

TEKNOLOGI PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LAHAN ENDAPAN VOLKANIK PASCA ERUPSI GUNUNG MERAPI

*Technology for Increasing Productivity of Volcanic Sediment Land
of Post Eruption of the Merapi Volcano*

A. Abas Idjudin, M. Dedy Erfandi, dan S. Sutono

deddyerfandi@yahoo.co.id
tono_829@yahoo.co.id

Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16114

Naskah diterima 19 Oktober 2011; hasil evaluasi 28 Oktober 2011; hasil perbaikan 2 November 2011

ABSTRAK

Material piroklastik hasil erupsi Gunung Merapi (Oktober-November 2010) mengakibatkan kerusakan fisik sumberdaya lahan (tanaman, air, ternak) dan kehidupan sosial-ekonomi masyarakat di daerah bencana. Penanganan perbaikan dan pemulihan lahan-lahan yang terkena erupsi perlu dilakukan secara bertahap dan komprehensif yang disesuaikan dengan kemampuan masyarakat dan dukungan pemerintah. Peranan teknologi dan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dipertimbangkan sebagai salah satu upaya perbaikan produktivitas lahan endapan vulkanik pasca erupsi Gunung Merapi. Abu vulkan yang jatuh ke permukaan tanah, mengalami proses sementasi dan mengeras, menyebabkan berat jenis (BD) tanah meningkat, sedangkan Ruang Pori Total (RPT) dan permeabilitas tanah menurun. Pengendalian erosi (penanaman *Flemingia congesta*, *C. Calotirtus*, dan glirisidia searah kontur), dan stabilisasi lahar dengan penanaman rumput Bahia dan *Flemingia congesta* sekaligus untuk mereklamasi lahan pasir eks lahar Gunung Merapi. Teknologi peningkatan produktivitas lahan vulkanik dapat dilakukan dengan cara teknik konservasi vegetatif (penggunaan rumput raja, guatemala, dan gajah; dibarengi tanaman legum glirisidia) dapat mengendalikan erosi di bawah ambang batas erosi terbolehan. Dengan semakin terkendalinya erosi tanah, berdampak terhadap peningkatan mutu lahan, produksi tanaman semusim dan pengadaan rumput pakan serta populasi ternak ruminansia.

Kata kunci : Endapan vulkanik, sifat fisik, stabilisasi lahan, teknologi konservasi, produktivitas

ABSTRACT

Pyroclastic materials derived from Merapi volcano eruption caused physical damage on land resources (crops, water, and livestock) and socio-economic life of communities in the affected areas. Solving problems and restoration of land affected by the eruption should be performed gradually and comprehensively based on community ability and government support. The role of technology and the existing research results could be considered as one of the alternatives to improve productivity of land covered by Merapi eruption deposits. Volcanic ash falling on land surfaces experienced cementation and hardness and caused high soil bulk density (BD), while the total pore space (RPT) and soil permeability decreased. Erosion control by growing *Flemingia congesta*, *C. calotirtus*, and *Gliricidia* in a manner that parallel to contour line. In addition, Bahia grass and bamboo plants are used to stabilize sandy land and reclamation of the former Merapi lahar. The technology for increasing the productivity of volcanic land can be done by planting animal feed grass on the ridge or riser. This is also useful to control soil erosion, increase land quality, crop production, and livestock feed.

Keywords : Volcanic sediment, physical properties, land stability, conservation technology, land productivity

Wilayah Indonesia mempunyai jalur gunung api serta rawan erupsi (*eruption*) di sepanjang *ring of fire* mulai Sumatera-Jawa-Bali-Nusa Tenggara-Sulawesi-Banda-Maluku-Papua (Bemmelen, 1949; Padang, 1951; Bronto *et al.*; 1996). Jalur gunung api tersebut merupakan sumber

terjadinya gempa dan letusan, sehingga secara fisik gunung api sebagai pemicu terjadinya bencana gempa vulkanik, lahar panas, awan panas, longsor, dan tsunami jika berasal dari gunung api laut.

Gunung Merapi terletak di perbatasan dua Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah,

bertipe gunung api strato dengan kubah lava, elevasi ± 2.911 m dpl dan mempunyai lebar ± 30 km (Bemmelen, 1949; Katili dan Siswowardjojo, 1994). Erupsinya paling aktif di Indonesia sehingga mendapat perhatian khusus dari pemerintah maupun masyarakat. Sejarah erupsi Gunung Merapi dapat diketahui berdasarkan umur batuan yang berasal dari endapan hasil erupsi, awan panas, dan endapan lahar di bagian utara, selatan dan barat (Widiyanto dan Rahman, 2008). Erupsi Gunung Merapi sejak abad XVI hingga abad XX mengalami perubahan waktu istirahat dari 71 tahun menjadi delapan tahun, dengan jumlah kegiatan tujuh kali menjadi 28 kali (Bronto *et al.*, 1996; Widiyanto dan Rahman, 2008). Aktivitas letusan Gunung Merapi terkini 12 Oktober – 5 November 2010 tergolong erupsi cukup besar dibandingkan erupsi tahun 1870, namun lebih kecil dibanding erupsi pada abad XVI. Jumlah material piroklastik hasil erupsinya ditaksir mencapai lebih dari 140 juta m^3 (Tim Badan Litbang Pertanian, 2010).

Awan panas dan lahar menimbulkan bencana alam yang mengakibatkan korban yang besar, kerugian jiwa, harta benda, dan kehidupan. Dampak erupsi Gunung Merapi juga mengakibatkan kerusakan sumberdaya lahan, air, tanaman, ternak, dan aktivitas kehidupan sosial ekonomi masyarakat di daerah bencana. Upaya-upaya perbaikan dan pemulihan wilayah yang terkena dampak erupsi perlu dilakukan secara bertahap dan komprehensif disesuaikan dengan kemampuan masyarakat dan dukungan pemerintah. Peranan teknologi dan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dipertimbangkan sebagai salah satu upaya perbaikan produktivitas lahan pertanian. Upaya perbaikan lahan meliputi aspek sifat fisik dan kimia tanah, konservasi, rehabilitasi lahan pasir, dan peningkatan kualitas lahan.

DATA AKTUAL DAMPAK ERUPSI GUNUNG MERAPI

Atas dasar endapan material piroklastik yang berasal dari erupsi Gunung Merapi (sampai dengan 18 November 2010) terdapat sebaran batuan hasil endapan lahar dan endapan awan

panas, yang tersebar luas di beberapa kabupaten di wilayah DIY dan Jawa Tengah. Ketebalan dan susunan material material vulkanik adalah beragam yang ditentukan oleh morfologi kerucut bagian atas, morfologi lereng dan morfologi sungai (citra landsat 15 Nov 2010). Kerusakan akibat erupsi Gunung Merapi yang berasal dari awan panas atau yang sering disebut dengan istilah "wedus gembel" dan guguran lahar di beberapa lokasi nampaknya sangat beragam. Kerusakan lahan-lahan pertanian yang berjarak lebih dekat dengan puncak Gunung Merapi mengalami dampak kerusakan yang lebih berat dibanding lahan pertanian yang berjarak lebih jauh. Namun demikian, tingkat kerusakan lahan juga dipengaruhi oleh perubahan aliran lahar karena dasar sungai yang tertimbun, kelokan sungai, dan tebing sungai rendah. Kerusakan fisik lahan dan lingkungan akibat erupsi Gunung Merapi antara lain terhadap rumah permukiman penduduk dan bangunan lainnya, sumber air dan saluran air, dam SABO, kerusakan tanaman dan ternak, dan sebagainya (Tim Badan Litbang Pertanian, 2010).

Sumber dan saluran air

Lahar panas menyebabkan tertutupnya sumber-sumber air dan rusaknya saluran air, yang mengganggu suplai air ke daerah pertanian dan kebutuhan domestik penduduk. Kerusakan sumber-sumber air dan saluran air di beberapa wilayah, lebih parah terjadi pada radius sekitar 13 km dari puncak Gunung Merapi (informasi lisan BNPB-DIY, 19 November 2010). Rehabilitasi DAS bagian hulu sungai diperlukan untuk memperbaiki fungsi hidrologisnya, selain itu perlu upaya-upaya melakukan pengkajian sumber-sumber air baru serta perbaikan saluran air yang rusak. Sumber-sumber air yang hilang karena tertutup abu vulkan terdapat di beberapa wilayah antara lain Sumber Tuk Kaliurang, Kepuharjo Kalitengah Lor, Kalitengah Kidul, Srunen, Singlar, Glagah Malam, Ngancar, dan Besalen, Kecamatan Cangkringan, dan lain-lain.

Saluran air di beberapa sungai antara lain, Kali Boyong, Desa Sinduharjo, Kecamatan

Ngaglik, dan Kali Kuning, Desa Berembe, Kecamatan Ngemplak, Sungai Krasak, dan lain-lain, mengalami pendangkalan 1-3 meter. Upaya pengerukan material vulkanik memerlukan penanganan secepat mungkin agar fungsi hidrologis sungai dan suplai irigasi dapat pulih kembali, serta mengurangi bahaya banjir lahar dingin yang berpotensi meluap melalui sungai.

Jalan usahatani

Jalan penghubung untuk usahatani mengalami kerusakan karena tertutup material vulkan serta hambatan akibat pemblokiran di wilayah bahaya Merapi.

Kerusakan tanaman

Berdasarkan pengamatan lapangan di beberapa lokasi yang tertutup material erupsi Gunung Merapi menunjukkan bahwa lahan-lahan pertanian yang berjarak dekat ke puncak Gunung Merapi mengalami kerusakan lebih berat dibanding lahan pertanian yang lebih jauh dari puncak Merapi.

Kerusakan ternak

Ternak ruminansia yang terdampak material erupsi Gunung Merapi terdiri dari sapi potong 423 ekor, sapi perah 2.405 ekor, sedangkan ternak kambing dan domba belum dihitung jumlahnya. Kematian ternak banyak disebabkan oleh awan panas.

Kerusakan kawasan hutan

Kawasan hutan konservasi (*conservation forest*) dan hutan lindung (*protection forest*) yang terbakar, reboisasinya dengan tanaman yang memiliki kemampuan beradaptasi tumbuh yang tinggi, antara lain: *Eucalyptus* sp., *Pinus* sp., perlu segera dilaksanakan, bila kondisi erupsi gunung berapi sudah mereda. Reboisasi diperlukan untuk menutup permukaan tanah (mencegah erosi), juga untuk mengembalikan fungsi hidrologis kawasan pegunungan. Untuk

melaksanakan reboisasi kawasan hutan ini perlu koordinasi dengan Kementerian Kehutanan sebagai pemegang wilayah kerja wewenang.

Sifat kimia tanah

Abu vulkanik cukup berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah, karena pelapukan material yang terkandung dalam abu vulkan menghasilkan hara-hara Ca, Mg, Na, K, dan unsur-unsur mikro (Cu) yang dibutuhkan tanaman.

Tutupan abu vulkan yang relatif tidak tebal (<20 cm), upaya pencampuran dengan lapisan olah tanah dapat dilaksanakan oleh petani pada saat pengolahan tanah. Namun bila tutupannya > 20 cm, upaya rehabilitasi dengan alat *subsoiler* akan lebih dapat dilaksanakan dengan baik.

Mikroorganisme tanah

Lahar dan awan panas dapat menyebabkan kerusakan ekosistem mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah sebagai ectomycorrhiza dan endomycorrhiza dapat musnah saat lahan tertutup lava pijar yang sangat panas.

Bahaya luncuran lahar dingin

Material lahar panas yang tertimbun di puncak Merapi dan lahar dingin yang terakumulasi di tanggul dan tebing-tebing sungai, bila terbawa oleh air hujan akan meluncur ke daerah bawahnya sebagai bahaya longsor massa vulkanik. Dalam waktu dekat sangat berpotensi menimbulkan masalah banjir lahar sehingga perlu dicermati dan ditanggulangi.

Peran air pada aliran lahar adalah menambah berat massa batuan, sehingga kedudukan endapan piroklastis menjadi labil dan mudah bergerak. Lahar dapat melimpas keluar alur sungai karena: a) perubahan gradien, b) kelokan sungai, c) alur sungai yang dangkal, dan d) posisi tebing yang menyempit.

Antisipasi bahaya longsor (*landsliding*) dan guguran (*landcrapping*) perlu segera dikoordinasikan bersama tim geologi, Pusat Studi Bencana Alam (PSBA), dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

DAMPAK ABU VOLKANIK TERHADAP SIFAT FISIK TANAH

Sifat fisik tanah

Dampak abu vulkanik terhadap sifat fisik tanah, berpengaruh terhadap tekstur, BD (*Bulk Density*), porositas tanah, nilai atterberg (*Atterberg limit*), COLE (*Coefficient of Linear Extensibility*) dan kemantapan agregat (*Aggregate stability*). Tingkat perubahan ini tergantung jenis material, ketebalan dan tingkat sebaran yang menutupi permukaan lahan.

Data hasil analisis fisika tanah disajikan pada Tabel 1. Dari hasil pengamatan lapang diperoleh bahwa hasil analisis sifat fisik tanah seperti BD, RPT, pori aerasi, air tersedia dan permeabilitas menunjukkan perbedaan yang jelas pada setiap lapisan. Perbedaan sifat fisik tanah terjadi pada beberapa lokasi pengamatan dengan tingkat ketebalan abu yang berbeda. Lapisan abu vulkanik mempunyai BD lebih tinggi, RPT dan permeabilitas lebih rendah dibandingkan lapisan tanah bawahannya.

Sifat fisik abu vulkan Gunung Merapi yang khas adalah apabila jatuh kepermukaan tanah akan cepat mengeras menyebabkan BD tanah cukup tinggi (proses sementasi Si, Ca, Mg), dan relatif sulit ditembus air.

Upaya rehabilitasi tanah

Lahan pertanian yang terkena abu vulkanik terdiri dari lahan sayuran, lahan pekarangan dan tegalan. Pengamatan lapang menunjukkan bahwa komoditas sayuran yang cepat beradaptasi adalah bawang daun. Pada lahan pekarangan, jenis umbi-umbian dan yang memiliki akar tinggal, pasca letusan gunung berapi, seperti tanaman pisang dan talas dapat menembus lapisan abu. Pada lahan tegalan, rumput pakan ternak mampu bertahan dan cepat beradaptasi menyesuaikan diri adalah. Tanaman-tanaman ini dapat tumbuh kembali akibat air hujan yang membasahi abu merapi. Tanaman-tanaman tersebut perlu dipelihara sebagai konservasi vegetatif.

Lahan yang terkena abu dan lahar Gunung Merapi sebagian besar terdapat pada lahan berlereng, sehingga di lapangan terlihat adanya alur-alur bekas aliran permukaan dan bahkan banyak terjadi erosi parit sampai tebing. Abu vulkanik yang bertekstur pasir dengan lapisan tanah yang memiliki indeks kemantapan agregat sangat rendah (27-37), serta sulit ditembus oleh air menyebabkan mudah terjadi erosi dan aliran permukaan.

Penanggulangan erosi dan aliran permukaan dapat dilakukan dengan cara menanam rumput pakan ternak dan tanaman pisang. Karena tanaman tersebut sudah beradaptasi dan

Tabel 1. Hasil analisis sifat fisik tanah pada beberapa lokasi pasca erupsi Merapi (Desember 2010) atau 45 hari pasca letusan

Lokasi/kordinat	Lapisan cm	BD g/cc	RPT*	Pori aerasi %vol	Air tersedia	Permeabilitas cm/jam
Kepuharjo						
S 07 36 30,9	0 – 10	1,37	47,1	10,7	24,3	0,92
E 110 27 14,2	10 – 20	1,41	46,1	16,9	17,7	5,69
Balerante						
S 07 35 45,2	0 – 10	1,35	47,6	15,0	20,1	3,92
E 110 27 45,3	10 – 20	1,18	55,1	24,9	15,0	9,27
Paten						
S 07 31 30,7	0 – 10	1,28	50,2	21,4	14,0	1,15
E 110 23 30,5	10 – 20	1,10	55,8	15,0	25,2	4,61
Selo						
S 07 30 51,3	0 – 10	1,29	44,0	11,3	20,0	3,75
E 110 27 11,1	10 – 20	1,02	59,6	21,1	21,3	7,20

Ketebalan abu vulkanik : Kepuharjo = 29 cm; Balerante dan Paten = 5-10 cm = Selo (5 cm)

mudah ditemukan. Jenis tanaman introduksi yang mudah ditanam dan dapat beradaptasi pada tekstur berpasir dan liat adalah rumput akar wangi (*Vetiveria zizanioides*). Rumput ditanam searah kontur dan rapat agar dapat digunakan sebagai penahan erosi dan aliran permukaan. Sedangkan untuk tanaman pisang ditanam pada bidang olah dengan cara zigzag, hal ini bermanfaat untuk mengurangi kehilangan tanah dan hara yang terangkut akibat aliran permukaan dan erosi.

Untuk penanggulangan bahaya erosi dan aliran permukaan pada awal terjadinya erosi parit/tebing diperlukan penanaman tanaman bambu. Bambu ditanam pada pinggiran parit/tebing dengan jarak 1 m secara zigzag. Perlakuan ini sangat efektif, karena bambu mudah tumbuh, memiliki perakaran serabut yang dapat menembus lapisan tanah dan mudah dicari di lokasi dampak.

PENANGGULANGAN EROSI LAHAR MERAPI

Pasca erupsi Gunung Merapi yang memuntahkan jutaan ton lahar (batu, kerikil, pasir, dan abu vulkanik), dan banjir dari sungai-sungai yang berhulu di Gunung Merapi mengakibatkan bencana susulan setelah terjadi letusan. Anomali iklim pada tahun 2010 dan awal 2011 yang menyebabkan curah hujan lebih tinggi dari biasanya menjadi pemicu terjadinya banjir lahar dingin. Kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir lahar dingin sangat dirasakan oleh masyarakat yang bermukim di bagian tengah dan hilir DAS. Lahar yang memenuhi badan air di hulu sungai, menimbun badan sungai mengakibatkan rusaknya infrastruktur jalan, bangunan pencegah banjir, dan bangunan-bangunan milik masyarakat dan pemerintah. Kondisi banjir lahar dingin akan terus terjadi selama badan sungai menjadi timbunan material erupsi Merapi. Upaya pencegahan tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara, baik secara mekanik maupun secara vegetatif. Suatu pengalaman pasca letusan tahun 1976, Lembaga Penelitian Tanah (LPT), Bogor bekerja

sama dengan Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik (DPUTL) melakukan kerjasama penelitian pencegahan dan penanggulangan, dengan teknologi penghijauan pada lahan yang tertimbun lahar dan stabilisasi tanggul-tanggul berpasir di kiri-kanan badan aliran sungai, Kabupaten Magelang.

Tanah yang terbentuk dari lahar Gunung Merapi mempunyai sifat fisik antara lain: bertekstur pasir dengan kadar pasir sangat tinggi (97-99%), struktur tanahnya butir tunggal atau tidak bertekstur, dan konsistensi lepas atau teguh. Tanah mempunyai pori aerasi sangat tinggi (sekitar 40% volume), tanah sangat porus, dan air tersedianya sangat rendah (sekitar 1-3% volume). Memperhatikan kondisi sifat fisika tersebut maka lahan bersifat labil. Penyebab yang menimbulkan hanyutnya material lepas berupa kerikil, pasir dan debu terutama adalah curah hujan tinggi yang jatuh di daerah berlereng curam dan tanah lapisan bawahnya memiliki lapisan kedap air.

Di beberapa lokasi dijumpai lapisan kedap pada kedalaman 1-1,5 m dekat permukaan tanah. Lapisan ini terbentuk dari pasir yang diikat silikat membentuk padas yang disebut padas curi. Curah hujan masuk ke dalam tanah mengisi pori aerasi. Ketika curah hujan tersebut besarnya sama dengan jumlah yang mampu ditampung oleh pori aerasi, maka erosi pasir tidak akan terjadi. Tetapi jika curah hujan sangat tinggi dan jauh melampaui daya tampung air pada permukaan tanah, maka akan terbentuk permukaan tanah yang sangat jenuh air. Apabila air tersebut secara gravitasi tidak mampu meresap ke dalam tanah dan hujan masih terus menambah tinggi kadar air tanah maka akan terbentuk bidang luncur. Masa tanah berpasir yang terdapat diatas lapisan kedap tersebut seperti memperoleh tenaga luncur yang kuat untuk kemudian hanyut terbawa air ke daerah-daerah cekungan yang kemudian menyebabkan banjir lahar dingin.

Indeks erosivitas hujan di lereng Gunung Merapi hasil pengamatan pada tahun 1976 paling tinggi mencapai 1661, dan mempunyai energi kinetik 23.830 metrik ton/ha dicapai pada

Tabel 2. Keragaan pertumbuhan tanaman *Flemingia congesta* dan *Accasia vilosa* pada umur 1 tahun

Parameter	<i>Flemingia congesta</i>	<i>Accasia vilosa</i>
Tinggi tanaman (cm)	108	57
Jumlah tanaman per 1 m jalur (pohon)	33	44
Lebar jalur yang terbentuk (cm)	90	50
Persen penutupan (%)	75	50

Sumber : LPT (1978)

bulan Nopember dengan curah hujan 660 mm (LPT, 1978). Intensitas hujan pada tahun belakangan ini pada bulan yang sama dapat lebih tinggi atau lebih rendah. Data tersebut menggambarkan bahwa dengan energi setinggi itu maka proses penghancuran agregat dan penghanyutan butir-butir tanah menjadi lebih mudah terjadi dan banjir lahar dingin dapat terjadi lebih intensif selama material vulkanik yang mudah hanyut masih menumpuk di lereng Gunung Merapi.

Proses terbentuknya bidang luncur perlu dicegah agar air lebih banyak meresap ke dalam tubuh tanah. Meresapkan air ke dalam tanah adalah dengan meningkatkan jumlah pori-pori yang terdapat di dalam tanah atau meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang air dan lebih menstabilkan masa tanah agar tidak mudah hanyut.

Penghijauan dan pencegahan erosi

Menumbuhkan vegetasi yang mampu menutup hamparan pasir Gunung Merapi secara alami membutuhkan waktu yang lama. Sebagai ilustrasi, hamparan lahar sisa letusan tahun 1969 masih tetap gundul pada tahun 1976. Selama 7 tahun setelah letusan, jika tanpa campur tangan manusia maka penutupan vegetasi belum terwujud. Hal ini disebabkan oleh sifat-sifat tanah eks lahar Gunung Merapi tidak mendukung pemenuhan kebutuhan hara tanaman, walaupun tanaman tersebut masih tanaman pioner. Oleh karena itu, dicari tanaman yang mudah beradaptasi pada tanah dengan kondisi miskin unsur hara seperti tanah eks lahar Gunung Merapi.

Untuk menggambarkan betapa sulitnya menumbuhkan tanaman penghijauan pada tanah

eks lahar Gunung Merapi yang meletus tahun 1969, disajikan data pertumbuhan *Flemingia congesta* dan *Accasia vilosa* di Blok Gamblok Desa Kali Gesik pada umur 1 tahun (Tabel 2).

Walaupun jumlah tanaman *Accasia vilosa* lebih banyak yang tumbuh untuk setiap 1 meter panjang jalur, namun pertumbuhannya tidak lebih baik dibandingkan dengan *Flemingia congesta*. Kanopi tanaman *F. congesta* mampu menutup permukaan tanah seluas 75% atau selebar 90 cm, sedangkan *A. vilosa* hanya 50 cm atau penutupannya hanya 50% saja.

Selain tanaman *F. congesta*, tanaman *Caliandra calotirtus* juga memberi harapan yang baik untuk dijadikan tanaman penghijauan. Dari jumlah yang ditanam dalam lubang tanam berukuran 30 x 30 x 30 cm dalam jarak tanam 3 x 3 m mampu hidup dan berkembang dengan baik sebanyak 98% dengan tinggi tanaman 185 cm pada umur 1 tahun. Tanaman *Gliricidia* juga dapat dijadikan tanaman penghijauan karena mempunyai tingkat adaptasi yang tinggi, teknik perbanyakannya juga lebih mudah dan bahan tanaman banyak tersedia di Yogyakarta. *Gliricidia* dapat ditanam menggunakan stek batang.

F. congesta, *C. calotirtus*, dan *Gliricidia* dapat ditanam mengikuti garis kontur. Teknik penanaman seperti ini diharapkan akan mempercepat terbentuknya lajur-lajur pencegah erosi di daerah berlereng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *F. Congesta* yang ditanam dalam barisan memotong lereng dapat membentuk teras secara alami. Setelah 4 tahun, teras yang terbentuk setinggi > 10 cm (Sutono dan Kurnia, 1998). Oleh karena itu, penanaman memotong lereng dianjurkan untuk mencegah sebanyak mungkin pasir eks lahar Gunung Merapi yang hanyut dan menyebabkan banjir lahar dingin.

Tabel 3. Penutupan permukaan tanggul oleh *F. congesta* dan rumput Bahia pada umur 11 bulan di K. Simping

Perlakuan	Penutupan oleh tanaman (%)	
	Lereng dalam	Lereng luar
Ditanami rumput Bahia	73	81
Ditanami <i>F. congesta</i>	1	56
Ditanami rumput Bahia + strip bitumen	78	44
Ditanami <i>F. congesta</i> + strip bitumen	2	19
Ditanami rumput bahia dan <i>F. congesta</i> pada strip bitumen	69	49
Ditanami <i>F. congesta</i> dan rumput bahia pada strip bitumen	66	23

Sumber : LPT (1978)

Stabilitas tanggul pengelak banjir lahar dingin

Pendangkalan sungai oleh material pasir pasca erupsi Gunung Merapi menjadi permasalahan yang memerlukan penanganan segera untuk memulihkan badan sungai menjadi tempat mengalirnya air permukaan. Jika pengerukan sungai menjadi satu kegiatan dalam rehabilitasi aliran air, maka agar pendangkalan sungai tidak terlalu cepat terjadi diperlukan stabilisasi tanggul lahar tersebut. Tanggul-tanggul yang memanjang di kiri kanan sungai terbentuk yang didominasi tumpukan pasir kasar sukar ditumbuhi vegetasi. Tanggul demikian mudah tergerus oleh aliran air hujan dan air aliran sungai sehingga diperlukan penanganan di bagian dalam sungai atau di bagian luarnya.

Agar tanggul tidak longsor dan memporak-perandakan bidang olah lahan-lahan pertanian, diperlukan revegetasi permukaan tanggul agar menjadi lebih stabil, karena terlindung dari jatuhnya butiran hujan dan penggerusan oleh aliran air permukaan. Hasil penelitian pada tahun 1976 menunjukkan bahwa revegetasi menggunakan *F. congesta* dan rumput bahia memberikan harapan terbentuknya penutupan tanggul oleh tanaman (Tabel 3). Untuk menumbuhkan kedua jenis vegetasi tersebut diperlukan penyiraman pada musim kemarau.

Stabilisasi lahan tidak hanya dilakukan pada lereng tanggul yang menghadap ke sungai, tetapi juga yang menghadap ke areal pertanian. Lereng yang menghadap sungai disebut dengan lereng bagian dalam dan yang menghadap areal pertanian atau perkampungan disebut lereng

bagian luar. Lereng bagian dalam harus diperkuat sampai ke bagian dasarnya agar lebih tahan terhadap gerusan aliran air di dalam sungai.

Penggunaan *bitumen* (penstabil tanah) dalam stabilisasi tanggul pada percobaan ini dimaksudkan untuk lebih mempercepat pertumbuhan tanaman, ternyata hasilnya tidak sesuai harapan. Emulsi *bitumen* memberikan pengaruh buruk, terutama karena sifatnya yang tidak menyukai air, membentuk alur-alur yang mengarah ke bagian bawah lereng makin besar dan dalam. Pemberian emulsi *bitumen* menyebabkan terjadi erosi, karena air hujan yang jatuh di permukaan tidak meresap ke dalam tanah tetapi membentuk aliran dipermukaan tanah. *Bitumen* yang mempunyai sifat hidrofobik tidak cocok digunakan untuk mencegah erosi pada tanah pasir yang lerengnya curam. Oleh karena itu, penggunaan *bitumen* untuk stabilisasi tanggul berpasir tidak dianjurkan.

Penanaman rumput bahia lebih memberikan harapan untuk segera terbentuknya tanggul yang stabil karena setelah satu tahun penutupannya cukup bagus untuk lereng bagian dalam dan luar, sedangkan *F. congesta* hanya di bagian luar saja. Tanggul bagian dalam sungai tidak mudah untuk ditanami karena bagian dasarnya sering tergerus oleh aliran sungai dan mengakibatkan longsor yang menghanyutkan tanaman-tanaman yang masih belum tumbuh dengan baik. Oleh karena itu, stabilisasi tanggul bagian dalam sungai memerlukan upaya-upaya lain untuk menghindarkan tergerusnya dinding tanggul oleh aliran sungai.

Stabilisasi tanggul menggunakan rumput bahia dan *F. congesta* dapat dimulai pada awal musim penghujan agar tanaman tumbuh dan berkembang dengan baik, untuk kemudian dapat bertahan dari kekeringan pada musim kemarau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada musim kemarau tanaman sudah besar, sehingga jika kekeringan mampu bertahan hidup tanpa penyiraman dan pada musim hujan berikutnya tumbuh kembali dengan baik.

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LAHAN VOLKANIK

Dalam meningkatkan dan mempercepat pemulihan lahan pasca erupsi Merapi diperlukan beberapa informasi hasil penelitian yang pernah dilakukan pada lokasi dampak. Hal ini penting karena selain ingin melihat kondisi awal sebelum letusan, juga mengetahui teknologi yang pernah digunakan sebelumnya. Salah satu hasil penelitiannya adalah Proyek Bangun Desa. Proyek inilah sebagai acuan teknologi yang dapat diharapkan dalam peningkatan produktivitas lahan vulkanik.

Hasil penelitian Proyek Bangun Desa Il-komponen 8 (*YUADP-component 8*) yang mewakili 8.720 ha, merupakan lahan labil wilayah mintakat (zona) agroekosistem Va (World Bank, 1991), terletak di Desa Glagaharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Provinsi DI Yogyakarta. Dalam peta geologi lembar Yogyakarta termasuk dalam formasi endapan vulkanik Gunung Merapi Muda berumur Kuartar (Rahardjo *et al.*, 1977). Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Koppen, lokasi penelitian beriklim tropika basah. Menurut Troyer (1976), memiliki pola curah hujan A (pola tunggal) yang dicirikan jelas antara jumlah curah hujan pada musim penghujan dan musim kemarau. Zone agroklimat termasuk B2 yang dicirikan oleh bulan basah (> 200 mm/bulan) selama 7 bulan berturut-turut (Oldeman, 1975). Menurut Schmidt & Ferguson (1951) termasuk tipe hujan B dengan nilai Q (nisbah jumlah bulan kering < 60 mm) terhadap bulan basah (> 100 mm) sebanyak 22,2%.

Di lokasi penelitian terdapat satu Ordo tanah yaitu *Inceptisols*. Ordo tanah ini menurunkan satu sub- group tanah yaitu *Andic Eutropepts* yang kemudian menurunkan dua seri tanah utama (*seri Watujaran* dan *seri Watutumpeng*). Kedua seri tanah tersebut merupakan endapan vulkanik hasil erupsi masa lampau, membentuk *burried soil* berpenampang (1 Ap – 1 Bw₁ – 1 Bw₂ – 1 Bw₃ – 1 C – 2 A – 2 Bw₁ – 2 Bw₂ – 2 Bw₃) sangat dalam (>200 cm). Tanah berlereng 17-25%, bertekstur pasir geluhan (*loamy sand*) yang tergolong peka erosi (Puslittanak, 1994). Penggunaan lahannya berupa tegalan dan kebun campuran. Lahan-lahan ini kondisi terasnya belum sempurna dalam kontruksinya sehingga perlu pembenahan dengan menerapkan teknik konservasi secara benar. Tanaman utama pada tegalan berupa tanaman nangka, mete, pisang, sogga dan kaliandra serta tanaman semusim.

Dampak/kemempnan teknik konservasi dalam mengendalikan erosi dan dampaknya terhadap produktivitas lahan dapat diukur dengan menggunakan metode erosi menurut Zachar (1982) dan Drajat (2004).

Pengaruh teknik konservasi terhadap erosi

Peranan teknik konservasi vegetatif terhadap laju erosi di Desa Glagaharjo pada tanah *Andic Eutropepts* lereng 15-30% pada MH 1995/1996 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh teknik konservasi terhadap laju erosi di Desa Glagaharjo pada MH 1995/1996

No.	Teknik konservasi vegetatif	Erosi
		t/ha/th
1.	Satu lajur rumput (raja dan guatemala)	14,57b
2.	Satu lajur (rumput raja, guatemala, dan gajah)	14,77b
3.	Satu lajur (rumput raja, guatemala, gajah), dan glirisidia)	12,85e
4.	Satu lajur (rumput raja, guatemala, gajah), dan Flemingia)	11,67d
5.	Kontrol	23,76a

Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Berjarak Ganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*)

Teknik konservasi secara vegetatif dengan menggunakan satu lajur rumput (*grass strip*) raja (*Pennisetum purpureoides*) rumput guatemala (*Tripsacum laxum*), lajur rumput raja, guatemala dan gajah (*Pennisetum purpurem* dan tanaman legum gliricide (*Gliricidia sepium*) mampu memperkecil erosi antara 11,67 – 14,77 t/ha/th (49-62%) dan berbeda nyata dibandingkan kontrol 23,76 t/ha/th.

Teknik konservasi vegetatif (rumput raja, guatemala, gajah) yang dibarengi tanaman legum (gliricide dan flemingia) menunjukkan laju erosi (11,67-12,85 t/ha/th paling kecil dibandingkan hanya lajur rumput (raja, guatemala dan gajah) maupun kontrol (Tabel 4). Hal ini disebabkan tajuk kedua legum (gliricide dan flemingia) dapat mengurangi tenaga kinetik butiran curah hujan, menambah intersepsi hujan dan akarnya berperan dalam meningkatkan porositas tanah. Besarnya erosi di Desa Glagaharjo telah mencapai di bawah ambang batas erosi terbolehan (BET) yaitu sekitar 13,45 t/ha/th (Thompson, 1957) dan 16,8 t/ha/th (Arsyad, 1989).

Perbaikan mutu lahan

Perbaikan mutu lahan merupakan suatu nilai yang diperoleh dari variabel-variabel yang memberikan taksiran tentang lahan sehubungan dengan perubahan kondisi lahan oleh manusia (Storie, 1964, Notohadiprawiro, 1978). Pengukuran *indeks-storie* tanah, dilakukan secara numerik dari kondisi sifat-sifat tanah yang mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman di bawah kondisi lingkungan yang baik.

Dampak penerapan teknik konservasi (cara mekanik dan vegetatif) pada umumnya meningkatkan mutu lahan (nilai *indeks-Storie*) tanah dibandingkan kondisi awal penelitian maupun tanpa penerapan teknik konservasi (Tabel 5).

Kenaikan nilai *indeks-Storie* yang diikuti peningkatan kelas dan derajat tanah terjadi pada dua seri tanah (*Watujaran* dan *Watutumpeng*). Kenaikan indeks-Storie tanah yang relatif tinggi terjadi pada Desember 1997 (3 tahun setelah penerapan teknik konservasi) yang untuk dua seri tanah tersebut sebanyak 37,32-50,65%.

Tabel 5. Dampak penerapan teknik konservasi terhadap perbaikan lahan di Desa Glagaharjo, 1993-2003

Seri tanah	Tahun	Harkat tanah		
		Indeks Storie (%)	Kelas	Derajat
Seri Watujaran				
<i>a. (Andic Eutropepts)</i>				
Kondisi awal	Mei 1994	12,87	Sangat rendah	5
Dengan teknik konservasi	Des. 1997	50,65	Cukup	3
Dengan teknik konservasi	Nov. 2001	38,13	Rendah	4
Dengan teknik konservasi	Okt. 2003	40,52	Cukup	3
Tanpa teknik konservasi	Des. 1997	24,06	Rendah	4
Tanpa teknik konservasi	Nov. 2001	18,11	Sangat rendah	5
Tanpa teknik konservasi	Okt. 2003	13,59	Sangat rendah	5
Seri Watutumpeng				
<i>b. (Andic Eutropepts)</i>				
Kondisi awal	Mei 1994	11,66	Sangat rendah	5
Dengan teknik konservasi	Des. 1997	37,32	Rendah	4
Dengan teknik konservasi	Nov. 2001	29,85	Rendah	4
Dengan teknik konservasi	Okt. 2003	29,85	Rendah	4
Tanpa teknik konservasi	Des. 1997	22,27	Rendah	4
Tanpa teknik konservasi	Nov. 2001	15,72	Sangat rendah	5
Tanpa teknik konservasi	Okt. 2003	22,27	Rendah	4

Pada November 2001 dan Oktober 2003 terjadi penurunan indeks-Storie 29,85-40,52%. Hal ini diduga karena kurang sinambungnya penerapan teknik konservasi dibandingkan tahun 1994-1997 yang cukup intensif (pemberian pupuk organik 10-15 t/ha/th). Secara kumulatif, penerapan teknik konservasi tanah meningkatkan mutu/kualitas tanah sebesar 95% (rata-rata indeks-Storie 37,72% lebih tinggi dibandingkan tanpa konservasi (*indeks Storie* 19,34%).

Peningkatan produksi tanaman semusim

Penerapan teknik konservasi (cara mekanik dan vegetatif) di lokasi lahan kering Desa Glagaharjo terbukti berdampak baik terhadap peningkatan tanaman semusim (Tabel 6).

Kenaikan produksi tanaman pangan di Desa Glagaharjo adalah sebagai akibat kualitas tanah (sifat fisik dan kimia tanah) dari teknik konservasi tanah yang diberikan. Tanpa penerapan teknik konservasi tanah, produksi tanaman semusim rendah (Tabel 6), karena erosi tanah dan memburuknya sifat fisik dan kimia tanah.

Peningkatan populasi ternak ruminansia

Di lokasi Glagaharjo, Kecamatan Cangkringan, introduksi sapi perah FH telah mendorong petani dalam konservasi lahan dengan cara menanam rumput di tampingan (*riser*) teras. Lahan dapat terkonservasi dengan baik, mutu lahan lebih baik dan pendapatan

petani (produksi susu) meningkat. Produksi total susu sapi dari 25 ekor yang semula hanya 48 l/hari meningkat menjadi 250-300 l/hari. Dampak dari penelitian ini terlihat dari perbaikan mutu lingkungan berupa perbaikan teras, kesuburan tanah serta pendapatan petani semakin baik. Populasi ternak sapi telah bertambah dari semula (introduksi pemerintah tahun 1994) berjumlah 25 ekor menjadi 81 ekor (1997), atau rata-rata pemilikan sapi 3,1 ekor/KK. Dalam lima tahun (1993-1997) kemajuan usahatani di lahan kering perbukitan tidak hanya dialami oleh petani di dalam lokasi penelitian tetapi juga oleh petani lain di lokasi luar penelitian. Semakin meningkatnya rata-rata pemilikan ternak, maka semakin banyak jumlah pakan diperlukan, sehingga mendorong petani untuk menanam hijauan pakan di lahan usahatannya, bahkan di tebing-tebing jalan yang curam. Produksi rumput pakan ternak meningkat dan dapat memenuhi pakan ternak sapi 1,1-2,9 unit. Kinerja ini berdampak sangat baik dalam pengembangan konservasi lahan dan sekaligus akan berdampak meningkatkan pendapatan usahatannya.

PENUTUP

1. Dampak erupsi Gunung Merapi (Oktober-November 2010) menimbulkan bencana alam yang mengakibatkan korbanan relatif besar berupa jiwa, harta, dan sosial-ekonomi kehidupan.

Tabel 6. Dampak penerapan teknik konservasi terhadap produksi tanaman semusim di Desa Glagaharjo, MT 1996/1997

Lereng dan teknik konservasi	Produksi tanaman semusim	
	Cabe merah	Kentang
 t/ha/th	
Lereng 15-30%		
1. Dengan teknik konservasi	12,38 a	1,27 a
2. Tanpa teknik konservasi	6,30 b	0,86 b
Kenaikan produksi	96,50%	47,7%

Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf Uji Jarak Ganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*)

Catatan :

Produksi cabe merah (*Capsicum annum*) dalam buah segar, kentang (*Solanum tuberosum*) dalam umbi segar

2. Material piroklastik/abu vulkan yang menutup permukaan tanah mengalami sementasi (ion-ion Si, Ca, dan Mg), membentuk lapisan padat yang relatif sulit ditembus air hujan, berpengaruh meningkatkan *bulk density* (BD) tanah, dan menurunkan ruang pori total (RPT) dan permeabilitas tanah.
 3. Tanaman *Flemingia congesta* untuk reklamasi tanah eks lahar Gunung Merapi secara ekonomis dan praktis cukup sesuai dapat dikembangkan asal dibarengi dengan pengelolaan yang baik (tanam menurut lajur, saat tanam awal hujan, dan pemupukan).
 4. Teknik konservasi vegetatif (lajur rumput raja, guatemala, gajah) dan *Flemingia congesta* terhadap perbaikan produktivitas lahan endapan vulkanik cukup efektif menurunkan erosi tanah di bawah ambang batas erosi terbolehkan. Akibat erosi yang makin rendah, berdampak meningkatkan nilai indeks Storie (mutu tanah) dan produktivitas lahan semakin baik.
 5. Perlu penanganan yang mendasar dan komprehensif kajian hidromorfologi sumber-sumber air baru, dan penggunaan lahan-lahan labil (lahar Gunung Merapi dan tanah berbahan induk vulkan) jika untuk digunakan sebagai lahan pertanian.
 6. Diperlukan kerjasama penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk menanggulangi banjir lahar (lahar hujan), rehabilitasi dan reboisasi endapan vulkanik dengan melibatkan bidang-bidang keilmuan yang lain/instansi terkait (Geologi, Vulkanologi, PSBA-UGM, BNPB, Kehutanan, Pemda, dan Sosial).
- Bemmelen, R.W. van. 1949. The geology of Indonesia Vol. IA. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. The Haque.
- Sutikno, B., D. Sayuti, dan G. Hartono. 1996. Variasi luncuran awan panas Gunung Merapi dan bahayanya. *Dalam* Prosiding of the 25th Annual Convention of the Indonesian Association of Geologist. Diselenggarakan oleh STTN dengan Akademi IP Yogyakarta.
- Daradjat, M. 2004. Strategi dalam konservasi tanah dan rehabilitasi lahan dengan konsep *eco-farming*. Makalah dalam Lokakarya Strategi Pengembangan Sistem Pertanian Kehutanan (*Agroforestry*) Berkelanjutan untuk Peningkatan PAD dan Kesejahteraan Masyarakat Yogyakarta, 15-18 Februari 2004. Hlm 22.
- Katili, J.A. dan S.S. Siswiwidjojo. 1994. Pemantauan Gunung Api di Filipina dan Indonesia. Bandung.
- Notohadiprawiro, R.M.T. 1978. Lahan Sumberdaya Alam Serba Gatra dan Lingkungan Hidup Manusia. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Oldeman, I.R., I. Las, and S.N. Darwis.1979. Agroclimate map of Java and Madura, CRIA, Bogor.
- Padang, N. van. 1951. Catalogue of the Active Volcanoes of the World including Salfatara fields. Part I Ed. By the International Vulcanological Association Napoli. Italia.
- Puslittanak, 1994. Survei Tanah Detil di Sebagian wilayah DI Yogyakarta, (Skala 1:50.000). Proyek LREPP II part. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Hlm 38.
- Rahardjo, W., S. Rumid, dan H.M.D. Rosidi. 1977. Peta Geologi Lembar Yogyakarta-Jawa, Skala 1: 100.000. Direktorat Geologi Departemen Pertambangan, Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB Bogor.
- Badan Litbang Pertanian. 2010. Laporan Hasil Kajian Singkat (*Quick Assessment*) Dampak Erupsi Gunung Merapi di Sektor Pertanian.

- Schmidt, F.H. and J.H.A. Fergusson. 1951. Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with West New Guine. Vert. 42. Kementrian Perhubungan RI, Jakarta.
- Storie, R.E. 1964. Handbook of soil evaluation. published by associated students store, University of California, Berkeley California, April 1964.
- Sutono S. dan U. Kurnia. 1998. Tanaman pagar serangan jantan (*Flemingia congesta* Rixb) dan pengaruhnya terhadap sifat fisika tanah Ultisols Jasinga. Prosiding Pokja Litbang Pengelolaan DAS Cimanuk. Puslittanak.
- Thompson L.M. 1957. Soil and Soil Fertility. Mc Graw-Hill Book Company Inc. New York.
- Tim Lembaga Penelitian Tanah. 1978. Laporan Penelitian dan Pengembangan Teknik Konservasi Tanah di Daerah Eks Lahar Gunung Merapi. Proyek Survei Pengukuran Persiapan Penanggulangan Akibat Bencana Banjir. Dep. PUTL dan Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Trojer, H. 1976. Weather classification and plant-weather relationship. Food and Agriculture Organization Working Paper No. 11. Soil Research Institute, Bogor. P 85.
- Widiyanto dan A. Rachman. 2008. Aspek Morfologi terhadap Bahaya Gunung Merapi. Jurnal Kebencanaan Indonesia Vol. II No. 5, Nopember 2008.
- Word Bank. 1991. Staff appraisal report. Yogyakarta Upland Area Development Project. Washington, USA. 132p.
- Zachar, D. 1982. Soil erosion. Development in Soil Science 10. Bratislava 1982. p.137-203.