

KARAKTERISTIK LAHAN KRITIS BEKAS LETUSAN GUNUNG BATUR DI KABUPATEN BANGLI, BALI (*Critical Land Characteristics of Former Eruption of Batur Mount in Bangli District, Bali*)*

Ryke Nandini¹ dan/and Budi Hadi Narendra²

¹Balai Penelitian Kehutanan Mataram

Jl. Dharma Bakti No.7 Desa Langko, Kecamatan Lingsar-Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat
e-mail: rykenand@yahoo.com;

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi

Jl. Gunung Batu No 5, Kotak Pos 165; Telp.0251-8633234, 7520067; Fax.0251-868111 - Bogor
e-mail: budihadin@yahoo.co.id

*Diterima: 23 Agustus 2010; Disetujui: 08 September 2011

ABSTRACT

*Lands covered with eruption material of mount Batur, in Bangli District, Bali Province needs special treatment in forest and land rehabilitation effort. The former eruptions resulting unique characteristics are important to be studied in order to arrange strategy for forest and land rehabilitation. Land characteristics studied were climate, physiology and geology, soil, hydrology, as well as vegetation and land cover. The result shows that climate type of the area is E (moderate dry) with 1750.9 mm in average annual of rainfall. Physically the study area was formed from volcanic land dominated by lava sheet and geologically consisted of ignimbrite, basalt, volcanic breksi, and andesit stone. Soil fertility is very low and there are water spring surround Batur Lake as hydrological potential. Vegetations are dominated by pine (*Pinus merkusii* Jungh.& de Vriese) and *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake.*

Keywords: Land characteristics, former eruption

ABSTRAK

Lahan bekas letusan Gunung Batur merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam upaya rehabilitasi hutan dan lahan di Kabupaten Bangli, Propinsi Bali. Bekas letusan Gunung Batur meninggalkan karakteristik biofisik yang khas yang menyebabkan perlunya suatu kajian tentang karakteristik lahan bekas letusan Gunung Batur agar dapat disusun suatu strategi rehabilitasi hutan dan lahan. Karakteristik lahan yang dikaji antara lain meliputi iklim, fisiologi dan geologi, tanah, hidrologi, serta vegetasi dan penutupan lahan. Hasil kajian menunjukkan bahwa tipe iklim di lokasi penelitian adalah E (agak kering) dengan curah hujan rata-rata tahunan 1750,9 mm. Secara fisiologis lokasi penelitian merupakan bentukan lahan asal vulkanik yang didominasi oleh medan lava dengan geologi tersusun atas batuan ignimbrit, basalt, breksi vulkanik dan andesit. Kesuburan tanah termasuk sangat rendah dan potensi hidrologi yang ada berupa mata air yang ada di sekitar danau Batur. Jenis vegetasi yang mendominasi adalah tusam (*Pinus merkusii* Jungh.& de Vriese) dan ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake).

Kata kunci: Karakteristik lahan, bekas letusan gunung api

I. PENDAHULUAN

Gunung Batur merupakan salah satu gunung api di Pulau Bali yang masih aktif. Gunung Batur tercatat sudah 26 kali mengalami letusan besar sejak tahun 1804 sampai 2000 (Badan Pengelola Gunung Api Batur, 2009). Letusan eksplosifnya membawa material antara lain berupa lapili dan bom vulkanik yang me-

ngendap di sekitar kawah. Sisa dari letusan tersebut meninggalkan bekas berupa bongkahan batuan dan pasir di sekitar kawah Gunung Batur. Hampan batuan dan pasir bekas letusan tersebut menyebabkan lahan di Gunung Batur mempunyai topografi bergelombang, berbatu-batu, dan berpasir, sehingga hanya jenis tanaman tertentu yang mampu tumbuh

pada kondisi alami. Ditambah dengan curah hujan yang kecil, menyebabkan lahan di Gunung Batur menjadi kritis.

Bekas letusan Gunung Batur yang meninggalkan bongkahan batu dan pasir menjadi salah satu berkah bagi masyarakat sekitarnya, karena material tersebut dapat ditambang sebagai bahan galian C. Namun demikian bekas penambangan batu dan pasir ini telah meninggalkan kerusakan lahan yang parah di beberapa tempat. Dengan kondisi morfologi Gunung Batur yang berat, kerusakan lingkungan akibat bekas tambang galian C, serta kondisi curah hujan yang rendah, maka kekritisan lahan semakin meningkat. Menurut Bappeda Provinsi Bali (2009), sampai tahun 2008 luas lahan kritis di sekitar Gunung Batur mencapai 3.565,51 ha atau sekitar 2,24 % dari total luas lahan kritis di Provinsi Bali.

Status kawasan hutan di Gunung Batur yang termasuk dalam hutan lindung dan hutan produksi terbatas telah menyebabkan lokasi ini menjadi salah satu daerah prioritas untuk kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi kekritisan lahan tersebut, diantaranya dengan melakukan upaya rehabilitasi hutan dan lahan. Untuk mendukung keberhasilan upaya rehabilitasi hutan dan lahan, perlu dilakukan perumusan strategi yang tepat. Untuk itu dibutuhkan sumber data yang valid, salah satunya adalah kajian mengenai karakteristik lahan.

Karakteristik lahan dapat diukur atau dianalisis tanpa memerlukan usaha-usaha yang sangat besar. Karakteristik lahan sangat diperlukan dalam suatu evaluasi lahan, yaitu proses pendugaan potensi lahan untuk berbagai alternatif penggunaannya. Kegiatan evaluasi lahan antara lain meliputi kegiatan survei bentang alam, survei tanah, tipe dan distribusi vegetasi, serta pengamatan iklim. Dalam prakteknya, data ini sering dikumpulkan bersamaan dengan pelaksanaan survei ta-

nah (Abdullah, 1996). Hasil kajian terhadap karakteristik lahan dapat digunakan untuk berbagai kegunaan, diantaranya adalah untuk memberikan arahan pengelolaan kawasan hutan (Yuwono, 2003) dan evaluasi kondisi daerah aliran sungai (Setiawan dan Nandini, 2006). Ada beberapa aspek karakteristik lahan yang akan digunakan untuk menilai kualitas suatu lahan, antara lain iklim (curah hujan, suhu, kelembaban), tanah (tekstur, kedalaman efektif, drainase), retensi hara (KTK, KB, pH), ketersediaan hara (N total, P tersedia, K dapat ditukar), serta persyaratan pengolahan dan konservasi (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007).

Tujuan penelitian mempelajari karakteristik lahan kritis bekas letusan Gunung Batur yang diperoleh dari hasil identifikasi karakteristik biofisik, terdiri dari iklim, fisiologi dan geologi, tanah, hidrologi serta vegetasi dan penutupan lahan. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat dalam pengelolaan lahan kritis bekas letusan Gunung Batur, Bali khususnya dalam upaya rehabilitasi daerah tersebut.

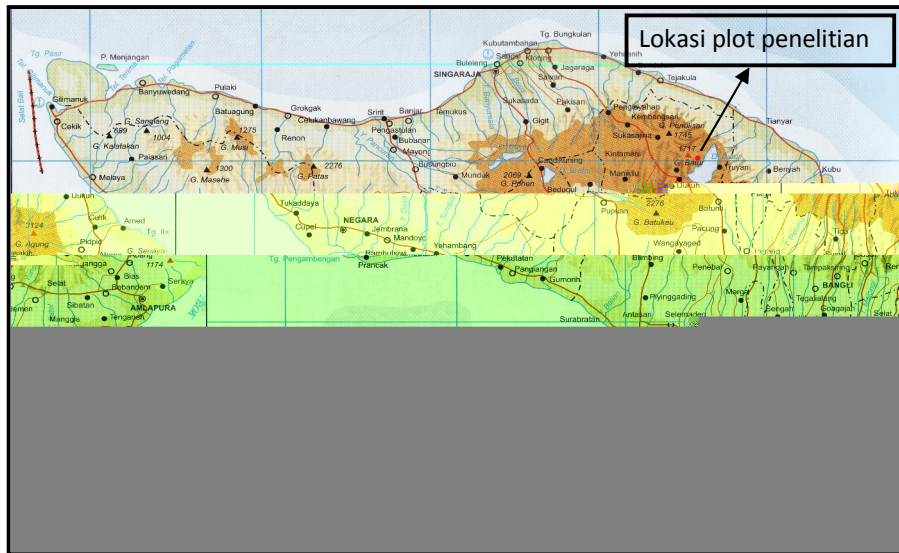
II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada tahun 2008, di lahan bekas letusan Gunung Batur, yang secara administratif terletak di Desa Batur Tengah, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Propinsi Bali.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah peta-peta tematik (tanah, geologi), data iklim dan contoh tanah. Alat-alat yang digunakan antara lain adalah plastik untuk contoh tanah, spidol, ring *sample*, *double ring infiltrometer*, *thermometer*, *hygrometer*, *soil tester*, *clinometer*, GPS, pisau lapangan, meteran, mistar plastik serta alat tulis.



Gambar (Figure) 1. Lokasi penelitian di Provinsi Bali (*Research location in Bali Province*)

C. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi kondisi fisik lahan, diantaranya kondisi iklim, fisiografi daerah setempat, geologi, tanah, hidrologi dan vegetasi. Adapun cara pengumpulan dan analisis data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Iklim

Faktor iklim yang menjadi parameter karakteristik lahan di Gunung Batur adalah curah hujan, tipe iklim, suhu dan kelembaban udara.

- a. Data curah hujan adalah data hujan bulanan Stasiun Kintamani dari tahun 1989-2009 yang diperoleh dari Balai Besar Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar. Data ini menggambarkan besarnya curah hujan bulanan dan kecenderungan hujan di Gunung Batur.
- b. Tipe iklim adalah data hasil klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson (1951) yang didasarkan pada perbandingan rata-rata bulan kering dan bulan basah. Adapun kriterianya dapat dilihat pada Tabel 1.
- c. Data suhu diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran suhu sesaat dengan menggunakan thermometer. Pengukuran

dilakukan pada tiga periode waktu yaitu pukul 08.00 WITA, 12.00 WITA dan 16.00 WITA, masing-masing periode waktu diwakili oleh dua pengukuran yaitu menggunakan termometer digital dan termometer manual.

- d. Data kelembaban udara diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran dengan menggunakan hygrometer. Pengukuran dilakukan pada tiga periode waktu yaitu pukul 08.00 WITA, 12.00 WITA dan 16.00 WITA, masing-masing satu kali intensitas pengukuran.

2. Fisiologi dan Geologi

Fisiologi yang diamati berupa bentuk lahan dan topografi setempat. Data diperoleh dari interpretasi peta tematik dan pengamatan secara langsung di lapangan. Data geologi diperoleh dari interpretasi peta tematik, pengamatan secara langsung di lapangan, serta data sekunder lainnya.

3. Tanah

Data tanah yang diperlukan adalah sifat fisika dan kimia tanah. Data diperoleh dari pengambilan contoh tanah di lapangan yang kemudian dianalisis di laboratorium. Contoh tanah diambil secara acak pada tiga titik dalam setiap blok

Tabel (Table) 1. Penggolongan tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson (1951) (*Climate determination based on Schmidt and Ferguson (1951)*)

Golongan (Group)	Nilai Q (Q Value)	Kriteria (Criteria)	
A	0	< Q < 0,143	Sangat basah
B	0,143	< Q < 0,333	Basah
C	0,333	< Q < 0,600	Agak basah
D	0,600	< Q < 1,000	Sedang
E	1,000	< Q < 1,670	Agak kering
F	1,670	< Q < 3,000	Kering
G	3,000	< Q < 7,000	Sangat kering
H		Q > 7,000	Luar biasa kering

Sumber (Source): Kartasapoetra (2004)

dengan kedalaman sekitar 30 cm dari permukaan tanah. Contoh tanah yang diambil adalah contoh tanah terusik dan tidak terusik yang diambil menggunakan ring permeabilitas tanah. Sifat fisika tanah yang diamati antara lain tekstur, struktur dan permeabilitas, sedangkan sifat kimia tanah yang diamati adalah pH, N, P, K, Ca, Mg, KTK, C-org, SO₄, Fe, Zn, Cu, Mn. Selanjutnya hasil analisis tersebut dinilai sesuai dengan kriteria yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Tanah (Arsyad, 1989; Djaenuddin *et al.*, 1994; Winarso, 2005) seperti pada Lampiran 2.

4. Hidrologi

Data hidrologi yang diamati adalah kapasitas infiltrasi tanah diperoleh dengan menggunakan *double ring infiltrometer*. Pengukuran infiltrasi dilakukan secara acak pada tiga titik dalam setiap blok dengan intensitas pengukuran masing-masing tiga kali. Kapasitas infiltrasi dianalisis dengan menggunakan rumus Horton (Horton, 1939 dalam Arsyad, 1989) sebagai berikut :

$$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$$

Dimana:

f = Kapasitas infiltrasi atau laju maksimum infiltrasi pada suatu saat (cm/jam)

f_c = Kapasitas infiltrasi pada saat infiltrasi telah konstan

f_o = Kapasitas infiltrasi pada permulaan hujan

k = Konstanta

t = waktu

e = 2,71828

Selanjutnya masing-masing kapasitas infiltrasi dirata-rata kemudian dilakukan analisis deskriptif. Selain data infiltrasi, dilakukan pula pengamatan mengenai kenampakan tubuh air guna mengetahui sumber air untuk kebutuhan masyarakat setempat.

5. Vegetasi dan Penutupan Lahan

Data vegetasi dan penutupan lahan dikumpulkan dengan cara survei lapangan, yaitu dengan mengamati secara deskriptif vegetasi dan penutupan lahan dominan yang ada di lokasi penelitian. Data vegetasi yang dikumpulkan adalah jenis-jenis vegetasi yang mampu tumbuh di lokasi penelitian sedangkan data penutupan lahan yang dikumpulkan adalah jenis penutupan lahan dan penggunaan tanah di lokasi penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Iklim

1. Curah Hujan

Hasil analisis curah hujan bulanan tahun 1989-2009 diperoleh bahwa rata-rata curah hujan bulanan di Kintamani adalah 147,49 mm. Bulan basah terjadi pada Nopember sampai April. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson daerah penelitian termasuk tipe iklim E (agak kering) dengan nilai Q=1,143. Iklim yang agak kering ini menyebabkan kurangnya sumber mata air di lokasi pe-

nelitian. Akibat lain adalah vegetasi yang mampu tumbuh di lokasi penelitian sangat terbatas, yaitu hanya vegetasi yang mampu bertahan dalam keterbatasan sumber air. Dari data hujan yang diperoleh, hampir sepanjang tahun terjadi hujan. Curah hujan terbesar terjadi pada bulan Januari 2003 yaitu sebesar 1.571 mm. Data hujan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Rata-rata curah hujan tahunan adalah 1750,9 mm. Curah hujan tahunan mempunyai kecenderungan menurun dengan persamaan $y = -1,079x^3 + 31,01x^2 - 241,1x + 2256$ dengan tingkat korelasi 0,259 seperti yang terdapat pada Gambar 2.

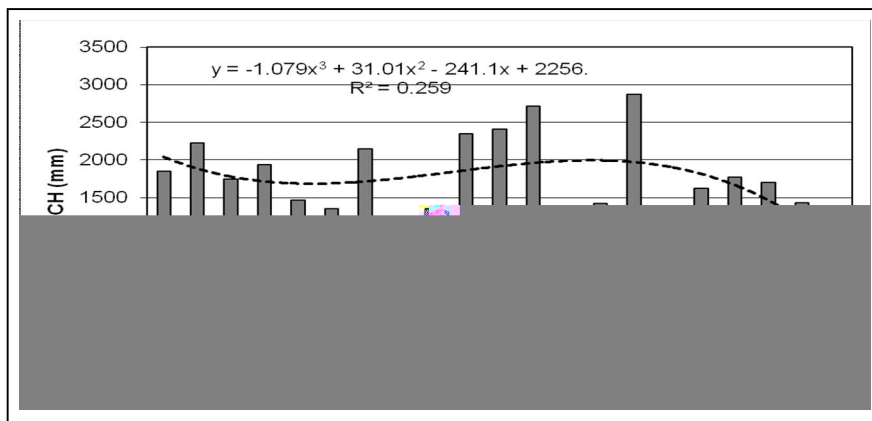
2. Suhu Udara

Suhu udara diperoleh dari pencatatan suhu di lokasi penelitian yang dilakukan pada empat titik pengamatan. Hasil analisis suhu diperoleh bahwa suhu rata-rata di daerah penelitian adalah 23,9 °C. Hasil

pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2. Suhu udara di lokasi penelitian termasuk sedang dan sejuk. Kondisi ini antara lain dipengaruhi oleh letak lokasi penelitian yang berada pada ketinggian sekitar 900 m dpl.

3. Kelembaban Udara

Kelembaban udara diperoleh dari pencatatan kelembaban di lokasi penelitian yang dilakukan pada empat titik pengamatan. Hasil analisis kelembaban udara diperoleh bahwa kelembaban rata-rata di daerah penelitian adalah 68,1%. Hasil pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3. Kelembaban udara di lokasi penelitian termasuk sedang (Kartasapoetra, 2004). Kelembaban ini sangat cocok untuk pengembangan tanaman sayur-sayuran karena tidak menyebabkan sayuran cepat busuk akibat pertumbuhan cendawan yang biasanya tumbuh subur pada daerah-daerah yang mempunyai kelembaban udara tinggi.



Gambar (Figure) 2. Kecenderungan curah hujan tahunan di Stasiun Kintamani (Trend of annual rainfall in Kintamani station)

Tabel (Table) 2. Hasil pengukuran suhu udara sesaat di lokasi penelitian (Result of insidental air temperature measurement in research area)

Lokasi (Location)	Suhu udara (Air temperature) (°C)			Rata-rata (Average)
	P ₁	P ₂	P ₃	
1	24,8	24,8	24,8	24,8
2	25,5	25,5	26,3	25,8
3	24,8	24,0	23,8	24,2
4	21,5	21,8	21,8	21,7
Rata-rata (Average)	24,1	24,0	24,1	23,9

Keterangan (Remark): P₁= Pengukuran pada pukul 08.00 (Measurement at 08.00); P₂= pPengukuran pada pukul 12.00 (Measurement at 12.00); P₃ = Pengukuran pada pukul 16.00 (Measurement at 16.00)

Tabel (Table) 3. Hasil pengukuran kelembaban udara sesaat di lokasi penelitian (*Result of Insidental air humidity measurement in research area*)

Lokasi (<i>Location</i>)	Kelembaban udara (<i>Air humidity</i>) (%)			Rata-rata (<i>Average</i>)
	P ₁	P ₂	P ₃	
1	64,0	68,0	71,0	67,7
2	58,0	55,0	56,0	56,3
3	68,0	68,0	69,5	68,5
4	78,0	81,0	81,0	80,0
Rata-rata (<i>Average</i>)	67,0	68,0	69,4	68,1

Keterangan (*Remark*): P₁ = Pengukuran pada pukul 08:00 (*Measurement at 08:00*), P₂ = Pengukuran pada pukul 12:00 (*Measurement at 12:00*) P₃= Pengukuran pada pukul 16:00 (*Measurement at 16:00*)

4. Fisiologi dan Geologi

Berdasarkan interpretasi peta geomorfologi Indonesia, kawasan Gunung Batur termasuk dalam tipe bentuk lahan asal vulkanik. Beberapa bentukan asal vulkanik yang dapat dijumpai antara lain adalah kerucut vulkanik, kawah vulkanik dan medan lava. Sebagian besar daerah yang menjadi lokasi penelitian berada pada bentukan asal vulkanik yang berupa medan lava. Bentukan lahan asal vulkanik tersebut tersusun atas batuan vulkanik seperti batuan ignimbrit, basalt, breksi vulkanik dan andesit (Badan Pengelola Gunung Api Batur, 2009). Jenis-jenis batuan tersebut mengandung mineral silikat yang bernama piroxin. Jenis kation yang terdapat dalam mineral piroxin antara lain Ca, Mg, Fe, silikat besi, silikat aluminium, serta Mn. Kation-kation ini akan mempengaruhi sifat-sifat kimia tanah (Darmawijaya, 1997). Singkapan batuan yang ada di lokasi penelitian sangat dominan, yaitu 90% lahan telah tertutup oleh batuan vulkanik yang berasal dari lava yang membeku akibat letusan Gunung Batur. Berdasarkan Peta Geologi Kaldera Batur, lokasi penelitian berada pada leran lava tahun 1888 (Badan Pengelola Gunung Api Batur, 2009). Leleran yang membeku membentuk batuan jenis *andesite basaltic* berwarna abu-abu sampai abu-abu kehitaman, bersifat masif dan sebagian vesikuler dengan bentuk permukaannya tidak teratur dan sko-

rian, mengandung 35% plagioklas (<2 mm), olivin dan klinopiroksin dengan banyak butiran oksida besi. Ketebalannya mencapai 3-10 m. Kondisi ini dapat menjadi kendala bagi kegiatan rehabilitasi yang akan dilakukan di lokasi penelitian.

5. Tanah

Berdasarkan interpretasi peta tanah Bali, jenis tanah di kawasan Gunung Batur adalah entisol. Jenis tanah ini merupakan tanah yang baru terbentuk yang dicirikan oleh belum adanya pembentukan horizon mineral secara nyata (Darmawijaya, 1997). Hasil analisis contoh tanah di lokasi penelitian menunjukkan bahwa tekstur tanah didominasi oleh pasir dengan persentase 82-94,5%. Tekstur tanah ini berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam menyimpan air karena butiran tunggalnya tidak mampu mengikat air. Salah satunya ditunjukkan oleh permeabilitas tanah di lokasi penelitian menjadi cepat, yaitu berkisar 310,8-411,8 cm/jam. Permeabilitas tanah yang cepat mengakibatkan air cepat lolos dan tidak sempat terserap oleh akar tanaman sehingga kebutuhan air bagi tanaman tidak dapat tercukupi. Dari sisi kesuburan tanah, secara umum dapat dikatakan bahwa tanah di lokasi penelitian mempunyai kesuburan yang rendah. Hasil analisis sifat kimia tanah dapat dilihat bahwa hampir semua unsur yang dianalisis (C-org, P, S, Ca, Na, K, Mg, Fe, Cu, Mn, KTK) mempunyai harkat rendah dan

sangat rendah. Unsur yang mempunyai harkat sedang adalah K, baik K potensial maupun K dapat ditukar. Unsur yang mempunyai harkat sangat tinggi hanya P (Bray). Nilai yang sangat tinggi juga tidak baik karena akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Adapun hasil analisis sifat-sifat tanah selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

6. Hidrologi

Salah satu parameter hidrologi yang dianalisis adalah kapasitas infiltrasi. Infiltrasi merupakan peristiwa masuknya air ke dalam tanah (Arsyad, 1989). Laju infiltrasi dipengaruhi oleh kapasitas infiltrasi dan laju penyediaan air. Hasil analisis kapasitas infiltrasi di lokasi penelitian yang dilakukan pada empat titik pengamatan diperoleh nilai 36 cm/jam sampai 164 cm/jam dengan rata-rata 108 cm/jam. Nilai tersebut dapat diartikan bahwa kapasitas infiltrasi di lokasi penelitian termasuk sangat cepat. Kapasitas infil-

trasi yang sangat cepat ini biasanya berada pada tanah-tanah bertekstur pasir. Hal ini sesuai dengan hasil analisis tanah di lokasi penelitian, dimana tekstur tanahnya adalah pasir dan pasir berlempung. Hasil analisis kapasitas infiltrasi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Lokasi penelitian berada di lereng gunung, namun pada lokasi penelitian tidak dijumpai adanya mata air yang dapat menjadi sumber air bagi masyarakat. Mata air hanya dijumpai di sekitar danau yang berada tidak jauh dari lokasi penelitian. Suplai kebutuhan air bagi masyarakat di sekitar lokasi penelitian sebagian besar dipenuhi dari air danau, baik untuk mandi, mencuci, juga untuk menyiram lahan pertaniannya. Mata air yang ada di sekitar danau juga dipergunakan untuk berbagai keperluan, seperti mandi dan memasak. Mata air tersebut muncul dari celah-celah batuan di pinggir danau. Mata air yang ada adalah mata air panas dan

Tabel (Table) 4. Hasil analisis sifat-sifat tanah di lokasi penelitian (*Some important soil physical and chemical characteristics in the research site*)

Sifat (Characteristic)	Kode Sampel (Sample code)							
	1		2		3		4	
	Nilai (Value)	Harkat (Category)	Nilai (Value)	Harkat (Category)	Nilai (Value)	Harkat (Category)	Nilai (Value)	Harkat (Category)
Kimia tanah (Soil chemical)								
pH	6.6	Netral	6.7	netral	6.4	agak masam	6.6	netral
N Total (%)	0.0	sangat rendah	0.1	sangat rendah	0.1	sangat rendah	0.0	sangat rendah
C-org (%)	0.2	sangat rendah	0.7	sangat rendah	0.5	sangat rendah	0.3	sangat rendah
K-pot (mg/100g)	21.2	sedang	20.6	sedang	58.8	tinggi	23.2	sedang
P-Bray (ppm)	57.7	tinggi	63.5	sangat tinggi	86.2	sangat tinggi	55.2	tinggi
K-dd (cmol/kg)	0.5	sedang	0.3	sedang	0.4	sedang	0.1	sangat rendah
Na-dd (cmol/kg)	0.2	rendah	0.3	rendah	0.4	sedang	0.2	rendah
Ca-dd (cmol/kg)	0.1	sangat rendah	0.2	sangat rendah	0.2	sangat rendah	0.1	sangat rendah
Mg-dd (cmol/kg)	0.0	sangat rendah	0.0	sangat rendah	0.0	sangat rendah	0.0	sangat rendah
KTK (cmol/kg)	7.2	rendah	7.4	rendah	9.0	rendah	4.0	sangat rendah
SO ₄ (ppm)	1.7	sangat rendah	2.0	sangat rendah	2.4	sangat rendah	4.4	sangat rendah
Cu (ppm)	0.4	sangat rendah	1.7	sangat rendah	1.1	sangat rendah	2.0	sangat rendah
Mn (ppm)	0.0	sangat rendah	0.1	sangat rendah	0.0	sangat rendah	0.3	sangat rendah
Zn (ppm)	2.9	sangat rendah	2.9	sangat rendah	2.0	sangat rendah	1.6	sangat rendah
Fe (ppm)	15.0	sangat rendah	15.5	sangat rendah	16.7	sangat rendah	18.4	sangat rendah
Fisika tanah (Soil physical)								
Permeabilitas (cm/jam)	411.8	cepat	400.5	cepat	391.2	cepat	310.8	cepat
Tekstur	pasir	kasar	pasir	kasar	pasir berlempung	kasar	pasir	kasar

Tabel (Table) 5. Hasil pengukuran kapasitas infiltrasi di lokasi penelitian (*Infiltration capacity in the research site*)

Lokasi (<i>Location</i>)	P ₁ (cm/jam)	P ₂ (cm/jam)	P ₃ (cm/jam)	Rata-rata (<i>Average</i>)
1	72	108	90	90
2	144	144	144	144
3	180	144	162	162
4	36	36	36	36
Rata-rata (<i>Average</i>)	108	108	108	108

Keterangan (*Remark*): P₁ = Pengukuran pertama (*First measurement*); P₂ = Pengukuran kedua (*Second measurement*); P₃ = Pengukuran ketiga (*Third measurement*).

dan mata air dingin. Sumber mata air panas banyak dipergunakan untuk tempat pemandian umum yang pada musim-musim tertentu banyak dikunjungi oleh wisatawan, baik dalam maupun luar negeri.

7. Vegetasi dan Penutup Lahan

Vegetasi yang ada di Kintamani sebagian besar di dominasi oleh tusam (*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese), ampupu (*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake), mahoni (*Swietenia macrophylla* King), sengon (*Paraserienthis falcataria* (L.)I.C. Nielsen), sonokeling (*Dalbergia latifolia* Roxb.), akasia (*Acacia decurens* Willd.) dan segawe (*Adenantha paronina* L.). Hal ini hampir sama dengan vegetasi yang dijumpai pada hutan tropis dataran tinggi bervegetasi jarang lainnya yang terdapat di Pulau Bali seperti pada Gunung Agung (BPKH Wilayah VIII, 2011). Sedangkan vegetasi atau tanaman yang banyak ditanam penduduk adalah jenis tanaman sayur-sayuran dan pertanian, seperti cabe, kol, bawang merah, tomat dan kacang merah. Masyarakat banyak yang memanfaatkan lahan di lereng-lereng pegunungan sebagai lahan pertanian dengan cara mengangkat batu-batu yang ada di atasnya kemudian menambahkan pupuk dan tanah. Penyiraman dilakukan sehari dua kali dengan cara menyedot air danau yang ada di bawahnya dan menyalurkannya melalui pipa-pipa panjang menuju ke atas lereng. Sisa batuan yang diangkat dari lahan pertanian digunakan sebagai pembatas lahan serta sebagian lagi digunakan sebagai

teras-teras penguat. Pola pemanfaatan lahan yang demikian mempunyai nilai lebih, di antaranya lahan-lahan pertanian yang telah ditinggalkan mempunyai tanah yang relatif lebih tebal dan kesuburan lebih baik dibanding lahan yang belum pernah digunakan. Namun demikian, di sisi lain, penggunaan pupuk yang berlebihan dan diiringi penyiraman yang kontinyu menyebabkan danau mengalami *eutrofikasi* yang berasal dari penggelontoran pupuk pada lahan pertanian yang masuk ke danau. Kondisi ini apabila dibiarkan akan menyebabkan pendangkalan air danau dan akibat lebih lanjut adalah terganggunya kemampuan danau dalam mencukupi kebutuhan air masyarakat sekitarnya.

8. Implikasi Hasil Penelitian

Hasil identifikasi karakteristik lahan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa ada beberapa keterbatasan biofisik yang menjadikan lokasi penelitian sulit untuk dilakukan rehabilitasi hutan dan lahan secara vegetatif. Kondisi iklim dengan tipe E (agak kering) dengan curah hujan rata-rata tahunan 1750,9 mm menyebabkan kurangnya ketersediaan air bagi tanaman. Hal ini perlu diantisipasi dengan pemilihan teknik-teknik penanaman yang inovatif, misalnya menggunakan sistem penyiraman tetes atau menggunakan hidrogel. Kondisi biofisik di lokasi penelitian yang didominasi oleh lahan berbatu dan tanah berpasir menyebabkan jenis vegetasi yang mampu beradaptasi sangat

terbatas, sehingga diperlukan pemilihan jenis yang tepat. Selain itu, untuk memperbaiki tekstur tanah dan mempercepat pembentukan struktur tanah, perlu dilakukan penambahan lapisan tanah atas. Suhu rata-rata yang termasuk dalam kategori sejuk (23,9 °C) dan kelembaban udara yang sedang (68,1 %) sangat cocok untuk jenis tanaman sayur-sayuran sehingga untuk kawasan hutan dapat dikembangkan rehabilitasi lahan dengan pola agroforestri. Tanaman keras yang akan ditanam dapat dikombinasikan dengan berbagai jenis tanaman sayuran dengan cara tumpang sari, acak, memben-tuk lorong, atau sebagai pembatas lahan.

Sistem agroforestri merupakan salah satu solusi untuk mengatasi ketidaksuburan tanah di lokasi penelitian. Menurut Young (1997, dalam Suprayogo *et al.*, 2003), ada empat keuntungan penerapan sistem agroforestri terhadap tanah, yaitu memperbaiki kesuburan tanah, menekan terjadinya erosi, mencegah perkembangan hama dan penyakit, dan menekan populasi gulma. Peran utama agroforestri dalam mempertahankan kesuburan tanah, antara lain melalui empat mekanisme yaitu mempertahankan kandungan bahan organik tanah, mengurangi kehilangan hara ke lapisan tanah bawah, menambah N dari hasil penambatan N bebas dari udara, dan memperbaiki sifat fisik tanah. Perbaikan kesuburan tanah di lokasi penelitian juga dapat dilakukan dengan menambahkan pupuk organik atau anorganik. Pupuk organik mempunyai keunggulan yaitu kandungan haranya lebih lengkap meskipun relatif lambat larut dan kadarnya rendah (Winarso, 2005). Pupuk anorganik mempunyai keunggulan yaitu dapat diatur sedemikian rupa sesuai kebutuhan jenis hara yang dibutuhkan tanaman. Pemeliharaan kesetimbangan hara dalam tanah dapat dilakukan dengan meng-kombinasikan pupuk organik dengan pupuk anorganik.

Selain penggunaan pupuk, penggunaan mulsa pada lahan pertanian juga dapat membantu memperbaiki kesuburan tanah. Pemilihan jenis tanaman yang hasil pangkasannya dapat digunakan sebagai mulsa akan menjaga kelembaban tanah sehingga mikroorganisme dalam tanah akan tetap hidup dan tanah lebih cepat terbentuk struktur yang mampu mengikat air dan unsur hara. Jenis tanaman yang dipilih untuk diterapkan di lokasi penelitian hendaknya juga memperhatikan jenis-jenis yang mampu beradaptasi di lokasi penelitian. Salah satu jenis yang banyak tumbuh adalah kaliandra bunga merah (*Calliandra calothyrsus*). Pada sebaran alaminya, tanaman ini tumbuh pada ketinggian 0-1860 m dpl dengan rerata curah hujan tahunan 1.000-4.000 mm, rerata suhu minimum tahunan 18-22°C. Selain itu tanaman ini juga toleran terhadap berbagai jenis tanah termasuk tanah masam dengan pH 4,5. Akan tetapi *C. Calothyrsus* tidak toleran terhadap tanah tergenang. Kondisi ini sangat sesuai dengan daerah penelitian yang berada pada ketinggian 1.050 m dpl, curah hujan tahunan 1.750,9 mm dan suhu udara rata-rata 23,9°C, pH tanah netral dan tanah yang porous.

Pemanfaatan daun kaliandra sebagai hijauan pakan ternak telah banyak dilakukan, umumnya petani yang berada di areal kawasan kehutanan atau perkebunan. Peternak umumnya memberikan daun kaliandra dalam bentuk segar karena lebih disukai ternak, tetapi kadangkala dilayukan dahulu untuk menurunkan kadar tanninnya. Daun kaliandra merupakan protein baik bagi ternak ruminansia karena mengandung 20-25% protein kasar yang sangat bermanfaat bagi peningkatan produktivitas ternak. Selain digunakan sebagai hijauan pakan ternak, kaliandra juga banyak dimanfaatkan sebagai kayu bakar, produksi lebah madu, dan untuk konservasi lahan marginal. Kebanyakan tanaman kaliandra dimanfaatkan sebagai

tanaman untuk konservasi tanah marginal seperti tepi sungai, hutan, jalan, atau daerah lahan kritis yang ditumbuhi alang-alang (Herdiawan *et al.*, 2005; ICRAF/Winrock, 2000). Dengan pertimbangan tersebut maka kaliandra dipilih sebagai salah satu tanaman reboisasi di lokasi penelitian.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Lahan bekas letusan Gunung Batur mempunyai karakteristik yang relatif berat untuk keperluan rehabilitasi lahan, yaitu iklim yang kering dengan curah hujan rata-rata tahunan 1.750,9 mm, tanah kurang subur, dominan batuan serta potensi sumberdaya air terbatas. Upaya rehabilitasi lahan membutuhkan berbagai macam perbaikan karakteristik lahan, diantaranya adalah penyediaan sumber air atau pemakaian teknologi untuk mengatasi kekurangan air pada tanaman, penambahan pupuk untuk memperbaiki kesuburan tanah, serta pemilihan jenis tanaman yang sesuai dengan kondisi biofisik di lokasi penelitian.

B. Saran

Untuk menunjang upaya rehabilitasi lahan bekas letusan Gunung Batur beberapa teknologi rehabilitasi yang dapat diaplikasikan untuk memperbaiki karakteristik lahan, diantaranya adalah aplikasi pupuk organik guna meningkatkan ketersediaan hara tanah dan air, serta penggunaan bibit bermikoriza untuk menunjang kemampuan hidup dan penyerapan hara oleh tanaman terutama pada masa awal pertumbuhan dan pengembangan sistem *agroforestry*.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, T. S. (1992). *Survei tanah dan evaluasi lahan* (p.274). Jakarta: Penebar Swadaya.

- Arsyad, S. (1989). *Konservasi tanah dan air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pengelola Gunung Api Batur. (2009). *Volcano talks : Museum Gunung Api Batur*. Bali.
- Bappeda Provinsi Bali. (2009). *Peta tingkat kekritisian lahan wilayah Provinsi Bali Tahun 2008*. Bali.
- BPKH Wilayah VIII. (2011). *Kawasan hutan di Bali dan NTB*. Retrieved 9 Agustus 2011 from <http://www.bpkh8.net>.
- Darmawijaya, I. M. (1997). *Klasifikasi tanah, dasar teori bagi peneliti tanah dan pelaksana pertanian di Indonesia* (cetakan ketiga, p.411). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Djaenuddin, D., Basuni, S., Hardjowigeno, H.Subagyo, M.Sukardi, Ismanungun, & *et al.* (1994). *Kesesuaian lahan untuk tanaman pertanian dan tanaman kehutanan. Laporan Teknis No. 7, Ver.1.0, LREP II*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Hardjowigeno, S., & Widiatmaka. (2007). *Evaluasi kesesuaian lahan dan perencanaan tata guna tanah (pp 352)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herdiawan, I., A.Fanindi, & A.Semali. (2008, Maret 13). Karakteristik dan pemanfaatan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) (pp 140-147). *Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak Bogor : 16 September 2005*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Retrieved from <http://balitnak.litbang.dep-tan.go.id>
- ICRAF/Winrock. (2000). *Lokakarya Produksi Benih dan Pemanfaatan Kaliandra*. Bogor: ICRAF/Winrock.
- Kartasapoetra, A. G. (2004). *Klimatologi: pengaruh iklim terhadap tanah dan tanaman. Edisi Revisi*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

- Schmidt, F. H., & J.H.A.Ferguson. (1951). *Rainfall type Based on wet and dry period ratio for Indonesia with Western New Guinea Verh. No.42*. Jakarta: Jawatan Meteorologi dan Geofisika.
- Setiawan, O., & R.Nandini. (2006). Studi biofisik dan sosial ekonomi masyarakat dalam rangka memantapkan pengelolaan DAS Rongkong. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, III(4):401-419.
- Suprayogo, D., K.Hairiah, N.Wijayanto, Sunaryo, & M.Noordwijk. (2003). *Peran agroforestri pada skala plot: analisis komponen agroforestri sebagai kunci keberhasilan atau kegagalan pemanfaatan lahan Indonesia*. Bogor: ICRAF, Southeast Asia Regional Office.
- Winarso. (2005). *Kesuburan tanah dasar kesehatan dan kualitas tanah (p. 269)*. Jogjakarta: Penerbit Gaya Media.
- Yuwono, S. B. (2003). Makalah Pengantar Filsafat Sains Program Pasca Sarjana IPB. *Karakteristik biofisik kawasan hutan register 19 Gunung Betung sebagai sumber air kota Bandar Lampung*. Bogor: Pasca Sarjana IPB.

Lampiran (*Appendix*) 1. Data hujan bulanan Stasiun Kintamani tahun 1989-2009 (*Monthly rainfall data from Kintamani station in 1989-2009*)

Tahun (Year)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Total	Bulan basah (Wet month)	Bulan kering (Dry month)
1989	162	324	244	203	69	159	69	55	0	22	121	421	1849	7	3
1990	425	226	727	164	85	22	8	11	2	39	173	346	2228	6	5
1991	335	621	42	276	10	0	35	1	0	21	338	64	1743	4	7
1992	359	601	290	233	24	19	31	28	50	28	94	184	1941	5	6
1993	414	285	281	151	33	36	0	0	5	15	30	219	1469	5	7
1994	560	292	260	17	48	0	15	0	0	0	24	139	1355	4	8
1995	583	450	359	179	29	72	4	1	31	34	191	212	2145	6	5
1996	258	177	141	82	8	13	0	11	3	3	141	367	1204	5	6
1997	197	746	66	99	23	28	0	0	0	0	0	197	1356	3	7
1998	182	458	263	174	80	15	82	54	113	191	260	477	2349	8	2
1999	506	526	220	470	0	16	0	0	0	38	105	525	2406	6	6
2000	1121	348	3	350	272	94	0	0	0	148	264	118	2718	7	4
2001	258	334	303	258	10	39	47	11	15	35	20	61	1391	4	7
2002	323	582	113	70	0	0	0	0	0	0	87	252	1427	4	6
2003	1571	538	258	41	42	0	0	0	0	8	110	306	2874	5	7
2004	276	292	247	27	77	5	25	0	8	0	85	61	1103	3	6
2005	149	159	288	220	64	30	19	32	2	86	301	275	1625	6	4
2006	426	527	305	135	187	6	4	0	0	0	14	165	1769	6	6
2007	232	249	823	228	0	69	10	5	0	20	46	16	1698	4	7
2008	85	516	205	139	56	0	9	0	0	17	118	284	1429	5	6
2009	180	298	90	78	46	0	0	0	0				691.5	2	5
Jml (Sum)	8602	8549	5528	3594	1163	623	358	209	229	705	2522	4689	36771	105	120
Rata- rata (Avg)	409,6	407,1	263,2	171,1	55,4	29,7	17,0	10,0	10,9	35,3	126,1	234,5	14749	5	5.71

Lampiran (*Appendix*) 2. Kriteria penilaian sifat-sifat kimia tanah (*Criteria of soil chemical characteristic evaluation*)

Sifat tanah (<i>Soil characteristic</i>)	Harkat (<i>Category</i>)				
	Sangat rendah (<i>Very low</i>)	Rendah (<i>Low</i>)	Sedang (<i>Moderate</i>)	Tinggi (<i>High</i>)	Sangat tinggi (<i>Very high</i>)
Sifat kimia tanah (<i>Soil chemical characteristic</i>)					
C-organik (%) [*]	< 1	1-2	2,01-3	3,01-5	> 5
N total (%) [*]	< 0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	> 0,75
P ₂ O ₅ Bray 1 (ppm) [*]	< 10	10-20	21-40	41-60	> 60
K ₂ O HCl 25% (me/100g) [*]	< 10	10-20	21-40	41-60	> 60
KTK (me/100g) [*]	< 5	5-16	17-24	25-40	> 40
K (me/100g) [*]	< 0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-1,0	> 1,0
Na (me/100g) [*]	< 0,1	0,1- 0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	> 1,0
Mg (me/100g) [*]	< 0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	> 8,0
Ca (me/100g) [*]	< 2	2-5	6-10	11-20	> 20
KB (%) [*]	< 20	20-35	36-50	51-70	> 70
pH H ₂ O [*]	< 4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5
(Sangat masam)	(Masam)	(Agak masam)	(Netral)	(Agak alkalis)	(Alkalis)
S (ppm) ^{**}			100-2.000		
Fe (ppm) ^{**}			5.000-50.000		
Mn (ppm) ^{**}			200-10.000		
Zn (ppm) ^{**}			10-250		
Cu (ppm) ^{**}			5-150		
Sifat fisika tanah (<i>Soil physical characteristic</i>)					
Permeabilitas ^{***}	< 0,5 (Lambat)	0,5-2 (Agak lambat)	2-6,25 (Sedang)	6,25-12,5 (Agak cepat)	> 12,5 (Cepat)
Tekstur tanah ^{***}	SC, SiC, C (Halus)	SCL, CL, SiCL (Agak halus)	L, SiL, Si (Sedang)	SL (Agak kasar)	S, LS (Kasar)

Sumber (*Source*): ^{*} Djaenuddin (1994) ; ^{**} Winarso (2005); ^{***} Arsyad (1989)