

KERAGAMAN JENIS VEGETASI PADA HUTAN BEKAS KEBAKARAN DI SANGKIMA, TAMAN NASIONAL KUTAI, KALIMANTAN TIMUR

Vegetation Diversity at Burned Forest in Kutai National Park, East Kalimantan

Oleh :

Agus Wahyudi, Farida Herry Susanty dan Nurul Silva Lestari

*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterocarpaceae, Samarinda
Jl. A.W. Syahrani No.68, Sempaja, Samarinda Telp. (0541) 206364 Fax, (0541) 42298
aguswahyudi.smd@gmail.com*

Diterima 05-12-2017, direvisi 22-12-2017, disetujui 29-12-2017

ABSTRAK

Vegetasi hutan tropika basah di Kalimantan pada umumnya didominasi oleh jenis dari famili Dipterocarpaceae. Namun dengan adanya kebakaran hutan di beberapa wilayah di Kalimantan, telah mengakibatkan berubahnya komposisi vegetasi penyusun hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis vegetasi pada hutan bekas kebakaran tahun 1982/1983 dan 1997/1998 di daerah Sangkima, Taman Nasional Kutai. Pengumpulan data keragaman jenis vegetasi dilakukan dengan membuat empat plot temporer berukuran 100 m x 100 m, yang di dalamnya terdapat 25 sub plot berukuran 20 m x 20 m. Vegetasi yang diamati adalah pohon berdiameter lebih dari 10 cm. Hasil menunjukkan bahwa pada hutan bekas kebakaran di Sangkima Taman Nasional Kutai terdapat 163 jenis yang termasuk dalam 44 famili. Jenis dominan yang terdapat di hutan Sangkima antara lain: *Eusideroxylon zwageri*, *Cananga odorata* dan *Macaranga gigantea*. Kepadatan populasi berkisar antara 253 - 372 pohon/ha dengan keanekaragaman jenisnya 61 - 91 spesies/ha dan bidang dasar tegakan 17,63 - 23,5 m²/ha. Kondisi hutan Sangkima Taman Nasional Kutai yang merupakan hutan bekas kebakaran merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kepadatan populasi dan keanekaragaman jenis vegetasi di dalamnya.

Kata kunci: vegetasi, hutan bekas kebakaran, Sangkima, Taman Nasional Kutai

ABSTRACT

*Vegetation in tropical rainforest of Kalimantan is generally dominated by species from Dipterocarp family. However, forest fires in some areas of Kalimantan have resulted in the change in forest vegetation composition. This study was aimed to find out the diversity of vegetation at burned forests. Data were collected in Sangkima, Kutai National Park. Data collection of vegetation diversity was conducted by establishing four 100 m x 100 m temporary plots, which divided into 25 sub plots of 20 m x 20 m. The observed vegetation is trees more than 10 cm in diameter. The results show that burned forest in Sangkima Kutai National Park consists of 163 species belonging to 44 families. The dominant species found in Sangkima forest are *Eusideroxylon zwageri*, *Cananga odorata* and *Macaranga gigantea*. Population density ranged from 253 - 372 trees/ha with species diversity 61 - 91 species/ha and basal area 17.63 - 23.5 m²/ha. The condition of burned forest at Sangkima forest in Kutai National Park highly affected the population density and diversity of vegetation in this area.*

Keywords: vegetation, burned forest, Sangkima, Kutai National Park

I. PENDAHULUAN

Taman Nasional Kutai (TNK) terletak di antara 0°7'54" - 0°33'53" Lintang Utara dan 116°58'48" - 117°35'29" Bujur Timur dengan luas kawasan 198.629 ha. Secara administratif pemerintahan termasuk dalam Kota Bontang, Kabupaten Kutai Timur dan Kabupaten Kutai Kartanegara. Menurut Wirawan (1985) dan BTNK (2013) vegetasi hutan campuran Ulin-

Meranti-Kapur merupakan vegetasi utama yang mencakup lebih dari 50% luas TNK. Jenis pohonnya antara lain ulin (*Eusideroxylon zwageri*), kapur (*Dryobalanops aromatica*), meranti (*Shorea* spp), merbau (*Intsia* sp) dan nyatoh (*Palaquium* spp).

Kawasan hutan TNK mengalami kebakaran besar dua kali, yaitu pada tahun 1982/1983 (Leighton, 1984) dan pada

1997/1998 (Hoffmann et al., 1999) yang mencakup hampir 90% dari wilayah TNK. Kebakaran hutan tersebut disebabkan oleh fenomena musim kemarau yang panjang atau *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). Dalam survei lapangan pada tahun 1983 di bagian utara TNK (Leighton, 1984), ditemukan bahwa hutan primernya telah mengalami kerusakan yang sangat parah. Di area yang terbakar, 99% tumbuhan di bawah 4 cm mengalami kematian, meskipun demikian 10% terlihat bertunas kembali di atas tanah. Untuk pohon berdiameter 20-25 cm kematiannya sebanyak 50% dan untuk pohon berdiameter >25 cm kematiannya 20-25%. Dari pohon-pohon besar yang mati, hanya *Eusideroxylon zwageri* (kayu besi) yang terlihat bertunas kembali di atas tanah.

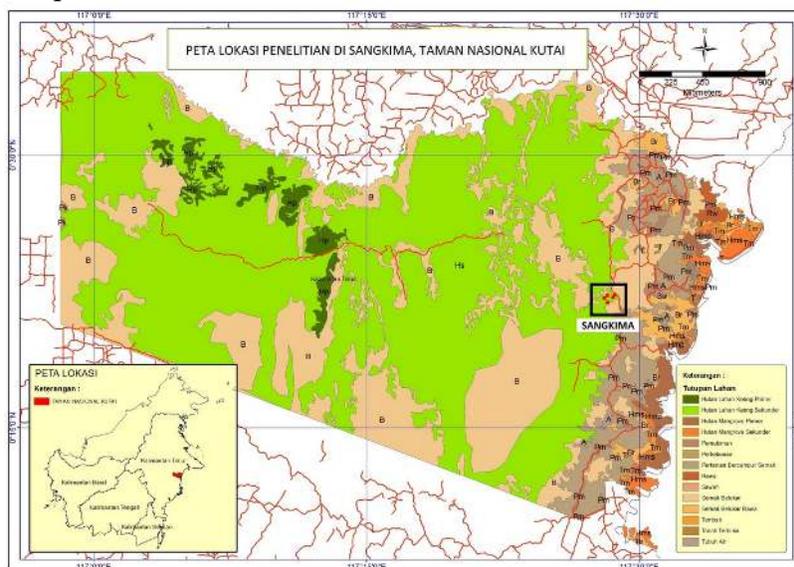
Peristiwa kebakaran besar yang terjadi dalam periode 15 tahun di TNK (1983 dan 1998) merupakan periode yang singkat untuk hutan bekas kebakaran untuk melakukan regenerasi, sehingga kebakaran tahun 1998 menjadi lebih merusak dibandingkan yang terjadi pada 1983. Kawasan hutan TNK yang dalam sejarahnya merupakan hutan campuran Ulin, Meranti dan Kapur diduga mengalami perubahan keragaman vegetasi dengan adanya kebakaran hutan besar dua kali di TNK pada periode 1982/1983 dan

1997/1998. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis vegetasi pada hutan bekas kebakaran di Sangkima, Taman Nasional Kutai.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan di daerah Sangkima, yang berada di dalam kawasan Taman Nasional Kutai (TNK), Kalimantan Timur. Kawasan hutan Sangkima di Taman Nasional Kutai termasuk dalam kawasan hutan dataran rendah. Daerah Sangkima merupakan kawasan hutan sekunder bekas kebakaran 1982/1983 (Leighton, 1984) dan pada 1997/1998 (Hoffmann et al., 1999). Plot temporer yang dibuat daerah Sangkima berada pada ketinggian 28–97 m di atas permukaan laut. Plot di Sangkima termasuk dekat dengan pemukiman dengan akses mudah. Menurut laporan BTNK (2013), daerah tersebut topografinya cenderung datar, bergelombang ringan sampai dengan berbukit.



Gambar 1. Lokasi Penelitian.
Figure 1. Research Location.

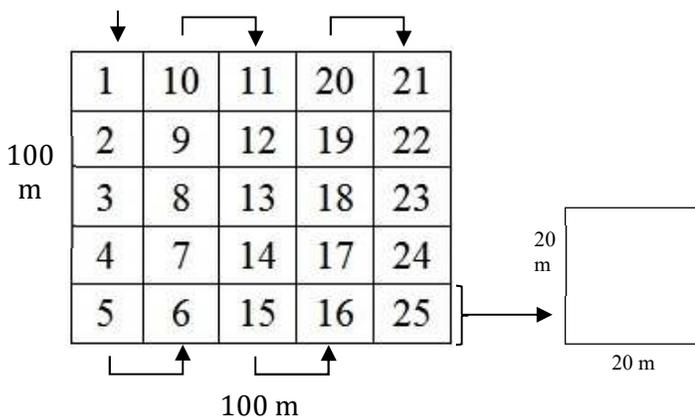
Berdasarkan klasifikasi Schimdt dan Ferguson (1951), Taman Nasional Kutai (TNK) memiliki tipe iklim B dengan nilai Q berkisar antara 14.3-33.3%. Dari data di stasiun pengamatan di wilayah Bontang, curah hujan rata-rata per tahun adalah 1543.6 mm, suhu rata-rata adalah 26° C (berkisar pada 21-34° C) dengan kelembaban relatif 67-98%.

B. Alat Dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi: alat tulis (pensil, buku catatan, spidol); *binoculars* (teropong); gps; kompas; clinometer; meteran; pita ukur; penggaris; gunting ranting; parang; kampak; *cutter*; dan kamera. Bahan yang digunakan meliputi: peta lokasi penelitian; spiritus atau alkohol 96%; kertas label/etiket gantung; kantong sampel ukuran 60 x 80 cm; tali rafia; kertas koran; karung beras/ karung gula.

C. Teknik Pengambilan Data

Untuk mengambil data keragaman jenis vegetasi dilakukan dengan membuat empat plot pengamatan seluas 100 m x 100 m yang diletakkan secara acak, dengan masing-masing subplot berukuran 20 m x 20 m untuk menghitung frekuensi jenis. Bentuk petak contoh pengamatan ditunjukkan pada Gambar 2. Selanjutnya, semua pohon yang memiliki diameter batang ≥ 10 cm ditandai, diukur diameternya dan dicatat jenisnya.



Gambar 2. Bentuk Petak Ukur di Lapangan.
Figure 2. Plot Design.

D. Analisis Data

Ada beberapa variabel yang dianalisis, yaitu:

1. Kerapatan tegakan

$$\text{Kerapatan (N/ha)} = \frac{\text{Jumlah Pohon}}{\text{Luas Plot}}$$

2. Luas bidang dasar (l_{bds})

$$l_{bds} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

Dimana: l_{bds} = luas bidang dasar pohon (m²); d = diameter pohon (cm)

$$\pi = \text{konstanta (3,14)}$$

3. Indeks Nilai Penting

Indeks Nilai Penting (INP) menurut Curtis dan Mc Intosh (1950) dalam Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Indeks Nilai Penting (INP)} = \text{KR} + \text{DR} + \text{FR}$$

$$\text{Kerapatan Jenis (K)} =$$

$$\frac{\text{Jumlah individu jenis ke - i}}{\text{Luas total plot}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} =$$

$$\frac{\text{Kerapatan jenis ke-i}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominasi Jenis (D)} =$$

$$\frac{\text{Luas bidang dasar jenis ke-i}}{\text{Luas Plot}}$$

$$\text{Dominasi Relatif (DR)} =$$

$$\frac{\text{Dominasi suatu jenis}}{\text{Dominasi semua jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi Jenis (F)} =$$

$$\frac{\text{Jumlah petak ditemukan jenis ke - i}}{\text{Jumlah seluruh sub-plot}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} =$$

$$\frac{\text{Frekuensi kerapatan jenis ke - i}}{\text{Jumlah frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Sangkima merupakan kawasan hutan bekas kebakaran. Pada Gambar 3 ditunjukkan sisa pohon Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) yang mati akibat kebakaran hutan tahun 1997/1998. Dampak kebakaran pada tahun 1982/1983 dan 1997/1998 terlihat berpengaruh terhadap kondisi vegetasi di kawasan Sangkima, TNK. Kawasan hutan di Sangkima yang dalam sejarahnya merupakan hutan campuran Ulin, Meranti dan Kapur telah

banyak mengalami perubahan. Kerapatan tegakan dan luas bidang dasar dari ke-4 plot di Sangkima dapat dilihat dalam Tabel 1. Berdasarkan data kerapatan tegakan dan luas bidang dasar tegakan pada Tabel 1, kawasan hutan Sangkima mempunyai nilai kerapatan 253-372 pohon/ha dan bidang dasar 17.63-23.5 m²/ha, dengan nilai kerapatan jenis Dipterocarpaceae 1-38 pohon/ha dan luas bidang dasar tegakan 0.12-5.51 m²/ha. Kelompok jenis

non Dipterocarpaceae mempunyai nilai yang lebih tinggi berdasarkan nilai kerapatan dan luas bidang dasar dalam tegakan total. Kerapatan tegakan non Dipterocarpaceae mencakup antara 89-99% dari kerapatan total tegakan, sedangkan nilai bidang dasar tegakan, kelompok jenis non Dipterocarpaceae pada lokasi Sangkima meliputi 76-99% dari total bidang dasar tegakan.



Gambar 3. SisaPohon Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) yang terbakar di Sangkima, TNK.
Figure 3. Remaining Burned Trees in Sangkima, Kutai National Park.

Kondisi kerapatan hutan sekunder ini mendekati kondisi tegakan hutan sekunder dari beberapa hasil penelitian, antara lain Setiawan (2013) di Muara Wahau, Kalimantan Timur menunjukkan bahwa kerapatan tegakan pada hutan dengan berbagai jangka waktu bekas tebangan sebesar

250-511 pohon/ha. Sedangkan penelitian Muhdin (2012) menunjukkan bahwa kerapatan tegakan hutan alam sekunder khususnya setelah penebangan di Kalimantan berkisar 113-607 pohon/ha.

Tabel 1. Kerapatan tegakan (pohon/ha) dan luas bidang dasar tegakan (m²/ha).

Table 1. Stand density (trees/ha) and stand basal area (m²/ha).

Lokasi (Location)	Jumlah (pohon/ha) (Number of tree, individual/ha)			Bidang dasar (m ² /ha) (Basal area, m ² /ha)		
	D	nD	Total	D	nD	Total
Sangkima						
Plot 1	29	343	372	2.22	17.76	19.98
Plot 2	38	321	359	5.51	17.99	23.5
Plot 3	11	242	253	4.87	15.83	20.7
Plot 4	1	264	265	0.12	17.51	17.63

Keterangan : D = Dipterocarpaceae; nD = non Dipterocarpaceae

Besarnya luas bidang dasar dalam penelitian ini mendekati kondisi dari hasil penelitian Krisnawati (2001) pada berbagai variasi jangka waktu hutan setelah penebangan di Kalimantan Tengah, menunjukkan nilai bidang dasar tegakan 16.4-26.7 m²/ha, sedangkan penelitian Setiawan (2013) di Muara Wahau, Kalimantan Timur menunjukkan nilai bidang dasar tegakan 12.63-32.57 m²/ha. Menurut penelitian Susanty (2013) pada kondisi tegakan hutan sekunder 17 tahun setelah penebangan di Berau, terlihat kelompok jenis Dipterocarpaceae cenderung lebih dinamis dan belum kembali pada kondisi kerapatan dan

bidang dasar tegakan awal sebelum penebangan (kerapatan 78.8-98.7% dan bidang dasar 51.3-58.7%). Hal ini menunjukkan pula bahwa pada tegakan tinggal 17 tahun setelah penebangan masih didominasi jenis-jenis non Dipterocarpaceae.

Dari keseluruhan plot penelitian menunjukkan bahwa di daerah Sangkima memiliki 163 spesies yang termasuk dalam 44 famili. Dalam Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini ditunjukkan bagaimana dominasi spesies dan famili pada tingkat pohon di Sangkima berdasarkan Indeks Nilai Penting.

Tabel 2. Indeks Nilai Penting 10 Spesies Dominan di Sangkima.

Table 2. Important Vegetation Index of 10 Dominant Species in Sangkima.

No. (No)	Jenis (Species)	Famili (Family)	KR	FR	DR	INP
1	<i>Eusideroxylon zwageri</i>	Lauraceae	12.17	36.99	7.91	57.07
2	<i>Cananga odorata</i>	Annonaceae	7.13	5.07	5.62	17.81
3	<i>Macaranga gigantea</i>	Euphorbiaceae	7.37	3.82	4.24	15.43
4	<i>Euodia glabra</i>	Rutaceae	4.96	1.58	2.52	9.07
5	<i>Shorea johorensis</i>	Dipterocarpaceae	2.24	4.70	1.49	8.43
6	<i>Syzygium sp.</i>	Myrtaceae	1.92	2.58	2.52	7.02
7	<i>Pternandra galeata</i>	Melastomaceae	2.24	1.84	2.06	6.14
8	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae	2.40	0.86	2.18	5.44
9	<i>Xanthophyllum sp.</i>	Polyganaceae	1.68	0.84	1.72	4.24
10	<i>Monocarpia euneura</i>	Annonaceae	19	0.601	17	1.52

Tabel 3. Indeks Nilai Penting 10 Famili Dominan di Sangkima.

Table 3. Important Vegetation Index of 10 Dominant Family in Sangkima.

No. (No)	Famili (Family)	KR	FR	DR	INP
1	Lauraceae	15.45	39.71	12.16	67.32
2	Euphorbiaceae	14.25	5.71	12.96	32.92
3	Annonaceae	11.37	6.96	10.89	29.22
4	Dipterocarpaceae	6.33	15.47	5.73	27.53
5	Anacardiaceae	4.32	2.73	4.82	11.87
6	Moraceae	4.08	1.81	4.82	10.71
7	Myrtaceae	2.72	3.57	3.67	9.97
8	Rutaceae	5.04	1.60	2.64	9.28
9	Melastomaceae	3.68	2.38	3.21	9.27
10	Burseraceae	2.80	1.69	3.78	8.28

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 di atas terlihat bahwa hutan di Sangkima didominasi oleh jenis *Eusideroxylon zwageri*, *Cananga odorata* dan

Macaranga gigantea, sedangkan untuk famili didominasi oleh Lauraceae, Annonaceae dan Euphorbiaceae. Tidak seperti hutan dataran

rendah di Kalimantan Timur pada umumnya, komposisi vegetasi di Sangkima lebih didominasi jenis non-Dipterocarpaceae. Beberapa hasil penelitian pada hutan dataran rendah di Kalimantan Timur menunjukkan bahwa sebagian besar tegakan didominasi oleh jenis-jenis dari famili Dipterocarpaceae dengan nilai sebesar 20-30 % dari total kerapatan dan 40-50 % dari total luas bidang dasar (Wahyudi, 2013; Setiawan, 2013; Susanty, 2013). Diduga kebakaran tahun 1982/1983 dan 1997/1998 berpengaruh terhadap rendahnya dominasi Dipterocarpaceae. Hal ini menunjukkan bahwa hutan dataran rendah di TNK telah banyak mengalami perubahan vegetasi. Dalam survey lapangan yang pada tahun 1983 di bagian utara

dari TNK (Leighton, 1984), ditemukan bahwa hutan primernya telah mengalami kerusakan yang sangat parah. Di area yang terbakar, 99% tumbuhan di bawah 4 cm mengalami kematian, meskipun demikian 10% terlihat bertunas kembali di atas tanah. Untuk pohon berdiameter 20-25 cm kematiannya sebanyak 50% dan untuk pohon berdiameter >25 cm kematiannya 20-25%. Dari pohon-pohon besar yang mati, hanya *Eusideroxylon zwageri* (kayu besi) yang terlihat bertunas kembali di atas tanah. Hal inilah yang menyebabkan dominasi *Eusideroxylon zwageri* di Sangkima masih sangat tinggi. Perbandingan jumlah spesies Dipterocarpaceae dan non Dipterocarpaceae pada tingkat pohon di tiap plot penelitian dapat dilihat dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Jumlah Spesies Tingkat Pohon.

Table 4. Number of Species in Tree Stage.

Lokasi (Location)	Jumlah (spesies/ha) (Number of species, species/ha)			Persentase (%) (Percentage, %)		
	D	nD		D	nD	
Sangkima						
Plot 1	4	87	91	4.2	95.8	100
Plot 2	4	84	88	4.5	95.5	100
Plot 3	3	64	67	4.5	95.5	100
Plot 4	1	59	60	1.7	98.3	100

Keterangan : D = Dipterocarpaceae; nD = non Dipterocarpaceae

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa jumlah spesies Dipterocarpaceae di Sangkima sangat rendah, yaitu berkisar antara 1 - 4 spesies/ha (1 – 4.5 %/ha). Keanekaragaman jenis pohon di daerah tersebut kemungkinan besar lebih dipengaruhi oleh kebakaran yang pernah melanda kawasan TNK pada tahun 1982/1983 (Leighton, 1984) dan pada 1997/1998 (Hoffmann et al., 1999) yang mencakup hampir 90% dari wilayah TNK. Menurut Pratiwi (2001), akibat kebakaran, lantai hutan akan terbakar termasuk herba, semak, *coppice stumps*, semai, seresah, pancang, dan beberapa jenis pohon. Jika areal bekas terbakar ditumbuhi tumbuhan, maka regenerasi hutan yang akan muncul pada kondisi lingkungan yang miskin hara adalah rumput-rumputan dan jenis yang resisten terhadap api dan/atau kekeringan. Dipterocarpaceae

merupakan spesies yang akan tertekan akibat kebakaran, disebabkan jenis ini mempunyai kulit luar yang tipis, memiliki damar yang mudah terbakar dan kemampuan bertunasnya rendah (Goldammer dan Seibert, 1989).

Berdasarkan hasil penelitian Slik *et al.* (2002) di Bukit Suharto, Wanariset dan PT ITCI di Kalimantan Timur, ditunjukkan bahwa kebakaran hutan menyebabkan kerusakan habitat yang berbeda dari penyebab kerusakan lain, misalnya penebangan, yaitu dalam hal perbedaan skala dan distribusi kerusakan spasial serta perbedaan pemulihan habitat. Hasil studi regenerasi di hutan dipterokarpa bekas kebakaran tahun 1982/1983 dan 1997/1998 di Kalimantan Timur memperlihatkan adanya potensi regenerasi alami yang baik, dimana setelah kebakaran pertama sebagian besar

spesies pohon sebelum kebakaran tetap bertahan namun komposisi hutannya menjadi sangat berubah. Jenis pionir dengan cepat mendominasi daerah bekas kebakaran dan dominasi jenis pionir menurun seiring dengan waktu, tapi masih bisa nampak pada 15 tahun setelah terbakar (Slik, 2005; Slik & Eichhorn, 2003; Slik *et al.*, 2002, 2008). Peristiwa kebakaran hutan dua kali di Kalimantan Timur menunjukkan perubahan komposisi dan dominasi spesies yang jauh lebih nyata, namun hanya menghilangkan sedikit spesies pohon sebelum terjadi kebakaran. Pada interval 15 tahun antara kedua kebakaran tersebut memungkinkan terjadinya pemulihan dari kebakaran pertama sebelum kebakaran kedua terjadi (Eichhorn, 2006; Slik & Eichhorn, 2003; Slik *et al.*, 2008). Dari beberapa hasil studi di Kalimantan Timur tersebut, maka peristiwa kebakaran hutan yang sama di Sangkima TNK, diduga telah menyebabkan perubahan komposisi dan dominasi jenis vegetasi di kawasan tersebut.

IV. KESIMPULAN

Kebakaran yang terjadi di kawasan hutan Sangkima Taman Nasional Kutai pada tahun 1982/1983 dan 1997/1998 sangat berpengaruh terhadap kepadatan populasi dan keanekaragaman jenis vegetasi di dalamnya. Pada hutan bekas kebakaran di Sangkima, Taman Nasional Kutai, terdapat 163 jenis pohon yang termasuk dalam 44 famili. Tidak seperti hutan dataran rendah di Kalimantan Timur pada umumnya, komposisi vegetasi di Sangkima lebih didominasi jenis non-Dipterocarpaceae. Jenis dominan yang terdapat di hutan Sangkima antara lain: *Eusideroxylon zwageri*, *Cananga odorata* dan *Macaranga gigantea*. Kerapatan tegakan berkisar antara 253 - 372 pohon/ha dengan bidang dasar tegakan 17,63 – 23,5 m²/ha dan keanekaragaman jenisnya vegetasinya 61–91 spesies/ha.

DAFTAR PUSTAKA

BTNK. (2013). *Statistik Balai Taman Nasional Kutai Tahun 2012*. Bontang: Balai Taman Nasional Kutai.

- Eichhorn, K. 2006. Plant diversity after rain-forest fires in Borneo. *Blumea Suppl* 18:1–140
- Goldammer, J.G. dan Seibert, B. 1990. The impact of droughts and forest fires on tropical lowland rain forest of East Kalimantan. In: Goldammer J.G. (ed.) *Fire in the tropical biota*. Ecological Studies 84. Springer, Berlin, pp11-31
- Hoffmann, AA, Hinrichs, A, Siegert, F. 1999. *Fire Damage in East Kalimantan in 1997/1998 Related To Land Use And Vegetation Classes: Satellite Radar Inventory Results And Proposals For Further Actions*. Report of IFFM/SFMP, Samarinda, Indonesia
- Kartawinata, K, Abdulhadi, R, Partomihardjo, T. 1981. Composition and structure of a lowland dipterocarp forest at Wanariset, East Kalimantan. *Malay For*. 44:397-406
- Krisnawati, H. 2001. *Pengaturan Hasil Hutan Tidak Seumur Dengan Pendekatan Dinamika Struktur Tegakan* (Kasus Hutan Alam Bekas Tebangan) [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Leighton, M. 1984. *The impact of one of the world's worst fires*. WWF Monthly Report, June 1984, 115-123.
- Muhdin. 2012. *Dinamika Struktur Tegakan Hutan Tidak Seumur Untuk Pengaturan Hasil Hutan Kayu Berdasarkan Jumlah Pohon* (Kasus Pada Areal Bekas Tebangan Hutan Alam Hujan Tropika Dataran Rendah Tanah Kering Di Kalimantan) [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Pratiwi. 2001. Dampak Kebakaran Hutan Terhadap Ekosistem Tanah, dalam *Duta Rimba Edisi September*. Jakarta.
- Schmidt, FH. dan Ferguson JHA. 1951. *Rainfall type based on wet and dry period ratio for Indonesia with Western New Guinea*. Kementerian Perhubungan.
- Setiawan A. 2013. *Keragaan Struktur Tegakan Dan Kepadatan Tanah Pada Tegakan Tinggal di Hutan Alam Produksi* [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Slik J, Verburg R, Kessler P. 2002. Effects of fire and selective logging on the tree species composition of lowland dipterocarp forests in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversity and Conservation* 12:85–89.

- Slik J, Eichhorn K. 2003. Fire survival of lowland tropical rain forest trees in relation to stem diameter and topographic position. *Oecologia* 137:446–455.
- Slik J. 2005. Assessing tropical lowland forest disturbance using plant morphological and ecological attributes. *Forest Ecology and Management* 205:241–250.
- Slik J, Bernard C, Beek M, et al. 2008. Tree diversity, composition, forest structure and aboveground biomass dynamics after single and repeated fire in a Bornean rain forest. *Oecologia* 158:579–588.
- Susanty, FH. 2013. *Keragaan karakteristik biometrik hutan Dipterocarpaceae campuran di Kalimantan Timur [Disertasi]*. Institut Pertanian Bogor.
- Wahyudi, A. 2013. *Dinamika Struktur Tegakan, Komposisi Jenis Pohon dan Simpanan Karbon Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Bekas Tebangan di Berau, Kalimantan Timur [Tesis]*. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Wirawan, N. 1985. *Kutai National Park Management Plan 1985-1990*. WWF-IUCN Report No. 10 Project 1687. Bogor.