disekitarnya. Bahaya letusan gunungapi terdiri dari bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer adalah bahaya yang langsung menimpa penduduk ketika letusan berlangsung, sedangkan bahaya sekunder adalah bahaya yang terjadi secara tidak langsung dan umumnya setelah terjadinya letusan. Bahaya primer maupun sekunder berdampak pada kerusakan lahan disekitarnya, karena mengakibatkan erosi dan banjir lahar dingin. Kerusakan juga terjadi pada aktivitas kehidupan sosial ekonomi dan kesehatan masyarakat di daerah bencana.

Menurut Tampubolon *et al.*, (2014), bahan yang dikeluarkan oleh letusan gunungapi berupa bahan padatan terdiri dari batu bom (>32 mm), lapilli (4-32 mm), pasir (0,25-4 mm) dan abu vulkanik ($<0,26$ mm). Pasir dan abu vulkanik merupakan bahan letusan yang paling jauh terlontar hingga ratusan kilometer dari kawah karena dapat terbawa oleh hembusan angin (Sudaryo dan Sutjipto, 2009). Namun bahan letusan ini dapat memberikan kerusakan paling parah karena penutupan tanah oleh bahan letusan ini dapat mengakibatkan kepadatan tanah yang cukup sulit ditembus oleh air.

Bahan letusan memiliki sifat rendah akan daya ikat air dan unsur hara, sehingga unsur-unsur yang larut dalam air akan hilang tercuci dan masuk ke

dalam lapisan tanah di bawahnya. Air yang terus menerus masuk ke dalam bahan letusan, akan mengakibatkan kepadatan tanah. Adameic *et al.*, (2008) menjelaskan bahwa bahan letusan memiliki sifat *pozzolan*, yaitu bahan yang mengandung unsur silika dan alumina yang tinggi. Apabila kandungan ini bereaksi dengan air dapat menghasilkan suatu hidrat yang memiliki sifat mengikat atau sementasi. Sementasi ini menyebabkan kepadatan pada tanah. Hal ini akan menyebabkan terganggunya air masuk ke dalam tanah untuk membantu proses pelarutan unsur hara. Selain itu akar tanaman juga tidak dapat menembus tanah akibatnya tanaman akan menunjukkan gejala defisiensi unsur hara makro maupun mikro.

2.2. Potensi Bahan Letusan Sebagai Sumber Unsur Hara

Bahan letusan tidak hanya berdampak negatif, tetapi juga memberikan keuntungan bagi lahan pertanian yang terkena dampak letusan. Anda dan Wahdini (2010) mengemukakan bahwa bahan letusan mengandung kation basa (K, Ca, Na dan Mg), unsur makro (P dan S) dan unsur mikro (Fe, Mn, Zn dan Cu). Namun unsur-unsur ini tidak dapat diserap oleh tanaman karena masih berbentuk primer dan membutuhkan waktu yang lama untuk menjadi tersedia bagi tanaman. Kandungan unsur yang dihasilkan dari bahan letusan dapat meningkatkan kesuburan tanah, akan tetapi dipengaruhi oleh kecepatan proses pelapukan bahan letusan (Putri, 2014).

Proses pelapukan bahan letusan membutuhkan waktu yang lama. Pelapukan ini dipengaruhi oleh banyak faktor, misalnya adalah ukuran bahan letusan. Bahan letusan dengan partikel kecil akan lebih cepat melapuk dibandingkan dengan partikel besar. Abu vulkanik merupakan bahan letusan dengan ukuran partikel kecil yang banyak mengandung bahan mudah lapuk seperti gelas vulkan, kelompok feldspar dan ferromagnesian. Bahan ini merupakan mineral yang mengandung berbagai jenis cadangan hara. Abu vulkanik akan cepat melapuk jika dalam kondisi temperatur dan curah hujan tinggi. Hasil pelapukan bahan letusan ini akan meningkatkan kadar kation-kation (K, Ca, Mg dan Na) di dalam tanah hingga 50% dari keadaan sebelumnya. Selain itu unsur makro (P dan S) dan unsur mikro (Fe, Zn, Mn dan Cu) juga meningkat sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanah (Tampubolon *et al.*, 2014). Hasil penelitian Rostaman, Kasno dan Anggria (2012) menunjukkan bahwa

penambahan bahan letusan pada tanah Oxisols dapat meningkatkan nilai pH tanah, kation basa dan kapasitas tukar kation. Bahan letusan yang diberikan juga dapat menurunkan kemasaman (A_{dd} dan H_{dd}) pada tanah Oxisols. Kandungan bahan letusan pasca letusan Gunung Kelud disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat kimia bahan letusan Gunung Kelud (Utami *et al.*, 2017).

Parameter	Bahan Letusan		
	Satuan	Hasil	Kriteria*
pH H ₂ O	-	4,33	Sangat masam
C-organik	%	0,35	Sangat rendah
KTK	cmol kg ⁻¹	2,05	Sangat rendah
K _{dd}	cmol kg ⁻¹	0,10	Rendah
Na _{dd}	cmol kg ⁻¹	0,17	Rendah
Ca _{dd}	cmol kg ⁻¹	1,05	Rendah
Mg _{dd}	cmol kg ⁻¹	0,00	Sangat rendah
Kejenuhan Basa	%	64	Sedang

Keterangan : (*) : Kriteria sumber dari Balai Penelitian Tanah (2005)

2.3. Upaya Peningkatan Sifat Kimia pada Lahan Terdampak

Dampak yang ditimbulkan dari letusan gunung mengakibatkan kerusakan pada lahan pertanian di daerah sekitarnya. Kerusakan yang terjadi mengakibatkan tertimbunnya tanah oleh bahan letusan. Dampak ini mengakibatkan terjadinya sementasi, sehingga tanaman tidak bisa tumbuh secara optimal. Namun bahan letusan juga dapat memberikan keuntungan pada tanah, karena dapat meningkatkan kesuburan pada tanah. Akan tetapi, peningkatan kesuburan ini membutuhkan pelapukan dengan waktu yang lama. Dampak yang diakibatkan oleh bahan letusan ini memerlukan beberapa upaya perbaikan. Upaya perbaikan ini diharapkan dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat bahan letusan. Upaya perbaikan ini dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik, tanaman pionir dan mulsa.

2.3.1. Bahan Organik dari Daun Ubi Jalar (*Ipomea batatas*), Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) dan Pupuk Kandang Sapi

Bahan organik merupakan bahan penting untuk memperbaiki kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia maupun biologi. Hairiah, Widiyanto, Utami, Suprayogo, Sunaryo, Sitompul, Lusiana, Mulia, Noordwijk dan Cadish (2000), mengemukakan bahwa bahan organik merupakan salah satu cara untuk memperbaiki permasalahan kesuburan tanah karena bersifat ramah lingkungan,

mudah dan mudah didapat. Bahan organik juga dapat mempercepat pelapukan. Hardjowigeno (2003), menjelaskan bahwa pelepasan asam-asam hasil dekomposisi bahan organik dapat mempercepat pelapukan mineral tanah. Hasil dari pelapukan tersebut akan membentuk unsur hara yang mudah larut dalam air. Bahan organik juga mampu menjaga kondisi kelembaban agar pelapukan fisik, kimia dan biologi dapat berlangsung secara simultan, sehingga dapat mempercepat pelepasan hara dari mineral pembawa cadangan hara (Tampubolon *et al.*, 2014).

Bahan organik dapat mengurangi kehilangan unsur hara. Hairiah *et al.*, (2000), menjelaskan bahwa bahan organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), sehingga dapat mengurangi kehilangan hara. KTK yang diberikan oleh bahan organik dapat mencapai 20-70%, sehingga akan meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan dan mempertukarkan kation-kation (Atmojo, 2003). Evengelou (1998) menjelaskan bahwa bahan organik memiliki sifat menambah area jerapan dalam koloidnya. Koloid ini dapat menurunkan terjadinya pencucian basa-basa.

Atmojo (2003) mengemukakan bahwa bahan organik memiliki peran dalam ketersediaan hara dalam tanah yaitu dengan proses-proses mineralisasi yang merupakan tahap akhir dari proses perombakan bahan organik. Proses mineralisasi pada bahan organik akan melepaskan mineral-mineral hara tanaman dengan lengkap dan dalam jumlah tidak tentu dan relatif kecil. Pengaruh penambahan bahan organik terhadap tanah yang berpasir dapat diharapkan karena dapat merubah struktur tanah dari berbutir tunggal menjadi bentuk gumpal, sehingga dapat meningkatkan ukuran agregat dan derajat struktur atau meningkatkan kelas struktur dari halus menjadi sedang atau kasar.

Bahan organik mudah ditemukan di lingkungan masyarakat sekitar lahan terdampak Gunung Kelud. Bahan organik yang mudah ditemukan di Desa Pandansari berupa bahan organik dari daun ubi jalar, daun paitan, dan pupuk kandang sapi. Daun ubi jalar memiliki kandungan 50,80% C-organik; 7,66% N; 1,33%; P Total; 5,84% K; 1,97% Na; 0,85% Ca dan 0,57% Mg. Bahan organik ini juga dapat meningkatkan pH (1,55), C-organik (2,89 kali lipat) dan KTK (3,62 kali lipat) pada bahan letusan (Perdana, 2016). Kandungan unsur pupuk kandang

sapi memiliki kandungan 2,0% N; 1,5% P₂O₅; 2,2% K₂O; 2,9% Ca dan 0,7% Mg (Hartatik dan Widowati, 2010). Penambahan bahan organik pupuk kandang sapi dapat meningkatkan C-organik (3,28 kali lipat), KTK (4,42 kali lipat), K (1,2 kali lipat), Na (1,11 kali lipat) dan Mg meningkat 1,11 cmol kg⁻¹ pada bahan letusan (Ni'mah, 2016). Hasil penelitian Suntoro, Widijanto, Sudadi dan Sambodo (2014) menunjukkan bahwa penambahan bahan letusan dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan ketersediaan magnesium, serapan magnesium dan kadar klorofil pada daun jagung.

Bahan organik dari daun paitan mengandung lignin dan polifenol yang cukup rendah yaitu 5,38% dan 2,8%, sehingga daun tanaman ini lebih cepat terdekomposisi dalam tanah (Pratikno, Syekhfani, Nuraini dan Handayanto, 2004). Bahan organik ini juga dapat dijadikan sebagai sumber hara bagi tanah. Kandungan bahan organik daun paitan memiliki kandungan 54,1% C-organik; 7,46% N; 0,98% P Total; 4,19% K; 1,59% Na dan 2,28% Ca. Penambahan bahan organik daun paitan (*Tithonia diversifolia*) pada bahan letusan dapat meningkatkan pH (1.51); C-organik (3.11 kali lipat) dan KTK (1,34 kali lipat) (Putra, 2016). Hasil penelitian Setyorini, Hartatik, Widowati dan Widati (2004) menunjukkan bahwa kompos dari tanaman paitan terhadap produksi tanaman selada, kangkung, tomat dan caisim menunjukkan dengan penggunaan kompos tanaman paitan menghasilkan produksi selada lebih tinggi dibandingkan dengan kompos pupuk kandang sapi, akan tetapi hasil kangkung dengan kompos tanaman paitan lebih rendah dibandingkan dengan pupuk kandang sapi.

2.3.2. Tanaman Pionir Paitan (*Tithonia diversifolia*) dan Kacang Hias (*Arachis pintoi*)

Tanaman pionir merupakan tumbuhan yang tumbuh pertama kali pada lahan kurang subur dan pada lingkungan kurang mendukung. Tanaman pionir merupakan salah satu tanaman yang dapat mempengaruhi pelapukan kation basa melalui akarnya. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), akar tanaman dapat mempercepat pelepasan unsur hara mineral tanah. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan akar untuk mengeluarkan senyawa yang dapat melepaskan unsur dari mineral tanah. Semakin panjang serabut akar, maka semakin besar pula kemampuan akar untuk mengubah unsur hara menjadi tersedia. Tanaman pionir

yang banyak ditemukan di Desa Pandansari adalah *Tithonia diversifolia* dan *Arachis pintoii*. Kedua tanaman pionir ini dijadikan sebagai salah satu upaya perbaikan untuk meningkatkan dan memperbaiki sifat bahan letusan Gunung Kelud.

Tanaman *Tithonia diversifolia* atau tanaman paitan merupakan gulma tahunan yang memiliki potensi penyedia sumber hara. Hasil penelitian Nguyen, Mui dan Binh (2010), menunjukkan bahwa lahan yang ditanami tanaman paitan dapat meningkatkan kandungan 0,15% C; 0,01 % N; 0,05% P₂O₅; 0,21 K₂O dan 3,3% N tersedia. Selain itu, tanaman ini juga sebagai media perantara hara. Rutunga, Karanja, Cachene dan Palm (1999) menjelaskan bahwa akumulasi hara yang cukup tinggi pada *Tithonia diversifolia* disebabkan karena memiliki perakaran yang dalam, sehingga area jelajah akar lebih luas. Akar pada tanaman ini juga terinfeksi oleh ekto dan endomikoriza, sehingga dapat membantu penyerapan unsur hara. Hasil penelitian Agustian (2011) menunjukkan bahwa akar *Tithonia diversifolia* yang terinfeksi oleh cendawan mikoriza arbuskula memberikan hasil yang positif bagi peningkatan pertumbuhan dan produksi jagung pada tanah Ultisols.

Tanaman *Arachis pintoii* atau tanaman kacang hias, termasuk dalam tanaman legum yang mampu menghasilkan nitrogen tersedia di dalam tanah. Bakteri *rhizobium* yang bersimbiosis pada akar kacang hias dapat membantu mengikat nitrogen yang ada di udara, nitrogen yang diikat dari udara selanjutnya akan dilepaskan kembali ke dalam tanah dalam bentuk yang tersedia. Tanaman ini juga dapat menurunkan pencucian dan sekaligus meningkatkan laju pelapukan bahan letusan. Hasil penelitian Kusumarini (2013) menunjukkan bahwa tanaman *Arachis pintoii* juga dapat menurunkan pencucian kation basa sebesar 12,8% pada bahan piroklastik Gunung Merapi dan menurunkan pencucian Ca²⁺ dan Na⁺ sebesar 15,79% pada bahan piroklastik Gunung Bromo. Hal ini terjadi karena tanaman melalui akar dan organisme yang bersimbiosis dengan akar, dapat mensekresikan asam organik yang dapat mempercepat pelepasan kation dari mineral primer.

2.3.3. Mulsa Jerami Padi

Mulsa merupakan bahan yang dihamparkan di permukaan tanah untuk menghindari kehilangan air melalui penguapan dan menekan tumbuhnya gulma. Penggunaan mulsa merupakan salah satu penerapan teknologi yang dapat meningkatkan kelembaban tanah, menghemat penggunaan air dengan laju evaporasi dari permukaan tanah, mengurangi fluktuasi suhu tanah, mengurangi erosi karena hujan, mengurangi pencucian hara dan meningkatkan aktivitas mikrobiologi tanah (Fahrurrozi, Tarmizi dan Hermawan, 2009).

Salah satu macam mulsa yang dapat ditemukan di Desa Pandansari adalah mulsa jerami padi. Jerami padi merupakan semua bagian diluar biji padi yang dimanfaatkan oleh petani sebagai pupuk organik. Selain menjadi pupuk organik, jerami padi juga dijadikan sebagai mulsa. Menurut Thomas, Franson dan Betlenfalvay (1993), fungsi mulsa jerami antara lain untuk menekan pertumbuhan gulma, mempertahankan agregat tanah dari hantaman air hujan, memperkecil erosi permukaan tanah, mencegah penguapan air, dan melindungi tanah dari terpaan sinar matahari. Juga dapat membantu memperbaiki sifat fisik tanah terutama struktur tanah sehingga memperbaiki stabilitas agregat tanah.

Menurut Eruola, Bello, Ufoegbune dan Makinde (2012), mulsa jerami padi dapat melepaskan unsur hara dari mulsanya dan dapat mengurangi kemungkinan kehilangan hara akibat pencucian. Selain itu, pemberian mulsa jerami juga dapat menurunkan suhu tanah dan menjaga kelembaban tanah yang cenderung tinggi dibandingkan tanpa mulsa. Penggunaan mulsa jerami padi dapat menutupi permukaan tanah, sehingga radiasi matahari akan terhalang, dengan demikian perpindahan panas dari permukaan ke bagian dalam tanah lebih sedikit, akibatnya suhu tanah lebih rendah.