

## **Potensi Lereng Merapi Untuk Pengembangan Pupuk Hijau<sup>1</sup>**

Nasih Widya Yuwono, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UGM<sup>2</sup>

Material vulkanik sebagai dampak erupsi Merapi tahun 2010 telah mengubur banyak lahan di lereng menjadi kosong tanpa vegetasi. Material tersebut bersifat lepas mudah terbawa air hujan berpotensi menjadi menjadi lahar dingin. Diperkirakan sampai tiga musim hujan mendatang lahar dingin tersebut tetap menjadi ancaman.

Upaya stabilisasi lereng perlu segera dilaksanakan untuk mengurangi ancaman lahar dingin tersebut. Penutupan lahan dengan revegetasi berguna untuk menurunkan dampak energi pukulan curah hujan, meningkatkan infiltrasi dan daya simpan air tanah. Revegetasi dengan tumbuhan terpilih yang mampu mengikat nitrogen bebas dari udara dapat juga dimanfaatkan sebagai sumber pupuk N. Selanjutnya pupuk hijau tersebut dengan formulasi tertentu dapat digunakan sebagai sarana produksi untuk budidaya tanaman di lereng Merapi, atau dikemas dan dipasarkan sebagai pupuk organik padat dan pupuk organik cair.

**Kata kunci: lereng Merapi, pupuk hijau, nitrogen.**

### **Dampak erupsi dan lahar dingin**

Material vulkanik sebagai dampak erupsi Merapi tahun 2010 telah mengubur banyak lahan di lereng menjadi kosong tanpa vegetasi. Material tersebut memiliki ukuran kasar sampai lembut, dengan ketebalan meter sampai hanya beberapa mm. Banyak pohon dan semak mati. Hunian dan lahan pertanian harus ditinggalkan karena berubah menjadi padang batu dan pasir. Sebagian yang lain hanya tertutup debu tipis, kemudian segera hijau kembali. Material yang bersifat lepas tersebut sangat mudah terbawa air hujan sehingga berpotensi menjadi lahar dingin. Diperkirakan sampai tiga musim hujan mendatang lahar dingin tersebut tetap menjadi ancaman.

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api yang paling aktif di dunia. Setidaknya dari 61 laporan erupsi sejak pertengahan abad 15 sampai sekarang ini, ada 23 kali erupsi yang memuntahkan lahar di lerengnya. Deposit lahar tersebut menempati areal 286 km<sup>2</sup> di sekeliling puncak Merapi. Munculnya lahar dingin dipicu oleh curah hujan jika memiliki intensitas > 40 mm dalam waktu 2 jam. Hal ini terjadi pada musim penghujan atau bulan November-April. Lahar dingin yang terjadi pada ketinggian tempat 1.000 m dpl dapat meluncur dengan kecepatan 5-7 m/detik. Lereng Merapi memiliki curah hujan yang tinggi, catatan tahun 1976-1990 menunjukkan rerata curah hujan tahunan di Plawangan

---

<sup>1</sup> Makalah untuk Seminar Nasional HITI-UNS 2011 dengan tema “*Upaya Pemulihan Lahan Akibat Erupsi Gunungapi*” di kampus UNS Ketingan Surakarta, tanggal 26-27 April 2011.

<sup>2</sup> Alamat kontak email: [nasih@ugm.ac.id](mailto:nasih@ugm.ac.id) , blog: [nasih.wordpress.com](http://nasih.wordpress.com)

(lereng selatan, 1.275 m dpl) sebesar 3.253 mm/th, sedangkan di Babadan (lereng barat, 1.278 m dpl) sebesar 2.416 mm/th (Lavigne *et al.*, 2000).

Lahar adalah istilah umum untuk material vulkanik yang mengalir cepat berupa campuran pecahan batu, pasir dan debu yang terbawa air. Ancaman lahar dingin yang muncul terus menerus di lereng Merapi itu disebabkan: adanya jutaan kubik deposit piroklastik di sekitar kubah yang secara berkala bertambah karena aliran lava (2-4 tahun sekali); curah hujan yang tinggi sering kali > 40 mm dalam waktu 2 jam (batas kritis terjadinya lahar dingin); serta pola drainase yang sangat rapat di lereng Merapi (Lavigne & Thouret, 2002).

Erupsi gunung Merapi merupakan daur geologi yang sudah berlangsung sejak jaman dahulu dan akan terus berlangsung di masa mendatang. “Hit and run” merupakan strategi yang dapat diterapkan agar masyarakat tetap hidup selamat namun masih dapat memanfaatkan lahan tersebut dan mengambil berkah keuntungan yang diberikan oleh Merapi. Investasi dapat ditekan sekecil mungkin. Konservasi lereng atas Merapi sebagai daerah tangkapan air tanpa budidaya manusia, dapat menjadi keunggulan komparatif bagi kehidupan di kaki Merapi. Kalaupun ada bencana karena erupsi, masyarakat dapat dengan ringan segera meninggalkan lahan untuk sementara. Hijau daun dari aneka tumbuhan liar dapat dipetik secara terkendali dan diolah di tempat lain. Air bersih yang muncul kemudian dapat disalurkan untuk irigasi, minum ternak dan kebutuhan manusia. Dengan adanya sumber air yang bebas dari bahan pencemar tersebut, wilayah sabuk Merapi sangat sesuai untuk dikembangkan dengan sistem pertanian organik.

### **Revegetasi lereng**

Upaya stabilisasi lereng perlu segera dilaksanakan untuk mengurangi ancaman lahar dingin tersebut. Penutupan lahan dengan revegetasi berguna untuk menurunkan dampak energi pukulan curah hujan, meningkatkan infiltrasi dan daya simpan air tanah. Pohon dengan perakaran yang kuat dan dalam dapat menahan massa tanah yang bergerak. Revegetasi dengan tumbuhan terpilih yang mampu mengikat nitrogen bebas dari udara dapat juga dimanfaatkan sebagai sumber pupuk N. Manfaat yang lain dari program revegetasi adalah ikut mengatasi dampak negatif dari pemanasan global berupa penyimpanan karbon dalam bentuk biomassa tumbuhan atau bahan organik tanah.

Tanaman pagar atau tanaman sela terbukti bermanfaat untuk konservasi tanah dan air, sebagai bahan pembenah kesuburan tanah, perbaikan produktivitas lahan, pembentukan teras hayati, serta memberi nilai tambah untuk meningkatkan pendapatan masyarakat di wilayah pegunungan di negara China (Hui *et al.*, 2008). Tanaman pagar umumnya dipangkas secara berkala untuk mengurangi naungan terhadap tanaman pokok, hasil pangkasan tersebut digunakan sebagai mulsa, pakan ternak atau tujuan yang lain. Beberapa pertimbangan dalam memilih tanaman pagar antara lain: mudah ditanam dan diperbanyak, menghasilkan biomasa yang tinggi untuk meningkatkan daur hara dan status kesuburan tanah, memiliki manfaat ganda baik sebagai pakan, kayu bakar, pupuk hijau atau untuk kesehatan. Vegetasi yang ideal adalah tumbuhan kayu yang mampu menyemat nitrogen dari udara bebas, tumbuhan yang adaptif pada berbagai kondisi lingkungan, memiliki akar dalam yang kuat dan akar permukaan yang melebar, tahan terhadap pangkasan, serangan hama penyakit, kekeringan dan kondisi tanah yang tidak subur.

Legum dipilih karena kemampuannya menyemat N bebas dari udara. Pada wilayah perakaran terdapat konsorsium mikrobial yang bekerja tak kenal henti. Asam-asam organik hasil samping perombakan mampu melarutkan batuan, melepas basa yang kemudian diserap oleh tanaman. Akumulasi bahan organik di lapisan atas inilah yang mempercepat proses penyuburan kembali lahan yang ada. Revegetasi dengan tumbuhan penutup lahan atau pupuk hijau memiliki keunggulan : 1) melindungi tanah dari erosi, kekeringan, serta memperbaiki lengas tanah dan sirkulasi air, 2). menekan pertumbuhan gulma, secara langsung dengan penutupan sinar matahari atau karena menghasilkan alelopati yang bersifat herbisida, 3). meningkatkan kandungan nitrogen tanah (legum), 4). menjadi habitat baru organisme musuh alami, 5). memperbaiki struktur tanah karena adanya aktivitas biota tanah dan gerakan akar, 6). meningkatkan kandungan bahan organik dan humus tanah, yang diikuti peningkatan aktivitas flora dan fauna dalam tanah, serta 7). menjaga kondisi tanah lebih lembab dan memperbaiki nisbah C/N bahan organik dalam tanah sehingga perombakan sisa seperti jerami atau kayu lebih mudah.

Bahan-bahan berupa daun atau ranting dari tumbuhan tersebut, secara langsung dapat digunakan sebagai pupuk hijau pada tanah sawah, digunakan sebagai mulsa pada lahan kering untuk budidaya hortikultura atau tanaman perkebunan. Biomasa tersebut dapat juga dengan formulasi tertentu diolah dan dikemas sebagai pupuk organik padat atau pupuk organik cair.

### **Pertanian organik di lereng merapi**

Shoji *et al.* (1993) menggambarkan tanah abu vulkan (Andisols) sebagai tanah yang sangat produktif, sehingga memberikan daya dukung bagi kehidupan masyarakat. Hal ini dibuktikan dengan kenyataan bahwa wilayah di sekitar Gunung Merapi dengan jenis tanah abu vulkan memiliki jumlah penduduk paling padat, sebagian besar mereka hidup dari usaha pertanian. Tanah yang terbentuk dengan bahan induk abu vulkan memiliki kandungan yang cukup tinggi unsur Ca, Mg, Fe, dan P. Karakter lahan abu vulkan antara lain: 1). Bahan induk tersusun atas abu halus basalt atau andesite, 2). Jeluk tanah cukup dalam, tak ada pembatas perakaran, 3). Horison humus sangat tebal mengandung cukup banyak N organik, 4). Bahan induk memiliki apatit (Ca-P) yang relatif banyak, 5). Lugas tersedia melimpah. Tanah Andisols juga memiliki sifat fisik yang istimewa yaitu kapasitas memegang air yang tinggi, mudah diolah, sangat tahan terhadap erosi. Agregasi yang terbentuk dengan bagus berkaitan erat dengan kemampuan menyediakan air dalam jumlah yang besar bagi tanaman. Kerapatan tanah yang rendah dan konsistensi yang gembur, menjadikan tanah ini mudah diolah, sangat cocok untuk media perkecambahan biji dan perkembangan akar. Aerasi yang mantap dan permeabilitas yang tinggi menjadikan tanah ini tahan terhadap erosi.

Lahan di sekitar Gunung Merapi layak untuk dikembangkan menjadi kawasan pertanian organik. Ketersediaan air irigasi yang jernih sebagai syarat utama untuk pertanian organik tersedia cukup melimpah di daerah ini. Pertanian organik di sabuk Merapi perlu dikembangkan sejalan dengan kearifan lokal yang ada dan sejarah yang cukup panjang di wilayah tersebut. Potensi pasar terbuka sangat lebar mengingat Yogyakarta dikenal sebagai kota pendidikan dan budaya. Makanan bergizi, cukup dan sehat yang dihasilkan dengan sistem pertanian organik diperlukan untuk memelihara kesehatan dan produktivitas kerja.

Menurut Stockdale *et al.* (2001), pertanian organik memiliki karakter sebagai berikut:

1. Adanya perlindungan kesuburan tanah dalam jangka panjang dengan cara menjaga kadar bahan organik tanah, melancarkan aktivitas biologi tanah, dan penggunaan peralatan mekanik secara hati-hati.

2. Kecukupan nitrogen melalui fiksasi oleh legum atau proses biologi lainnya, melaksanakan daur ulang bahan organik secara efektif termasuk sisa tanaman dan ternak.
3. Pengendalian terhadap gulma, penyakit dan hama dilakukan dengan rotasi tanaman, musuh alami, keragaman hayati, pupuk organik, varietas yang tahan, sedangkan masukan dari luar digunakan secara terbatas.
4. Pengelolaan yang intensif terhadap ternak, dengan mengutamakan adaptasi secara evolutif, memperhatikan kesejahteraan ternak berkaitan dengan gizi, kesehatan, pemuliaan, pengandangan dan pemeliharaan.
5. Sangat memperhatikan dampak dari sistem pertanian terhadap lingkungan yang lebih luas, menjaga konservasi satwa liar dan habitat alami.

### **Pengembangan pupuk hijau**

Pupuk hijau dapat diartikan sebagai “bahan nabati yang dimasukkan ke dalam tanah selagi masih hijau, untuk memperbaiki tanah”. Pemanfaatan pupuk hijau dapat meningkatkan nilai ekonomi, serta menjaga mutu lingkungan (Cherr *et al.*, 2006). Awal mula kebiasaan menggunakan pupuk hijau dapat dilacak ke masa silam, bersamaan dengan munculnya budaya menetap di suatu tempat, saat itu mereka mulai bercocok tanam terus menerus di suatu tempat. Petani di negara China 3.000 tahun yang lalu, mereka menanam legum kemudian mengomposkan terlebih dahulu atau membenamkan langsung di sawah mereka (Allison, 1973). Sumber pupuk hijau sangat beragam dapat berupa vegetasi legum atau non legum yang diusahakan sebagai penutup lahan (cover crop), tanaman pra budidaya, tanaman lorong, tanaman pagar atau didapatkan hidup bebas di lahan kosong. Pemanfaatan pupuk hijau dari pangkasan vegetasi legum mampu untuk menjaga atau meningkatkan kesuburan tanah tropika.

Laju mineralisasi pupuk hijau yang ditanamkan dalam tanah dipengaruhi oleh kandungan polifenol dan kadar nitrogen, pada percobaan dengan tanaman legum ditemukan korelasi negatif yang erat antara “kandungan polifenol” atau “nisbah polifenol:N” dengan “laju mineralisasi N” di tanah sawah (Oglesby & Faunes, 1992). Pada Tabel 1 disajikan nisbah bobot daun dan ranting, kandungan N, polifenol dan lignin dari beberapa spesies yang sering digunakan sebagai pupuk hijau. Berdasarkan kandungan N

total yang tinggi, namun polifenol rendah, maka *Gliricidia sepium* dan *Cassia reticulata* dapat dipilih untuk dijadikan pupuk hijau.

Tabel 1. Karakter pupuk hijau

Vegetasi	Nisbah daun/ranting	Polifenol (%)	Lignin (%)	N (%)
<i>Calliandra calothyrsus</i>	2,3	4,06	13,4	2,85
<i>Cassia reticulata</i>	9,4	1,99	9,9	2,65
<i>Cassia siamea</i>	3,9	3,92	10,3	2,31
<i>Gliricidia sepium</i>	6,4	1,84	8,6	3,43
<i>Inga edulis</i>	2,4	3,83	18,3	2,51
<i>Leucaena leucocephala</i>	2,4	2,93	11,1	3,74
<i>Sesbania sesban</i>	0,7	2,38	14,5	1,39
<i>Tithonia diversifolia</i> *	-	3,20	9,0	3,50
<i>Senna spectabilis</i> *	-	1,03	9,0	3,30

Sumber: Oglesby & Faunes (1992), \*Ayuke *et al.* (2004)

Potensi biomassa untuk digunakan sebagai pupuk hijau dapat pula ditinjau dari kandungan N, P dan K. Hal ini sesuai kenyataan bahwa pupuk yang dibutuhkan petani dalam jumlah besar adalah ketiga hara makro utama tersebut. Bahkan seringkali hasil panen tidak maksimal karena petani terlambat atau kesulitan untuk mendapatkan ke tiga jenis pupuk tersebut. Tabel 2 menunjukkan perbandingan kandungan N, P K pada berbagai vegetasi. *Mucuna sp.* dan *Tithonia diversifolia* terlihat memiliki kadar K yang lebih tinggi dibanding vegetasi lainnya.

Tabel. Kadar N, P, K beberapa vegetasi untuk pupuk hijau

Vegetasi	N (%)	P (%)	K (%)
<i>Calliandra calothyrsus</i>	3,4	0,15	1,1
<i>Crotalaria grahamiana</i>	3,2	0,13	1,3
<i>Crotalaria juncea</i> **	2,3	0,50	1,8
<i>Lantana camara</i>	2,8	0,25	2,1
<i>Leucaena leucocephala</i>	3,8	0,20	1,9
<i>Mucuna sp</i> *	3,7	0,53	5,7
<i>Pongamia glabra</i> **	3,3	0,44	2,4
<i>Sesbania sesban</i>	3,7	0,23	1,7
<i>Sesbania aculeata</i> **	3,5	0,60	1,2
<i>Sesbania speciosa</i> **	2,7	0,53	2,2
<i>Tephrosia vogelii</i>	3,0	0,19	1,0
<i>Tithonia diversifolia</i>	3,5	0,37	4,1

Sumber : Jama *et al.* (2000), \*Gitari *et al.* (2000) \*\*Sankaranarayanan (-)

Pupuk organik dapat dibuat dari sisa makhluk hidup, tumbuhan atau hewan. Lazimnya dilakukan pengomposan atau fermentasi terhadap campuran bahan organik yang memiliki nisbah C/N sekitar 30. Tanaman yang tergolong pupuk hijau jika memiliki nisbah C/N < 20 dapat langsung dibuat menjadi pupuk organik. Material tersebut dikeringkan, dihaluskan kemudian dibentuk menjadi butiran, pellet, tablet atau dijual curah/remah. Untuk membuat pupuk organik cair dapat dilakukan proses penyeduhan, perendaman atau ekstraksi. Sisa padatan digabungkan dengan pupuk organik padat dan digunakan sebagai pembenah tanah. Pupuk organik cair tersebut dapat diperkaya dengan penambahan zat pengatur tumbuh atau juga pestisida hayati.

### **Peluang dan hambatan**

Produk pupuk hijau atau pupuk organik termasuk sumberdaya yang terbarukan, dapat dipakai untuk menunjang sistem pertanian organik di sabuk Merapi. Komoditas tanaman pangan, sayuran atau herbal organik dapat menjadi keunggulan dan daya tarik tersendiri sebagai bagian dari wisata Merapi. Lahan yang tersedia cukup luas khususnya di Kawasan Rawan Bencana yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman, Klaten, Boyolali atau Magelang. Hambatan utama terutama suhu dingin serta tutupan awan akan menghambat pertumbuhan vegetasi. Perlu dikembangkan tanaman dengan daya adaptasi di lingkungan tersebut namun mampu menghasilkan biomasa yang besar, atau penghasil aromatik yang berkualitas. Perlu dilakukan studi lebih detil terhadap vegetasi yang tumbuh liar seperti: *Chromolaena odorata*, *Urtica dioica*, *Amaranthus* sp. untuk digunakan sebagai pupuk hijau.

Semoga ada yang menangkap peluang ini menjadi usaha yang menguntungkan.

### **Daftar Pustaka**

- Allison, FE. 1973. Soil Organic Matter and its Role in Crop Production. Developments in Soil Science. Volume 3. Elsevier. Amsterdam.
- Ayuke, FO., Rao, M.R, Swift, M.J. & Opondo-Mbai, M.L. 2004. Assessment of Biomass Transfer from Green Manure to Soil Macrofauna in Agroecosystem-Soil Macrofauna Biomass. In Bationo (Ed.). Managing Nutrient Cycles to Sustain Soil Fertility in Sub-Saharan Africa. Academy Science Pub. Nairobi. pp: 411-422.
- Cherr, CM., J M S. Scholberg, & R. McSorley. 2006. Green Manure Approaches To Crop Production: a Synthesis. Agron. J. 98:302-319.

- Gitari, JN., JG. Mureithi, SK. Karumba & K. Mwaniki. 2000. Integrated Use of Legume Green Manure, Cattle Manure and Inorganic Fertiliser for Increased Maize Production in Mid Altitude Areas of Central Kenya. *In Proceedings of the 2nd Scientific Conference of the Soil Management and Legume Research Network Projects*. Mombasa, Kenya.
- Hui Sun, Ya Tang & Jiasui Xie. 2008. Contour Hedgerow Intercropping in The Mountains of China: A Review. *Agroforest Syst.* 73:65–76.
- Jama, B., CA. Palm, R J. Buresh, A. Niang, C. Gachengo, G. Nziguheba & B. Amadalo. 2000. *Tithonia Diversifolia* As A Green Manure For Soil Fertility Improvement in Western Kenya: A Review. *Agroforestry Systems* 49: 201–221.
- Lavigne, F & Jean-Claude Thouret. 2002. Sediment Transportation and Deposition by Rain-Triggered Lahars at Merapi Volcano, Central Java, Indonesia. *Geomorphology* 49 : 45–69.
- Lavigne, L, J.C. Thouret, B. Voight, H. Suwad, & A. Sumaryono. 2000. Lahars at Merapi Volcano, Central Java: an Overview. *Journal Of Volcanology and Geothermal Research* 100 : 423–456.
- Oglesby, KA. & JH. Fownes. 1992. Effects of Chemical Composition on Nitrogen Mineralization from Green Manures of Seven Tropical Leguminous Trees. *Plant and Soil* 143: 127-132.
- Sankaranarayana, K. Nutrient Potential of Organic Sources for Soilfertility Management in Organic Cotton Production. CICR. [http://www.cicr.org.in/research\\_notes/nutrient\\_organic\\_cotton.pdf](http://www.cicr.org.in/research_notes/nutrient_organic_cotton.pdf), diakses 25 April 2011.
- Shoji, S., M. Nanzyo, & R. Dahlgren. 1993. Productivity and Utilization of Volcanic Ash Soils. *Developments in Soil Science*. Volume 21 : 209-251.
- Stockdale, EA., NH. Lampkin, M. Hovi, R. Keatinge, EKM. Lennartsson, DW. MacDonald, S. Padel, FH. Tattersall, MS. Wolfe & CA. Watson . 2001. Agronomic and Environmental Implications of Organic Farming Systems. *In Advances In Agronomy*, Volume 70 : 261-262.

###