

**TINGKAT KETAHANAN DAN PROSES REGENERASI VEGETASI  
SETELAH LETUSAN GUNUNG MERAPI**  
*(Survival Rates and Regeneration Process of Vegetation After  
the Eruption of Mount Merapi)*

**Suryo Hardiwinoto, Setyawan Pudyatmoko dan Sambas Sabarnurdin**

Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

**Abstrak**

Letusan Gunung Merapi pada tanggal 22 November 1994 telah menimbulkan awan panas dan kebakaran hutan yang mengakibatkan kerusakan vegetasi di Hutan Lindung Kaliurang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan dan kemampuan regenerasi alamiah vegetasi satu tahun setelah terjadi bencana awan panas tersebut. Dalam studi ini vegetasi diklasifikasikan menjadi empat tingkatan, yaitu: tingkat pohon, tiang, sapihan dan semai. Analisis vegetasi yang terdapat pada kawasan hutan yang terkena awan panas dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter ekologi, yaitu kerapatan, frekuensi, dominasi dan nilai penting.

Bencana tersebut mengakibatkan sebagian besar (66%) vegetasi tingkat pohon mati. *Pinus merkusii* yang merupakan jenis dominan ternyata mempunyai tingkat ketahanan sangat rendah, yaitu hanya 4.26%. Jenis-jenis lain yang mempunyai tingkat ketahanan rendah adalah: *Altingia excelsa* (28.57%), *Erythrina vareigata* (10.00%), *Acacia decurrens* (0.00%), *Albizia chinensis* (0.00%) dan *Calliandra calothyrsus* (0.00%). Jenis-jenis yang mempunyai tingkat ketahanan cukup tinggi adalah *Schima walichii* (78.95%), *Agathis alba* (76.92%) dan *Cinchona succirubra* (57.14%). Vegetasi tingkat tiang ternyata didominasi oleh jenis-jenis yang mempunyai tingkat ketahanan cukup tinggi, yaitu: *Schima walichii* (dengan tingkat ketahanan 76.32%) dan *Cinchona succirubra* (52.17%), sehingga tingkat ketahanan vegetasi tingkat tiang ini secara umum lebih tinggi dibanding dengan vegetasi tingkat pohon, yaitu : 58.09%.

Berdasarkan indeks nilai penting vegetasi tingkat semai, maka jenis-jenis yang mempunyai kemampuan tinggi untuk mengadakan proses regenerasi secara alamiah adalah : *Calliandra calothyrsus* (INP = 71.08%), *Macaranga rhizinoides* (22.47%) dan *Acacia decurrens* (20.01%). Jenis-jenis lain yang mempunyai kemampuan regenerasi cukup tinggi adalah : *Albizia chinensis* (16.61%), *Dalbergia latifolia* (12.01%), *Albizia lebbeckoides* (11.44%), *Eugenia javanica* (10.75%), dan *Macaranga sp.* (10.34). Jenis-jenis yang mampu dengan baik untuk beradaptasi dengan lingkungan dan mampu tumbuh cepat sehingga mencapai tingkat sapihan adalah : *Acacia decurrens* (INP = 64.49%), *Macaranga rhizinoides* (29.43%), *Calliandra calothyrsus* (23.84%), *Cinchona succirubra* (12.86%) dan *Eugenia javanica* (11.05%).

**Abstract**

*Eruption of Mount Merapi on November 22, 1994 produced hot smog and forest fire which damaged vegetation of the Kaliurang protected forest areas. Survival rates and natural regeneration process of vegetation one year after the eruption were studied. In this study, vegetation were classified into four stages i.e.: tree, pole, sapling and seedling stages. The vegetation were analyzed using the parameters of relative density, relative frequency, relative dominance and important value of each species presence in the study areas.*

The disaster has caused most of the tree stages of vegetation, i.e. 66% died. *Pinus merkusii* as a dominant species had a very low survival rate; it was only 4.26%. Other species which had low survival rates were: *Altingia excelsa* (28.57%), *Erythrina vareigata* (10.00%), *Acacia decurrens* (0.00%), *Albizia chinensis* (0.00%) and *Calliandra callothyrsus* (0.00%). Species with high survival rates were *Schima walichii* (78.95%), *Agathis alba* (76.92%) and *Cinchona succirubra* (57.14%). Since pole stage vegetation were dominated by species with high survival rates, i.e. : *Schima walichii* (with survival rate of 76.32%) and *Cinchona succirubra* (52.17%); the survival rate of this vegetation stage was generally higher than that of tree stage vegetation, i.e. 58.09%.

Based on the important values of the seedling stage of vegetation, it was found that species which have high ability to regenerate naturally were: *Calliandra callothyrsus* (important value = 71.08%), *Macaranga rhizinoides* (22.47%) and *Acacia decurrens* (20.01%). Other species having high enough ability of regenerating naturally were *Albizia chinensis* (16.61%), *Dalbergia latifolia* (12.01%), *Albizia lebbeckoides* (11.44%), *Eugenia javanica* (10.75%), and *Macaranga sp.* (10.34). The species which enable to adapt with new environment conditions and grow fast, shown by their ability to reach sapling stage vegetation were: *Acacia decurrens* (INP = 64.49%), *Macaranga rhizinoides* (29.43%), *Calliandra callothyrsus* (23.84%), *Cinchona succirubra* (12.86%) and *Eugenia javanica* (11.05%).

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar belakang

Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki hutan dengan berbagai fungsi, yaitu hutan lindung, hutan produksi dan hutan suaka alam. Hutan lindung diartikan sebagai kawasan hutan yang karena sifat alamnya difungsikan sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi serta pemelihara kesuburan tanah (Anonim, 1967). Hutan Lindung Kaliurang meliputi areal seluas 1.510,3 Ha yang terletak di lereng sebelah selatan gunung Merapi. Dalam perkembangannya, sebagian hutan Kaliurang di kawasan Plawangan Turgo ditetapkan sebagai Cagar Alam seluas 198,5 Ha dan Taman Wisata seluas 30 Ha (Anonim, 1995). Suatu kawasan hutan yang tujuan utamanya sebagai kawasan perlindungan sumber daya alam hayati atau sebagai kawasan perlindungan sistem tata-air; maka akan hanya sedikit sekali memerlukan tindakan pengelolaan, atau bahkan pilihan tindakan mamajemen yang terbaik adalah dengan membiarkan tegakan tersebut secara alamiah seperti keadaan aslinya (Nyland, 1996). Sungguhpun demikian, apabila sumber daya alam hutan tersebut mengalami suatu kerusakan vegetasi besar, misalnya karena adanya bencana alam, maka upaya-upaya

untuk merehabilitasi kawasan tersebut perlu dilakukan.

Bencana alam merupakan fenomena alam yang dapat mengganggu keberadaan sumber daya hutan. Bencana alam yang dapat menimbulkan kerusakan Hutan Lindung Kaliurang bermacam-macam, antara lain: angin kencang, tanah longsor, banjir lahar panas dan dingin serta kebakaran hutan akibat awan panas. Angin kencang yang terjadi di kawasan Hutan Lindung Kaliurang selain menumbangkan pepohonan juga merusak bangunan yang ada, bahkan dapat juga mencelakakan manusia. Tanah longsor merupakan bencana alam yang cukup banyak terjadi. Sering terjadinya tanah longsor di Hutan Lindung Kaliurang ini mudah dipahami mengingat topografi lahan yang berbukit-bukit dan banyak tempat yang mempunyai lereng sangat curam.

Ancaman utama bagi Hutan Lindung Kaliurang berasal dari aktivitas Gunung Merapi yang merupakan salah satu di antara gunung api teraktif di dunia. Letusan yang cukup besar dan dahsyat terjadi pada tanggal 22 Nopember 1994. Bencana berupa kebakaran hutan hebat, terjadi karena luncuran awan panas (*wedhus gembel*) yang lewat di atasnya. Seluruh Petak di Hutan Lindung Kaliurang hampir semuanya memiliki bagian yang terkena awan panas,

kecuali Petak 7 dan 9. Letusan tersebut telah menyebabkan kerusakan dan kematian massal berbagai jenis vegetasi dalam kawasan hutan lindung. Adanya gangguan-gangguan terhadap hutan lindung dapat menyebabkan berubahnya kondisi sumber daya alam tersebut.

Suatu jenis vegetasi akan mempunyai tingkat ketahanan yang mungkin berbeda antara satu jenis dan jenis lainnya apabila terkena bencana kebakaran. Tinggi rendahnya tingkat ketahanan suatu jenis vegetasi terhadap bencana kebakaran akan bergantung pada tingkat dan jenis kebakaran serta sifat-sifat pohon atau tegakan yang bersangkutan. Ada tiga jenis kebakaran hutan yaitu kebakaran permukaan (*surface fire*), kebakaran tanah (*ground fire*) dan kebakaran tajuk (*crown fire*) yang masing-masing mempunyai kemampuan membakar berlainan (Nyland, 1996). Flint, dalam Spurr dan Barnes (1980) menjelaskan bahwa beberapa sifat pohon yang mempengaruhi tingkat ketahanan suatu jenis pohon terhadap kebakaran hutan antara lain adalah sifat dan ketebalan kulit pohon, sifat dan sistem perakaran, sifat percabangan dan tegakan, serta relatif mudah-tidaknya tajuk untuk terbakar.

Secara alamiah apabila suatu kawasan vegetasi hutan mengalami bencana alam, maka lambat laun kawasan tersebut akan mampu mengadakan suksesi. Suksesi tumbuhan merupakan rangkaian proses penggantian suatu komunitas tumbuhan oleh komunitas tumbuhan lain sesuai dengan perubahan habitatnya (Oemi dan Ibrahim, 1992). Dalam kondisi iklim makro dan tempat tumbuh tertentu, interaksi antara tanah, tumbuhan dan iklim akan membentuk suatu komunitas tumbuhan yang begitu sesuai dengan lingkungannya sehingga terbentuk suatu komunitas yang stabil yang dikenal dengan istilah klimaks (Spurr dan Barnes, 1980). Suksesi primer merupakan suatu suksesi yang dimulai dari lahan yang tidak ada vegetasinya, seperti bukit pasir pantai, aliran lava, dasar kolam, permukaan

batu atau bentuk-bentuk lainnya. Suksesi sekunder merupakan suatu suksesi yang berawal dari lahan yang sebelumnya sudah ada masyarakat tumbuhannya. Bila suatu ekosistem alamiah mendapat gangguan alam yang tidak merusak secara total tempat tumbuh organisme, maka pada ekosistem tersebut akan terjadi suksesi sekunder (Resosoedarmo *et al.*, 1990).

Proses pertumbuhan kembali vegetasi pada kawasan yang terkena bencana alam dapat berlangsung dengan cepat atau lambat tergantung kepada tingkat kerusakan yang ditimbulkan. Sebagai contoh adalah letusan yang sangat hebat dari Gunung Krakatau pada tahun 1883 yang telah menyebabkan seluruh vegetasi hancur dan mati sehingga menjadi gurun tanpa vegetasi sama sekali. Ternyata setelah 3 tahun kawasan terkena bencana tersebut mampu ditumbuhi oleh vegetasi yang didominasi oleh paku-pakuan, ditutupi oleh vegetasi tumbuhan bawah yang lebat setelah 14 tahun, dan menjadi suatu ekosistem hutan lebat setelah 23 tahun (Richards, 1952 dalam Spurr dan Barnes, 1980).

Nyland (1996) menjelaskan bahwa letusan gunung berapi yang menimbulkan kebakaran hutan, di samping dapat menimbulkan kerusakan dan kematian vegetasi juga dapat menciptakan kondisi yang sesuai bagi perkecambahan biji dan tumbuhnya anakan-anakan baru secara alamiah dari jenis-jenis yang teradaptasi terhadap api (*fire adapted species*) dan jenis-jenis awal suksesi (*early-succession species*). Proses regenerasi secara alamiah pada suatu ekosistem hutan tingkat keberhasilannya akan bergantung pada tiga hal (Daniel dkk, 1992), yaitu: ketersediaan biji yang mampu berkecambah, kondisi tempat tumbuh dan lingkungan yang sesuai sehingga biji mampu berkecambah dan tumbuh berkembang menjadi anakan pohon yang mantap. Smith (1986) mengemukakan bahwa beberapa faktor yang menentukan bagi keberhasilan permudaan secara alamiah setelah pembukaan tajuk adalah kemampuan dari

tegakan-tegakan yang berada di sekitarnya untuk menyediakan biji, dan kemampuan biji untuk tersebar pada lahan yang terbuka tersebut, serta kemampuan biji yang berada dalam lantai hutan untuk berkecambah dan tumbuh berkembang.

## B. Tujuan Penelitian

Masing-masing jenis vegetasi tentunya akan mempunyai ketahanan yang berbeda dalam menghadapi bencana alam awan panas, dan mempunyai kemampuan yang berbeda pula untuk mengadakan proses regenerasi secara alamiah setelah terkena bencana. Oleh karena itu penelitian mengenai tingkat ketahanan dan kemampuan regenerasi dari jenis-jenis vegetasi yang ada di Hutan Lindung Kaliurang setelah terkena bencana awan panas menjadi penting untuk dilaksanakan. Tujuan penelitian ini ialah untuk:

1. mengetahui tingkat ketahanan berbagai jenis vegetasi tingkat tiang dan pohon akibat adanya letusan Gunung Merapi pada tanggal 24 Nopember 1994
2. mengetahui jenis-jenis yang mampu mengadakan proses regenerasi secara alamiah setelah 1 tahun terkena bencana awan panas.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari laporan yang telah ada dilakukan untuk mengidentifikasi kawasan yang terkena dan yang tidak terkena bencana awan panas, disamping mengadakan observasi lapangan. Untuk memantau tingkat kerusakan dan kemampuan regenerasi vegetasi akibat bencana awan panas di Hutan Lindung Kaliurang telah diadakan inventarisasi vegetasi. Kegiatan ini dilakukan dengan penempatan petak ukur (PU) pada lokasi yang terkena bencana awan panas.

Vegetasi yang diamati di Hutan Lindung Kaliurang adalah vegetasi yang berhabitus pohon. Pengamatan terhadap vegetasi

berhabitus pohon dibedakan menurut tingkat-tingkat hidup yang meliputi tingkat pohon, tiang, sapihan, dan semai. Penggolongan tersebut bertujuan agar kondisi vegetasi setelah terkena bencana awan panas dapat diketahui secara utuh. Kriteria yang digunakan dalam menentukan tingkat pertumbuhan vegetasi adalah menurut Soerianegara dan Indrawan (1978), yaitu tingkat semai: vegetasi dengan tinggi kurang dari 150cm; tingkat sapihan: vegetasi dengan tinggi lebih dari 150cm dan dengan diameter setinggi dada (dbh) kurang dari 10cm; tingkat tiang: vegetasi dengan dbh antara lebih besar 10cm dan kurang dari 20cm; dan tingkat pohon: vegetasi dengan dbh lebih besar dari 20cm.

Ukuran PU untuk masing-masing tingkat pertumbuhan adalah sbb: semai 2m x 2m; sapihan 5m x 5m, tiang : 10m x 10m, dan pohon: 20m x 20m. Semua vegetasi yang ada dalam PU tersebut dikenali dan diidentifikasi nama jenisnya, kemudian diukur tinggi dan dbh-nya. Untuk mengetahui tingkat kerusakan vegetasi maka vegetasi tingkat pohon dan tingkat tiang dihitung jumlah yang masih hidup dan yang mati. Jumlah PU yang dibuat sebanyak 25 PU yang terletak di petak 1 (2 PU), petak 3 (5 PU), petak 5 (10 PU), dan petak hutan Patuk (8 PU). Pengumpulan data lapangan dilakukan dalam 2 minggu terakhir bulan Desember 1995 atau sekitar 1 tahun setelah bencana awan panas terjadi.

### B. Analisis Data

Untuk menganalisis vegetasi yang terdapat pada kawasan hutan yang terkena awan panas digunakan parameter-parameter ekologi yang dikemukakan oleh Mueller-Dombois dan Ellenberg (1974), yaitu kerapatan, frekuensi, dominasi dan nilai penting.

Dari data yang diperoleh kemudian dihitung Indeks Nilai Penting (INP) masing-masing jenis, yaitu dengan menjumlahkan  $KR + FR + DR$ , untuk tingkat tiang dan tingkat pohon. Untuk mengetahui tingkat

kerusakan akibat awan panas, maka vegetasi tingkat pohon dan tingkat tiang dihitung persentase individu yang tidak tahan terhadap awan panas (mati). INP tingkat semai dan tingkat sapihan dihitung dengan penjumlahan  $KR + FR$ . INP semai dan sapihan dijadikan sebagai indikator kemampuan suatu jenis untuk mempermuda diri (regenerasi) secara alamiah.

### III. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Ketahanan Vegetasi terhadap Bencana Awan Panas

##### 1. Vegetasi tingkat pohon

Struktur dan komposisi-vegetasi tingkat pohon yang digambarkan dalam nilai INP dari masing-masing jenis pada Hutan Lindung Kaliurang disajikan dalam Tabel 1.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pada lokasi penelitian terdapat 11 jenis vegetasi tingkat pohon dengan *Pinus merkusii* sebagai jenis yang paling dominan (INP = 93.41%). Jenis lain yang cukup mendominasi vegetasi tingkat pohon adalah : *Schima walichii*, *Albizia chinensis*, *Agathis alba*, *Erythrina vareigata*, dan *Acacia decurrens*, dengan INP berturut-turut : 71.86%, 27.84%, 21.15%, 20.57% dan 20.48%. Informasi penting lain yang dapat diperoleh dari pengamatan ini adalah diketahuinya kemelimpahan masing-masing jenis. Jenis-jenis yang didapati mempunyai kemelimpahan (INP) tinggi berarti memiliki persyaratan hidup yang sesuai dengan lokasi tumbuhnya jenis-jenis tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa jenis-jenis tersebut

mempunyai kecocokan dengan keadaan lingkungan pegunungan yang berudara dingin seperti di kawasan Hutan Lindung Kaliurang.

Pengamatan yang dilakukan terhadap vegetasi tingkat pohon merupakan pengamatan yang sangat penting. Informasi yang dapat diperoleh dari pengamatan ini adalah tingkat ketahanan jenis-jenis pohon terhadap bencana awan panas. Parameter yang digunakan untuk mengetahuinya adalah persen hidup (tingkat ketahanan) pohon setelah terkena bencana awan panas. Tingkat ketahanan dari masing-masing jenis terhadap bencana alam awan panas disajikan pada Tabel 2.

Tabel tersebut menunjukkan bahwa bencana awan panas telah banyak menimbulkan kematian vegetasi tingkat pohon, yaitu sekitar 66%. Jenis paling dominan *Pinus merkusii* ternyata merupakan jenis yang sangat tidak tahan terhadap bencana awan panas, yaitu hanya 2 pohon dari 47 pohon atau kurang dari 5% yang mampu bertahan hidup. Jenis-jenis lain yang tingkat ketahanan hidupnya rendah adalah: *Altingia excelsa* (28.57%), *Erythrina vareigata* (10.00%), *Acacia decurrens* (0.00%), *Albizia chinensis* (0.00%) dan *Calliandra calothyrsus* (0.00%). Jenis yang mempunyai tingkat ketahanan cukup tinggi adalah : *Schima walichii* (78.95%), *Agathis alba* (76.92%) dan *Cinchona succirubra* (57.14%). Dengan semakin tingginya persen hidup berarti ketahanan suatu jenis pohon terhadap bencana awan panas semakin tinggi. Data ini merupakan masukan yang sangat berharga bagi upaya rehabilitasi hutan lindung, terutama dalam hal pemilihan jenis yang akan ditanam.

**Tabel 1. Struktur dan Komposisi Vegetasi Tingkat Pohon pada Lokasi Penelitian**

No	Nama Daerah	Nama Ilmiah	DR	FR	KR	INP
1.	Pinus	<i>Pinus merkusii</i>	33.72	29.17	30.52	93.41
2.	Puspa	<i>Schima walichii</i>	22.97	22.92	25.97	71.86
3.	Sengon	<i>Albizia chinensis</i>	10.28	10.42	7.14	27.84
4.	Damar	<i>Agathis alba</i>	8.54	4.17	8.44	21.15
5.	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	5.75	8.33	6.49	20.57
6.	Soga	<i>Acacia decurrens</i>	7.87	4.17	8.44	20.48
7.	Kina	<i>Chinchona succirubra</i>	3.47	10.42	4.55	18.44
8.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i>	4.41	4.17	4.55	13.13
9.	Kaliandra	<i>Calliandra Callothyrsus</i>	1.50	2.08	1.95	5.53
10.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.96	2.08	1.30	4.34
11.	Tekik	<i>Albizia lebbeckoides</i>	0.51	2.08	0.65	3.24
	Jumlah		100.00	100.00	100.00	300.00

Keterangan :

DR : Dominasi relatif, FR: Frekuensi relatif, KR : Kerapatan relatif, INP : Indeks nilai penting

**Tabel 2. Tingkat Ketahanan Hidup (%) Vegetasi Tingkat Pohon terhadap Bencana Awan Panas**

No	Nama Daerah	Nama Ilmiah	Jumlah Individu		% Hidup
			Hidup	Mati	
1.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0	100.00
2.	Tekik	<i>Albizia lebbeckoides</i>	1	0	100.00
3.	Puspa	<i>Schima walichii</i>	30	8	78.94
4.	Damar	<i>Agathis alba</i>	10	3	76.92
5.	Kina	<i>Chinchona succirubra</i>	4	3	57.14
6.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i>	2	5	28.57
7.	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	1	9	10.00
8.	Pinus	<i>Pinus merkusii</i>	2	45	4.26
9.	Soga	<i>Acacia decurrens</i>	0	13	0.00
10.	Sengon	<i>Albizia chinensis</i>	0	11	0.00
11.	Kaliandra	<i>Calliandra callothyrsus</i>	0	3	0.00
	Jumlah		52	100	48.34

Berdasarkan beberapa observasi terhadap dua jenis *Pinus* (*white pine* dan *red pine*), Spurr dan Barnes (1980) menyebutkan bahwa apabila kebakaran hutan dapat merusak lebih dari 75 % tajuk, maka pohon tersebut akan mengalami kematian. Lebih jauh dijelaskan bahwa jenis-jenis daun jarum merupakan jenis yang paling rentan terhadap kebakaran tajuk karena daunnya yang lebih mudah terbakar dan keberadaannya di lapangan lebih cenderung untuk mengelompok dan cenderung berupa tegakan murni dibanding dengan jenis daun lebar. Letusan Gunung Merapi yang menimbulkan awas panas diduga telah menimbulkan kebakaran tajuk *Pinus merkusii* yang berakibat pada kerusakan dan kematian massal dari jenis tersebut sehingga tingkat ketahanannya menjadi sangat rendah.

Flint, dalam Spurr dan Barnes (1980) menjelaskan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan suatu jenis pohon terhadap kebakaran hutan antara lain adalah: sifat dan ketebalan kulit pohon, sifat dan sistem perakaran, sifat percabangan dan tegakan, serta relatif mudah-tidaknya tajuk terbakar. Jenis-jenis yang mempunyai tingkat ketahanan cukup tinggi pada kawasan Hutan Lindung Kaliurang diduga memang karena jenis tersebut mempunyai sifat-sifat yang mendukung untuk mampu bertahan terhadap bencana awan panas.

## 2. Vegetasi tingkat Tiang

Vegetasi tingkat tiang yang ditemukan dalam lokasi penelitian 15 jenis. Jenis-jenis yang dominan dalam tingkatan vegetasi ini adalah *Schima walichii* (INP = 99.28%), *Chinchona succirubra* (61.60%)

dan *Altingia excelsa* (29.14%). Jenis-jenis lain yang cukup dominan adalah *Erythrina vareigata*, *Pinus merkusii*, *Agathis alba*, *Acacia decurrens* dan *Caliandra calothyrsus* dengan INP berturut-turut: 16.44%, 14.69%, 11.68%, 10.78%, dan 10.71% (Tabel 3). Jenis-jenis yang dominan ini menunjukkan bahwa tumbuhan tersebut mempunyai karakter ekologi yang sesuai dengan keadaan lingkungan di Hutan Lindung Kaliurang, meskipun keberadaan jenis-jenis tersebut mungkin karena adanya intervensi kegiatan manusia yaitu dengan penanaman.

Bencana awan panas juga telah menimbulkan tingkat kematian vegetasi tiang yang cukup besar yaitu sekitar 42%. Secara keseluruhan tingkat ketahanan hidup vegetasi tingkat tiang (58%) relatif lebih tinggi dibandingkan vegetasi tingkat pohon yang mempunyai tingkat ketahanan hanya 34%. Hal ini karena vegetasi tingkat tiang ternyata didominasi oleh jenis-jenis yang cukup tahan terhadap bencana awan panas, yaitu *Schima walichii* dengan tingkat ketahanan 76.32%, *Chinchona succirubra* dengan tingkat ketahanan 52.17% dan *Altingia excelsa* dengan tingkat ketahanan 44.44%. Jenis lain yang nampaknya juga memiliki ketahanan hidup cukup tinggi terhadap bencana awan panas adalah *Dalbergia latifolia*. Pada vegetasi tingkat tiang, *Pinus merkusii*, *Erythrina vareigata*, *Agathis alba*, dan *Acacia decurrens* juga merupakan jenis-jenis yang sangat tidak tahan terhadap bencana awan panas (Tabel 4).

**Tabel 3. Struktur dan Komposisi Tegakan dari Vegetasi Tingkat Tiang**

No	Nama Daerah	Nama Ilmiah	DR	FR	KR	INP
1.	Puspa	<i>Schima walichii</i>	40.08	21.95	37.25	99.28
2.	Kina	<i>Chinchona succirubra</i>	23.44	14.63	23.53	61.60
3.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i>	8.12	12.20	8.83	29.14
4.	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	4.27	7.32	4.90	16.44
5.	Pinus	<i>Pinus merkusii</i>	3.45	7.32	3.92	14.69
6.	Damar	<i>Agathis alba</i>	3.86	4.88	2.94	11.68
7.	Soga	<i>Acacia decurrens</i>	2.96	4.88	7.32	10.78
8.	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	2.89	4.88	2.94	10.71
9.	Pasang	<i>Lithocarpus elegans</i>	3.65	2.44	2.94	9.03
10.	Awar-awar	<i>Ficus septica</i>	1.94	4.88	1.96	8.78
11.	Tekik	<i>Albizia lebbekoides</i>	0.86	4.88	1.96	7.70
12.	Sanakeling	<i>Dalbergia latifolia</i>	2.16	2.44	2.94	7.54
13.	Jabon	<i>Antocephalus cadamba</i>	0.82	2.44	0.98	4.25
14.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.80	2.44	0.98	4.22
15.	Tambal	<i>Entada phaseoloides</i>	0.69	2.44	0.98	4.11
	Jumlah					300

**Tabel 4. Tingkat Ketahanan Hidup (%) Vegetasi Tingkat Tiang terhadap Bencana Awan Panas**

No.	Nama Daerah	Nama Ilmiah	Jumlah Individu		% Hidup
			Hidup	Mati	
1.	Jabon	<i>Antocephalus cadamba</i>	1	0	100.00
2.	Awar-awar	<i>Ficus septica</i>	2	0	100.00
3.	Pasang	<i>Lithocarpus elegans</i>	3	0	100.00
4.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	1	0	100.00
5.	Puspa	<i>Schima walichii</i>	29	9	76.31
6.	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	2	1	66.67
7.	Sanakeling	<i>Dalbergia latifolia</i>	2	1	66.67
8.	Kina	<i>Chinchona succirubra</i>	12	11	52.17
9.	Tekik	<i>Albizia lebbekoides</i>	1	1	50.00
10.	Rasamala	<i>Altingia excelsa</i>	4	5	44.44
11.	Pinus	<i>Pinus merkusii</i>	0	4	0.00
12.	Damar	<i>Agathis alba</i>	0	3	0.00
13.	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	0	5	0.00
14.	Soga	<i>Acacia decurrens</i>	0	3	0.00
15.	Tambal	<i>Entada phaseoloides</i>	0	1	0.00
	Jumlah		61	44	60.40

## B. Kemampuan Regenerasi Secara Alamiah

### 1. Vegetasi tingkat semai

Permudaan alam (*natural regeneration*) merupakan suatu proses peremajaan kembali dari tegakan hutan yang terjadi secara alamiah. Tingkat keberhasilan permudaan hutan secara alamiah bergantung pada tiga hal, yaitu ketersediaan biji yang mampu berkecambah, kondisi tempat tumbuh yang sesuai, dan lingkungan yang mendukung, sehingga biji mampu berkecambah dan mampu tumbuh berkembang menjadi anakan pohon yang mantap (Daniel *et al.*, 1992). Semai merupakan salah satu indikator awal bagi sesuatu jenis tentang mampu tidaknya jenis tersebut mengadakan proses regenerasi secara alamiah. Semai yang dijumpai di kawasan hutan penelitian diduga kuat merupakan semai yang tumbuh setelah terjadi bencana awan panas. Jenis dan INP vegetasi tingkat semai pada kawasan hutan

setelah terkena bencana awan panas disajikan dalam Tabel 5.

Pada tingkat semai tumbuhan yang memiliki INP tinggi adalah *Calliandra calothyrsus* (71.08%), *Macaranga rhizinoides* (22.47%) dan *Acacia decurrens* (20.01%). Diduga bahwa ke tiga jenis tumbuhan tersebut merupakan jenis yang suka cahaya (*light demanding species*) karena permudaan secara alamiah pada kawasan yang sangat terbuka dapat terjadi apabila jenis-jenis itu yang ditanam ketiganya merupakan jenis yang tahan terhadap pembukaan tajuk dan intensitas cahaya yang tinggi. Beberapa faktor yang menentukan bagi keberhasilan permudaan alamiah (Smith, 1986) setelah pembukaan tajuk adalah kemampuan dari tegakan-tegakan yang berada di sekitarnya untuk menyediakan biji, dan kemampuan biji untuk menyebar pada lahan yang terbuka tersebut, serta kemampuan biji yang berada dalam lantai hutan untuk berkecambah dan tumbuh berkembang.

Tabel 5. Jenis dan Indeks Nilai Penting Vegetasi Tingkat Semai

No.	Nama Daerah	Nama Ilmiah	KR	FR	INP
1.	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	53.69	17.39	71.08
2.	Tutup	<i>Macaranga rhizinoides</i>	9.43	13.04	22.47
3.	Soga	<i>Acacia decurrens</i>	6.97	13.04	20.01
4.	Sengon	<i>Albizia chinensis</i>	5.74	10.87	16.61
5.	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i>	9.84	2.17	12.01
6.	Tekik	<i>Albizia lebbeckoides</i>	4.92	6.52	11.44
7.	Jambu	<i>Eugenia javanica</i>	2.05	8.70	10.75
8.	Krembi	<i>Macaranga sp.</i>	1.64	8.70	10.34
9.	Kemlandingan	<i>Albizia montana</i>	1.64	6.52	8.16
10.	Puspa	<i>Schima walichii</i>	1.23	2.17	3.40
11.	Kina	<i>Chinchona succirubra</i>	0.82	2.17	2.99
12.	Senu	<i>Melochia umbellata</i>	0.82	2.17	2.99
13.	Anggrung	<i>Trema orientale</i>	0.41	2.17	2.58
14.	Saradan	<i>Flacourtica indica</i>	0.41	2.17	2.58
15.	Wilodo	<i>Ficus fistula</i>	0.41	2.17	2.58
	Jumlah				200.00

Jenis-jenis pengganti setelah terjadinya suatu bencana alam kebakaran dapat merupakan jenis yang mempunyai biji kecil dan ringan sehingga mampu mencapai kawasan yang terbakar (Spurr dan Barnes, 1980). Genus *Macaranga* merupakan jenis-jenis pionir yang persebarannya sangat luas di daerah hutan tropis Timur Jauh (Withmore, 1986). Wanggai (1994) melaporkan bahwa *Macaranga hispida* merupakan salah satu jenis yang dominan pada areal bekas perladangan umur 2, 3 dan 4 tahun di daerah Sulawesi Tengah. Di daerah Jambi, Sumatra, *Macaranga spp.* juga merupakan jenis yang sangat umum dijumpai pada kawasan hutan yang telah mengalami pembukaan, baik karena kegiatan pemanenan kayu maupun kegiatan perladangan. Jenis-jenis tumbuhan pionir mampu memproduksi biji dalam jumlah melimpah, dengan ukuran biji yang sangat kecil dan bersayap, sehingga sangat mudah disebarluaskan oleh angin. Sebagai jenis pionir, *Macaranga rhizinoides* juga telah mampu mendominasi vegetasi semai pada kawasan yang terkena bencana awan panas di Hutan Lindung Kaliurang.

Banyak jenis legum berbiji yang berada pada lantai hutan akan terangsang proses perkecambahannya dengan adanya panas/kebakaran (Spurr dan Barnes, 1980). *Calliandra calothyrsus* dan *Acacia decurrens* merupakan jenis legum yang mampu menghasilkan biji dengan baik. Jenis legum lain yang mempunyai jumlah semai cukup banyak adalah *Albizia chinensis*, *Dalbergia latifolia*, *Albizia lebeckoides*, dan *Albizia montana*. Biji-biji yang telah masak akan jatuh ke lantai hutan sehingga memungkinkan biji-biji tersebut berada di dalam lapisan bahan organik tanah. Diduga bahwa pada saat terjadi awan panas biji-biji yang berada dalam lapisan tanah tersebut proses perkecambahannya terangsang oleh panas dari kebakaran. Terbukanya tajuk karena sebagian besar pohon mati, dan turunnya hujan mendukung terciptanya kondisi lingkungan yang baik bagi

perkecambahan biji-biji yang berada dalam lapisan tanah. Biji-biji tersebut dapat juga datang setelah terjadi bencana awan panas, yaitu berasal dari tegakan yang tidak terkena api atau pohon-pohon yang terkena api tetapi masih mampu bertahan hidup.

Permudaan dapat terjadi secara generatif, yaitu dengan perkecambahan biji-biji atau secara vegetatif yaitu dengan tumbuhnya akar atau batangnya. *Dalbergia latifolia* dikenal sebagai tumbuhan legum yang mampu memperbanyak diri secara vegetatif melalui akarnya. Letak akar yang berada di bawah permukaan tanah menyebabkan jaringan-jaringan pertumbuhannya tetap terlindung walaupun bagian atas tumbuhan hangus terbakar. Spurr dan Barnes (1980) menjelaskan bahwa kematian batang yang berada di atas permukaan tanah akan dapat merangsang tumbuhnya tunas-tunas baru yang muncul dari bagian akar. Dari pengamatan lapangan terlihat bahwa di sekitar tiang *Dalbergia latifolia* yang terkena bencana awan panas banyak dijumpai semai-semai yang tumbuh.

## 2. Vegetasi tingkat sapihan

Perkembangan tumbuhan sejak dari perkecambahan sampai dengan menjadi anakan yang kuat, merupakan periode yang paling rawan dan sulit karena kebanyakan kematian anakan dalam suatu proses regenerasi hutan terjadi selama periode ini (Daniel *et al.*, 1992). Apabila semai-semai tersebut mampu beradaptasi dengan lingkungannya, maka mereka akan tumbuh menjadi sapihan. Sapihan merupakan anakan pohon yang dalam proses regenerasi hutan menduduki tempat yang sangat penting untuk menggantikan pohon-pohon penyusun tegakan yang telah mati. Sapihan sering kali disebut sebagai pohon masa depan (*trees of the future*) dan pohon-pohon penyusun tegakan sekarang disebut pohon masa kini (*trees of the present*). Sering kali pohon-pohon masa depan yang dominan berlainan jenis dengan pohon-pohon masa kini yang

## Tingkat Ketahanan dan Proses Regenerasi Vegetasi

dominan, sehingga di dalam hutan terjadi suksesi yang bersifat dinamis.

Hutan Lindung Kaliurang yang terkena bencana awan panas telah menunjukkan terjadinya suatu proses suksesi yang ditandai dengan munculnya semak belukar dan jenis-jenis tumbuhan pionir yang berbeda dari penyusun tegakan sebelumnya. Indikasi yang kuat menunjukkan bahwa jenis tumbuhan yang pada saat penelitian dilakukan berada pada tingkat sapihan merupakan tumbuhan baru yang tumbuh setelah terjadi bencana awan panas. Kenyataan ini dapat memberikan petunjuk bahwa jenis-jenis semai dan sapihan tersebut termasuk dalam jenis yang memiliki sifat cepat tumbuh dan atau cepat beradaptasi terhadap lingkungan baru yang berbeda dari lingkungan sebelumnya. Jenis, kerapatan relatif, frekuensi relatif dan indeks nilai penting

vegetasi tingkat sapihan disajikan pada Tabel 6.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pada lokasi yang terkena bencana awan panas terdapat 14 jenis vegetasi tingkat sapihan. Jenis-jenis yang memiliki kelimpahan tinggi pada tingkat sapihan adalah : *Acacia decurrens*, *Macaranga rhizinoides* dan *Calliandra calothyrsus*, dengan INP berturut-turut 64.49%, 29.43% dan 23.84%. Jenis tersebut diketahui mampu tumbuh pada tempat terbuka dan mempunyai tingkat pertumbuhan yang cepat. Di samping ketiga jenis dominan tersebut, maka masih cukup banyak jenis lain yang mampu mengadakan proses regenerasi setelah terkena bencana awan panas sampai mencapai tingkat sapihan. Jenis-jenis tersebut antara lain adalah: *Chinchona succirubra* (INP = 12.86%), *Eugenia javanica* (11.05%), dan *Albizia montana* (9.15%).

**Tabel 6. Jenis dan Indeks Nilai Penting Vegetasi Tingkat Sapihan**

No	Nama Daerah	Nama Ilmiah	KR	FR	INP
1.	Soga	<i>Acacia decurrens</i>	47.27	22.22	64.49
2.	Tutup	<i>Macaranga rhizinoides</i>	10.91	18.52	29.43
3.	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	12.73	11.11	23.84
4.	Kina	<i>Chinchona succirubra</i>	5.45	7.41	12.86
5.	Jambu	<i>Eugenia javanica</i>	3.64	7.41	11.05
6.	Kemlandingan	<i>Albizia montana</i>	5.45	3.70	9.15
7.	Senu	<i>Melochia umbellata</i>	1.82	3.70	5.52
8.	Kemplong	<i>Michelia montana</i>	1.82	3.70	5.52
9.	Pasang	<i>Lithocarpus elegans</i>	1.82	3.70	5.52
10.	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i>	1.82	3.70	5.52
11.	Salam	<i>Eugenia polyantha</i>	1.82	3.70	5.52
12.	Jeruk	<i>Citrus sp.</i>	1.82	3.70	5.52
13.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	1.82	3.70	5.52
14.	Krembi	<i>Macaranga sp.</i>	1.82	3.70	5.52
	Jumlah		100	100	200

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Letusan hebat Gunung Merapi pada tanggal 24 November 1994 telah mengakibatkan kerusakan besar vegetasi di Hutan Lindung Kaliurang. Sebagian besar vegetasi tingkat pohon, yaitu sekitar 66%, telah mati terkena bencana awan panas. Jenis paling dominan *Pinus merkusii* ternyata merupakan jenis yang sangat tidak tahan terhadap bencana awan panas, yaitu hanya tinggal 4.26%; jenis-jenis lain yang tingkat ketahanan hidupnya rendah adalah : *Altingia excelsa* (28.57%), *Erythrina vareigata* (10.00%), *Acacia decurrens* (0.00%), *Albizia chinensis* (0.00%) dan *Calliandra calothyrsus* (0.00%). Jenis yang mempunyai tingkat ketahanan cukup tinggi adalah: *Schima walichii* (78.95%), *Agathis alba* (76.92%) dan *Cinchona succirubra* (57.14%). Vegetasi tingkat tiang ternyata mempunyai tingkat ketahanan hidup yang cukup besar, yaitu 58.09%, karena vegetasi tingkat ini didominasi oleh jenis-jenis yang cukup tahan terhadap awan panas, yaitu: *Schima walichii* (dengan tingkat ketahanan 76.32%) dan *Cinchona succirubra* (52.17%). *Pinus merkusii*, *Erythrina vareigata*, dan *Acacia decurrens* pada tingkat tiang juga merupakan jenis-jenis yang sangat peka terhadap bencana awan panas.
2. Berdasarkan nilai INP vegetasi tingkat semai, maka jenis-jenis yang mampu mempermuda diri secara alamiah dengan baik adalah: *Calliandra calothyrsus* (71.08%), *Macaranga rhizinoides* (22.47%) dan *Acacia decurrens* (20.01%). Jenis-jenis lain yang peluang permudaan alamiahnya cukup baik adalah: *Albizia chinensis* (16.61%), *Dalbergia latifolia* (12.01%), *Albizia*

*lebbeckoides* (11.44%), *Eugenia javanica* (10.75%), dan *Macaranga sp.* (10.34). Jenis-jenis yang mampu beradaptasi dengan lingkungan baru dan mampu tumbuh dengan cepat, sehingga mencapai tingkat sapihan adalah: *Acacia decurrens* (INP = 64.49%), *Macaranga rhizinoides* (29.43%), *Calliandra calothyrsus* (23.84%) *Chinchona succirubra* (12.86%) dan *Eugenia javanica* (11.05%).

##### B. Saran

1. Berdasarkan tingkat ketahanannya yang cukup tinggi terhadap bencana awan panas, maka jenis-jenis yang diusulkan untuk program rehabilitasi dengan permudaan buatan pada Hutan Lindung Kaliurang adalah: *Schima walichii* dan *Cinchona succirubra*. Untuk *Agathis alba* walaupun pada tingkat tiang mempunyai ketahanan rendah, tetapi pada tingkat pohon mempunyai tingkat ketahanan yang cukup tinggi sehingga perlu dipertimbangkan sebagai salah satu jenis untuk rehabilitasi. Dengan melihat kenyataan bahwa *Pinus merkusii* daya tahannya terhadap awan panas sangat rendah, maka walaupun jenis ini telah menunjukkan kesesuaian persyaratan ekologi dengan tempat hidupnya sebagai jenis dominan, jenis ini tidak dianjurkan untuk dipilih sebagai jenis yang akan digunakan sebagai tanaman rehabilitasi.
2. Berdasarkan kemampuannya untuk mempermuda diri secara alamiah maka jenis-jenis yang dipertimbangkan untuk dipilih sebagai jenis rehabilitasi adalah: *Calliandra calothyrsus*, *Acacia decurrens* dan *Albizia chinensis*. Sungguhpun demikian, perlu dicatat bahwa jenis-jenis tersebut merupakan jenis-jenis yang mempunyai tingkat ketahanan sangat rendah terhadap bencana awan panas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada Dinas Kehutanan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah menyediakan dana untuk melaksanakan penelitian ini. Demikian juga Kepala Dinas Kehutanan Propinsi DIY beserta seluruh staf yang telah memberikan dukungan dan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga disampaikan kepada Ir Sugi Purwanta, Mas Rama Ardhana dan Mas Kuncoro Ariawan yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapangan, serta kepada Bapak Drs. Wiyono, MSi yang telah memberikan bantuan dalam mengidentifikasi jenis-jenis vegetasi yang terdapat dalam lokasi penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1967. Undang-Undang Republik Indonesia No. 5 Tahun 1967 : Ketentuan-Ketentuan Pokok Kehutanan.
- Anonim. 1993. Pedoman Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI). Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan Departemen Kehutanan RI.
- Anonim. 1995. Laporan rencana pengelolaan dan pengembangan objek wisata alam di Propinsi DIY. Kantor Wilayah Departemen Kehutanan Propinsi DIY.
- Daniel, T.W., J.A. Helms dan F.S. Baker. 1992. *Prinsip-prinsip silvikultur* (terjemahan). Edisi ke- dua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Dombois, D.M. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons Co. Inc. New York, Brisbane, Toronto.
- Nyland, R.D. 1996. *Silviculture, concepts and applications*. International edition. The McGraw Hill Co. Inc. New York, Singapore.
- Oemi, H.S. dan E. Ibrahim. 1992. *Silviks*. Cetakan ke 3. Penerbit Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Resosoedarmo, R.S., K. Kartawinata. dan A. Soegiarto. 1990. *Pengantar ekologi*. Cetakan ke tujuh. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Smith, D.M. 1986. *The practice of silviculture*. Eight edition. John Wiley & Sons Co. Inc. New York, Bisbane, Toronto.
- Soerianegara, I dan A. Indrawan. 1978. *Ekologi Hutan Indonesia*. Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor
- Spurr, S.H. and B.V. Barnes. 1980. *Forest ecology*. Third edition. John Willey & Sons Inc. New York, Bisbane, Toronto.
- Wanggai, J. 1994. Studi suksesi awal hutan perladangan di desa Polanto Jaya Kecamatan Dolo, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Tesis S2 Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta.
- Whitmore, T.C.. 1984. *Tropical rain forests of the Far East*. Second edition. Oxford University Press, London, New York.