



Artikel

---

## FLUKTUASI TINGGI MUKA AIR LAHAN GAMBUT DI DESA TUMBANG NUSA, KALIMANTAN TENGAH

### *The fluctuation of peatland water table at Tumbang Nusa, Central Kalimantan*

**Purwanto Budi Santosa<sup>1\*</sup>, Muhammad Abdul Qirom<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru

Jl. A. Yani Km 28,7 Landasan Ulin, Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan

Telepon/Fax.: (+62)511 4707872

\*E-mail : pur\_balitaman@yahoo.com

---

#### ABSTRAK

Restorasi lahan gambut pasca terbakar dengan penanaman memerlukan kondisi hidrologi yang mantap untuk keamanan pembuatan tanaman. Fluktuasi tinggi air menjadi tantangan dalam upaya penanaman pada lahan gambut terdegradasi. Penelitian ini bertujuan mengetahui tinggi muka air pada lahan gambut terdegradasi dan pasca terbakar di sekitar Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Tumbang Nusa, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui hubungan antara karakteristik hujan, tinggi muka air, dan elevasi lahan. Pengamatan tinggi muka air pada beberapa kejadian kebakaran besar saat terjadi tahun 1997, 2003, 2006, dan 2009. Tinggi muka air diamati dari tepi sungai sampai dengan hutan sekunder sebanyak 17 titik sepanjang 4 km dengan selang jarak 250 m. Tingkat penutupan dan kondisi vegetasi sekitar bervariasi dari vegetasi berkayu jarang dan terbuka sampai dengan kondisi areal yang didominasi tumbuhan berkayu dengan penutupan kanopi baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi muka air tersebut sangat terkait dengan elevasi suatu tempat dan jarak dari saluran air. Fluktuasi tersebut berhubungan erat dengan curah hujan yang terjadi. Namun pengaruh curah hujan tersebut tidak secara langsung tetapi terdapat jeda waktu tertentu sehingga tinggi muka air tersebut menjadi turun atau naik. Kondisi ini harus menjadi perhatian dalam rangka rehabilitasi lahan melalui penentuan jenis tanaman yang tepat dan waktu tanam sehingga bibit yang ditanam tersebut dapat tumbuh secara optimal.

Kata kunci: hidrologi, penanaman, restorasi, terbakar

#### ABSTRACT

*Burnt peatland restoration by planting needs stable hydrological condition for the plant's growth. Water table fluctuation becoming a challenge in the planting effort on degraded peatland. This research aims to determine the water table on degraded peatland and over burnt peat at Tumbang Nusa Forest for Specific Purposes, Pulang Pisau District, Central Kalimantan Province. The data was analyzed to determine the relationship between precipitation characteristics, water table and land elevation. Water table observation was carried out on several fires starting 1997, 2003, 2006 and 2009. We observed 17 points of water table of the total length of 4 km and 250 m distance between points, started from the river edge up to secondary forests. The level of vegetation cover and condition varied from woody plants with low density and open crown up to woody plants with good canopy cover. The result showed that the water table was closely related with the elevation and distance from canal. The fluctuation was closely related with precipitation. Nevertheless, the rainfall did not directly relate but there was a certain interlude period so that the water table was rising or decreasing. This condition shall be considered in the land rehabilitation by planning the right plant in the right time so that the plants can reach optimum growth.*

*Keywords: hydrology, planting, restoration, burnt*

---

## PENDAHULUAN

Hutan rawa gambut (HRG) Asia Tenggara merupakan lahan gambut tropika terluas di dunia (Page, Rieley, & Banks, 2011). HRG tersebut seluas 246.974 km<sup>2</sup> dan sebagian besar berada di Indonesia dengan luas 206,950 km<sup>2</sup> (Page *et al.*, 2011). HRG di Indonesia tersebar di tiga pulau besar yakni Kalimantan (25,6%), Sumatera (30,8%), dan Papua (33,5%) (Hooijer *et al.*, 2010; Posa, Wijedasa, & Corlett, 2011; Ritung *et al.*, 2011). Kawasan HRG yang luas tersebut sangat potensial dalam penyerapan karbon (Cattau *et al.*, 2016; Hooijer *et al.*, 2010), habitat berbagai macam flora dan fauna (Mirmanto, 2010; Posa *et al.*, 2011), dan pengatur tata air (Wosten *et al.*, 2008).

Saat ini, kondisi HRG Indonesia mengalami degradasi lahan yang cukup parah. Degradasi tersebut mencapai lebih dari 12,9 MHa. Sumatera dan Kalimantan sebagai pulau dengan tingkat degradasi lahan gambut terluas (Hooijer *et al.*, 2010; Uda, Hein, & Sumarga, 2017). Degradasi lahan tersebut disebabkan oleh kebakaran, deforestasi, dan drainase yang berlebihan (Hirano, Kusin, Limin, & Osaki, 2014) serta konversi lahan (Posa *et al.*, 2011). Menurut Burhanuddin, Kabirun, Radjagukguk, & Sumardi, (2011) pembuatan kanal eks-PLG dengan total panjang 2.008,7 km dan berbagai ukuran lebar serta kedalaman menyebabkan kerusakan status hidrologi secara drastis seperti terjadi pengatusan air di lahan gambut berlebihan serta rendahnya retensi air dan tinggi muka air tanah (TMA). Degradasi tersebut menyebabkan perubahan karakteristik ekosistem lahan gambut sehingga lahan gambut tidak berfungsi secara optimal terutama fungsi ekologis sebagai pengatur tata air (Limin, *et al.*, 2000).

TMA sebagai faktor yang penting dalam pengelolaan lahan gambut baik lahan gambut yang baik maupun lahan gambut terdegradasi. Menurut Badan Restorasi Gambut (BRG), (2016) pemulihan lahan gambut harus memenuhi tiga prinsip restorasi yakni pembasahan (*rewetting*), penanaman (*revegetation*), dan revitalisasi mata pencaharian masyarakat (*revitalization*). Prinsip-prinsip tersebut sesuai dengan kondisi lahan gambut terdegradasi. Hal ini karena lahan gambut mengalami perubahan kondisi mikrotopografi (Lampela *et al.*, 2016), miskin permudaan (Blackham, Webb, & Corlett, 2014), perubahan sifat gambut baik fisika dan kimia tanah (Sinclair *et al.*, 2020), perubahan fluktuasi air pada dua musim yang berbeda (Lampela, Jauhiainen, Sarkkola, & Vasander, 2018), dan perubahan suhu pada permukaan gambut (Lampela, Jauhiainen, Sarkkola, & Vasander, 2017).

Informasi TMA dalam pengelolaan dan restorasi lahan gambut dalam suatu kawasan sangat diperlukan. Kondisi ini karena adanya interaksi keberhasilan penanaman dengan fluktuasi TMA (Lampela *et al.*, 2017). Berdasarkan data BRG, sebagian besar lahan gambut mengalami kerusakan (79%) dan 21% dalam kondisi terkelola dengan baik (Badan Restorasi Gambut (BRG), 2016a). Pada kondisi tersebut, lahan gambut cenderung kering dan TMA di bawah permukaan tanah pada musim kemarau (Lampela *et al.*, 2018).

Monitoring dan pendataan tinggi muka air sangat penting dilakukan karena prinsip restorasi adalah menjaga agar gambut selalu tetap dalam kondisi basah (Sulaiman, Sari, & Saad, 2017). Informasi TMA akan memberikan gambaran kondisi lahan dan sebagai bahan perencanaan rehabilitasi restorasi. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari dinamika fluktuasi tinggi muka air pada lahan gambut yang pernah terbakar di Desa Tumbang Nusa, Kab. Pulang Pisau, Kalimantan Tengah.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan lokasi penelitian**

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan September tahun 2013. Lokasi penelitian terletak di Desa Tumbang Nusa, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah, termasuk di dalam wilayah DAS Kahayan. Secara geografis areal ini terletak pada 3°27' s/d 3°59' LS dan 113°2'36" s/d 114°44'00" BT. Berdasarkan letak dalam Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG), areal ini terletak pada sub-KHG 4 yaitu di antara sungai Kahayan dan sungai Sebangau (Dohong *et al.*, 2017).

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan adalah areal lahan rawa gambut bekas terbakar dengan ketebalan 4 - 7 meter. Tingkat kematangan gambut adalah fibrik. Secara umum kondisi vegetasi terbuka yang didominasi jenis-jenis kelakai (*Stenoclaea* sp.), pakis-pakis (*Nephrolepis* sp.), sedangkan vegetasi berkayu jenis pioner yang dijumpai yaitu Tanah-tanah (*Combretocarpus rotundatus*), Gerunggang (*Crotoxylum glaucum*), dan Terentang (*Camposperma* spp.). Alat yang digunakan antara lain pipa paralon berdiameter 2,5 inchi, panjang ± 2 meter, cat semprot, altimeter, kompas, pita meteran dan alat tulis. Data pendukung lain yang diperlukan adalah data curah hujan.

## **Metode Penelitian**

### **Pengukuran tinggi muka air gambut.**

Pemasangan pipa paralon diameter 2,5 inchi dan panjang  $\pm$  2 meter ditancapkan pada titik-titik yang telah ditentukan. Titik pengamatan dimulai dari tepi Sungai Kahayan dari kondisi areal yang terbuka sampai ke dalam hutan sekunder atau *Log Over Area* (LOA) sejauh 4 km dengan selang jarak 250 m. Pengukuran tinggi muka air dilakukan dari permukaan gambut dengan cara mengukur menggunakan pita meter permukaan air di dalam paralon. Jika posisi permukaan air di bawah permukaan gambut, dicatat sebagai tanda negatif (-) dan jika permukaan air berada diatas permukaan gambut atau kondisi tergenang dicatat sebagai tanda plus (+). Pengukuran tinggi muka air dilakukan pada bulan Maret, Mei dan Juli tahun 2013.

### **Data curah hujan**

Curah hujan diukur menggunakan penakar hujan otomatis. Pendataan curah hujan dilakukan setiap hari dimulai pada bulan Januari-Desember 2013.

### **Analisis data**

Data dianalisis menggunakan analisis regresi linear. Analisis ini digunakan untuk mendapatkan bentuk hubungan antara curah hujan dengan tinggi muka air tanah.

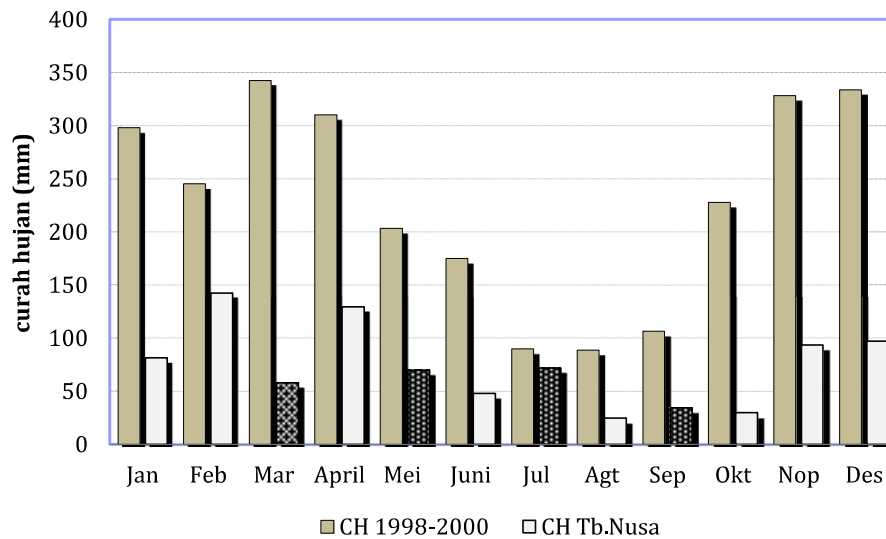
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

#### **Karakteristik curah hujan**

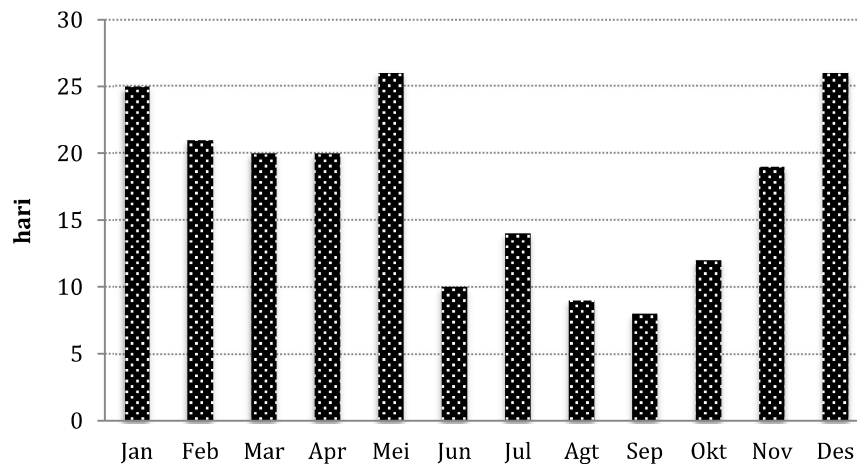
Karakteristik curah hujan di lokasi penelitian digambarkan berdasarkan analisis data dari stasiun pengamat hujan di Palangkaraya tahun 1999-2000. Curah hujan berkisar antara 89-343 mm/bulan dengan periode bulan basah (CH > 100 mm) terjadi pada bulan September-Juni, sedangkan periode bulan kering pada bulan Juli-Agustus. Berdasarkan data curah hujan pada saat dilakukan penelitian, yaitu pada bulan Maret-September 2013 diketahui bahwa curah hujan yang terjadi berada dibawah hasil analisis historis seperti pada Gambar 1. Berdasarkan data curah hujan selama tahun 2013, musim hujan terjadi bulan November-Juli dengan puncak hujan terjadi pada bulan Februari dengan curah hujan sebesar 142,4 mm, sedangkan musim kemarau terjadi pada Agustus-Oktober dengan puncak musim kemarau terjadi pada bulan Agustus. Jika dibandingkan curah hujan tahun 2013 dengan rata-rata curah hujan, terdapat pergeseran pola hujan dimana

musim hujan mundur 2 bulan yaitu terjadi bulan November sedangkan rata-rata terjadi pada bulan September. Musim kemarau pada tahun 2013 terjadi selama 3 bulan dan mundur 1 bulan dibandingkan dengan rata-rata curah hujan (Gambar 1).



Gambar 1. Perbandingan curah hujan pada saat penelitian dibanding rata-rata curah hujan.

Distribusi jumlah hari hujan pada tahun 2013 rata-rata adalah 18 hari hujan/bulan. Jumlah hari hujan tertinggi terjadi pada bulan Mei dan Desember 2013 sebanyak 26 hari hujan, sedangkan pada bulan September paling sedikit, yaitu hanya 8 hari/bulan (Gambar 2).



Gambar 2. Jumlah hari hujan di lokasi penelitian tahun 2013.

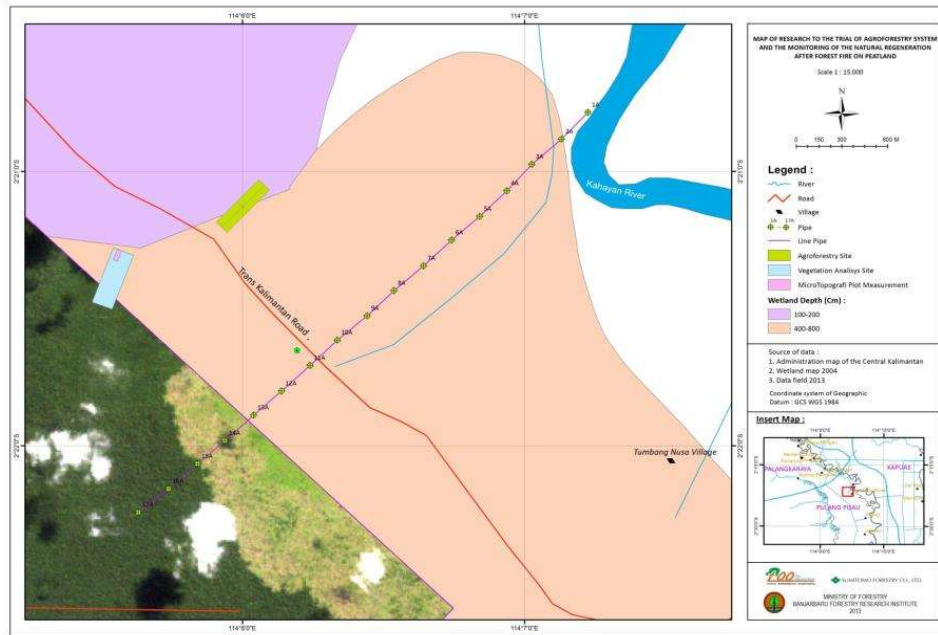
### Pengamatan hidrologi

Pengamatan hidrologi dilakukan dengan mengukur tinggi muka air di lokasi penelitian yang secara umum merupakan areal bekas terbakar tahun 1997, 2003, 2006, dan 2009. Areal pengamatan tinggi muka air dilakukan dengan pemasangan pipa pengukuran tinggi muka air yang dimulai dari tepi Sungai Kahayan, dari kondisi areal yang terbuka sampai ke dalam hutan sekunder (LOA) sejauh 4 km. Pada kegiatan ini, titik pengamatan tinggi muka air ditempatkan sejajar dengan parit (lebar  $\pm$  8 meter) dan jarak dari tepi parit  $\pm$  10 meter. Jumlah titik pengamatan tinggi muka air yang dipasang adalah 17 buah. Titik-titik pengamatan dan kondisi areal sekitarnya dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Titik pengamatan tinggi muka air dan kondisi areal sekitar

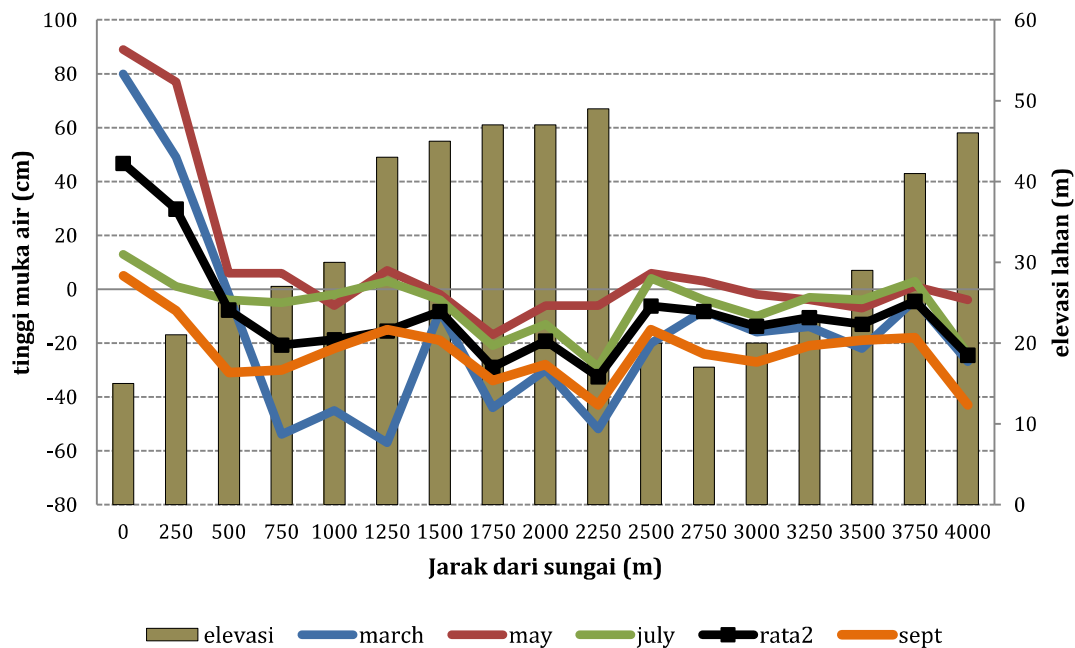
Titik pengamatan	Jarak dari tepi Sungai Kahayan (m)	Keterangan
1	0	Terbakar tahun 1997
2	250	Terbakar tahun 1997
3	500	Terbakar tahun 2003 & 2006
4	750	Terbakar tahun 2003 & 2006
5	1.000	Terbakar tahun 2003 & 2006
6	1.250	Terbakar tahun 2003
7	1.500	Terbakar tahun 2003
8	1.750	Terbakar tahun 2009
9	2.000	Terbakar tahun 2009
10	2.250	Terbakar tahun 2009
11	2.500	Terbakar tahun 2003
12	2.750	Terbakar tahun 2003
13	3.000	Terbakar tahun 2003
14	3.250	Terbakar tahun 2003
15	3.500	Terbakar tahun 1997
16	3.750	Bekas tebang tahun 1983
17	4.000	Bekas tebang tahun 1983

Kondisi areal dan penutupan lahan di sekitar titik pengamatan tinggi muka air dari tepi sungai Kahayan (titik pengamatan 1 sampai titik pengamatan ke 15) merupakan areal yang pernah terbakar dengan vegetasi terbuka yang didominasi oleh kelakai (*Stenoclaea* sp.), pakis-pakis (*Nephrolepis* sp.) sedangkan di sekitar titik pengamatan tinggi muka air ke 16 dan 17 terdapat vegetasi dengan kanopi tertutup yang merupakan vegetasi bekas tebang tahun 1983 (LOA) yang belum pernah terbakar. Di antara titik pengamatan tinggi muka air ke 10 dan ke 11 terdapat jalan raya trans Kalimantan yang diapit 2 buah parit dengan lebar  $\pm$  4 meter seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar. 3 Lokasi penempatan titik pengukuran tinggi muka air

Hasil pengukuran TMA yang dilakukan selama 4 kali, yaitu pada bulan Maret, Mei, Juli, dan September tahun 2013 dapat dilihat pada Gambar 4.



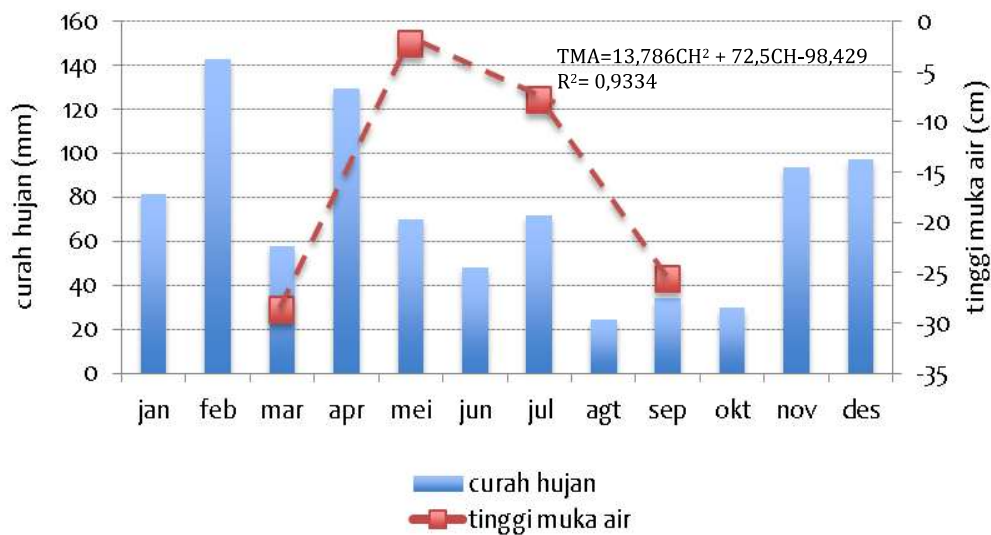
Gambar 4. Perbandingan tinggi muka air dan elevasi lahan

Pendataan TMA (titik pengamatan ke-1) merupakan titik terendah elevasi lahan yang berlokasi di tepi Sungai Kahayan, sedangkan elevasi lahan tertinggi berjarak 2,25 km

dari tepi sungai (titik pengamatan ke-10). Sementara itu, pada elevasi lahan terdapat 2 puncak elevasi tertinggi, yaitu dari tepi sungai sampai puncak elevasi pertama yaitu 49 m, selanjutnya elevasi turun dan meningkat lagi sampai pada puncak elevasi 46 m (titik pengamatan ke-17). TMA dari tepi Sungai Kahayan sampai titik pengamatan ke-10 fluktuasi cenderung lebih variatif dan setelah itu TMA lebih stabil sampai ke titik pengamatan ke-17. Elevasi lahan antara 0-500 meter (titik pengamatan ke-1 sampai ke-3) dari tepi Sungai Kahayan adalah lebih rendah dari permukaan sungai, yaitu 15-25 m dpl sehingga pada titik pengamatan tersebut selalu tergenang karena dipengaruhi oleh luapan air Sungai Kahayan. TMA pada 4 kali pengamatan, permukaan air selalu tergenang atau berada di atas permukaan gambut setinggi 5 cm-89 cm.

Pada titik pengamatan 4-10 TMA yang terjadi lebih fluaktif daripada titik pengamatan ke 11-17. Hal ini karena pada titik pengamatan 4-10 terdapat kanal dengan lebar ±8 meter yang mempengaruhi tinggi muka air karena air mengalir masuk ke dalam kanal, sedangkan pada titik pengamatan 11-17 merupakan areal bervegetasi bekas terbakar yang sudah mulai mengalami suksesi.

**Hubungan curah hujan dan tinggi muka air**



Gambar 5. Fluktuasi curah hujan dan tinggi muka air

Gambar 5. di atas menunjukkan dinamika fluktuasi TMA dan curah hujan yang terjadi pada saat pengamatan TMA yang dilakukan pada bulan Maret, Mei, Juli dan September. Secara umum TMA pada pengamatan ini berada di bawah permukaan gambut. Curah hujan pada waktu pengamatan bulan Juli yaitu 71,7 mm, dengan TMA -7,8 cm dan



curah hujan pada bulan September yaitu 34,4 mm dengan TMA -25,6 cm. Hal ini menunjukkan bahwa dinamika fluktuasi TMA dipengaruhi oleh curah hujan. Meskipun terdapat hubungan antara pola curah hujan dan ketinggian muka air di lahan, terdapat keterlambatan respon turunnya TMA kurang lebih 1 bulan. Hal ini dapat dilihat dari TMA pada bulan September sebesar -25,6 cm, sedangkan pada saat curah hujan bulanan terendah bulan Agustus sebesar 24,7 mm dan meningkat 9,7 mm menjadi 34,4 mm pada bulan September.

### **Pembahasan**

TMA ini sebagai faktor yang penting dalam penilaian kerusakan gambut dan keberhasilan restorasi lahan gambut. Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, (2017) status/tingkat kerusakan ekosistem gambut pada fungsi budidaya dan lindung diketahui dengan pengukuran TMA. TMA ini dapat digunakan dalam penentuan jenis untuk tanaman revegetasi. Hal ini karena tidak semua jenis tanaman dapat tahan terhadap genangan. Menurut Santosa *et al*, (2014) tanaman mengalami kematian pada umur 4-6 minggu setelah tanam jika areal penanaman tergenang dengan ketinggian melebihi tinggi bibit yang ditanam. Hal ini menjadi faktor dalam penentuan jenis bibit yang akan ditanam. Jenis-jenis yang sesuai dalam penanaman hutan rawa gambut setelah terbakar antara lain jenis *Shorea balangeran* dan *Dyera lowii* (Graham, 2013). Hal ini menunjukkan masing-masing tanaman mempunyai daya serap/kebutuhan air yang berbeda. Penelitian Burhanuddin *et al*. (2011) juga mendapatkan hal yang sama yakni pertumbuhan semai *Combretocarpus rotundatus* dan *Dyera lowii* terbaik pada TMA 20 cm di bawah permukaan. Pada kondisi yang ekstrim, *S. balangeran* masih dapat tumbuh pada kedalaman TMA sampai dengan 90 cm (Santosa & Supriyo, 2012).

Secara umum, areal terdegradasi akibat kebakaran hutan mempunyai potensi regenerasi alami yang rendah (Blackham *et al*, 2014). Jenis-jenis *pioneer* mendominasi areal bekas kebakaran seperti merapat (*C. rotundatus*) dan gerunggang (*Cratogeomys glaucum*). Kondisi ini berbeda dengan areal bekas tebangan. Yuwati *et al*, (2014) melaporkan bahwa vegetasi pohon pada areal bekas tebangan didominasi jenis *Shorea teysmaniana*. Pada areal bekas kebakaran tahun 1997 atau 17 tahun setelah terbakar dilaporkan bahwa komposisi jenis penyusun tegakannya terdiri dari 41 jenis semai > 39 jenis sapling > 24 jenis tiang > 12 jenis pohon (Yuwati *et al*, 2014). Hal ini mengindikasikan bahwa tahapan pemulihan alami telah berjalan (Qirom, 2017). Menurut Alue Dohong, Aziz, & Dargusch (2018) pemulihan alami areal bekas terbakar sangat mungkin terjadi jika kebakaran berulang tidak terjadi. Kemampuan pemulihan tersebut

akan berkurang jika areal kebakaran tersebut kembali terbakar dalam waktu yang lebih singkat (Hoscilo, Page, Tansey, & Rieley, 2011).

Fluktuasi TMA sangat tergantung pada penutupan lahan, dimana pada areal yang berhutan terjadi penurunan TMA sebesar -1,4 m sedangkan pada areal budidaya pertanian terjadi penurunan sebesar 2 m (Jaya, 2005). Penurunan TMA juga sangat terkait dengan intensitas kebakaran gambut. Intensitas kebakaran yang sering menyebabkan berat jenis lahan gambut semakin meningkat dan menyebabkan penurunan kadar air yang lebih besar (Sinclair *et al.*, 2020). Pada penutupan yang berbeda, fluktuasi TMA tersebut berkorelasi dengan besarnya respirasi tanah (Ishikura *et al.*, 2017). Respirasi tanah pada lahan rawa gambut terbesar pada areal dengan penutupan semak belukar/padang rumput dan terjadi pada musim kemarau (Ishikura *et al.*, 2017).

Faktor lain yang berpengaruh terhadap TMA di lahan rawa gambut adalah ketinggian muka air pada saluran drainase (Dariah, Jubaiedah, Wahyunto, & Pitono, 2013). Kondisi ini sesuai dengan penelitian Sinclair *et al.* (2020) yang menyebutkan bahwa semakin jauh dari kanal maka pengaruh fluktuasi TMA tersebut berkurang. TMA juga berkaitan erat dengan curah hujan. Namun, penurunan TMA tersebut tidak terjadi secara langsung. Hasil studi Runtunuwu *et al.* (2011) di Kecamatan Jabiren Kalimantan Tengah menyatakan bahwa terjadi juga keterlambatan respon penurunan TMA dari kondisi curah hujan minimum. Hal ini disebabkan oleh gerakan air tanah pada lahan gambut secara vertikal sangat lambat sedangkan gerakan secara horisontal sangat cepat. Musim juga berpengaruh terhadap fluktuasi TMA. Namun, fluktuasi tersebut bukan hanya ditentukan oleh curah hujan setempat tetapi besarnya curah hujan di bagian hulu. Pada gambut dengan tingkat kematangan fibrik, pelepasan air di musim kemarau sangat besar dan sebaliknya pada musim hujan menyimpan air besar. Kapasitas gambut sebagai penyimpan air mengalami penurunan pada gambut terdegradasi. Penurunan tersebut mencapai setengah dari gambut yang masih bagus (Runtunuwu *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Tinggi muka air (TMA) di KHDTK Tumbang Nusa sangat berfluktuasi dan berhubungan erat dengan kondisi curah hujan, berubahnya vegetasi, penggunaan lahan dan adanya kanal. TMA pada areal terbuka, bekas terbakar dan terdapat kanal akan lebih berfluktuasi dibandingkan MA pada areal yang semakin jauh dari kanal, areal suksesi bekas terbakar dan suksesi hutan sekunder.

## SARAN

Fluktuasi tinggi muka air (TMA) di KHDTK Tumbang Nusa harus diperhitungkan dalam pemilihan jenis tanaman dalam upaya revegetasi lahan gambut terdegradasi akibat kebakaran. Pada musim kemarau, fluktuasi TMA di lahan gambut dapat digunakan dalam penentuan strategi pencegahan kebakaran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sumitomo Corporation dan Sumitomo Forestry yang telah bekerja sama dengan Balai Litbang LHK Banjarbaru. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada kepada teman-teman Teknisi Litkayasa yang telah membantu di lapangan, yaitu Riswan A., Budi H., Eko P, Arif S., Supriyadi, Dian C.B., dan M. Effendy.

## PERNYATAAN KONTRIBUSI

Purwanto Budi Santosa dan Muhammad Abdul Qirom bersama-sama berkontribusi melakukan desain penelitian, pengambilan, pengolahan data dan melakukan pembuatan naskah publikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Restorasi Gambut (BRG). (2016a). *Mengawali Restorasi Gambut Indonesia*. Jakarta.
- Badan Restorasi Gambut (BRG). (2016b). *Rencana Strategis Badan Restorasi Gambut 2016-2020*. Jakarta.
- Blackham, G. V., Webb, E. L., & Corlett, R. T. (2014). Natural regeneration in a degraded tropical peatland, Central Kalimantan, Indonesia: Implications for forest restoration. *Forest Ecology and Management*, 324, 8–15. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.03.041>
- Burhanuddin, Kabirun, S., Radjagukguk, B., & Sumardi. (2011). Kajian water table pada semai perapat (*Combretocarpus rotundatus* Miq) dan jelutung (*Dyera lowii* Hook) diinokulasi *Glomus* sp 3 di tanah gambut. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 8(3), 187–196.
- Cattau, M. E., Harrison, M. E., Shinyo, I., Tungau, S., Uriarte, M., & Defries, R. (2016). Sources of anthropogenic fire ignitions on the peat-swamp landscape in Kalimantan, Indonesia. *Global Environmental Change*, 39, 205–219. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.005>

- Dariah, A., Jubaiedah, Wahyunto, & Pitono, J. (2013). Effect Of drainage water level, fertilizer, and ameliorant on CO<sub>2</sub> emission at oil palm plantation on peatland. *Jurnal Littri*, 19(2).
- Dohong, A., Aziz, A. A., & Dargusch, P. (2018). A Review of Techniques for Effective Tropical Peatland Restoration. *Wetlands*, 38(2), 275–292. <http://doi.org/10.1007/s13157-018-1017-6>
- Dohong, A., Cassiophea, L., Sutikno, S., Triadi, B., Wirada, F., Rengganis, P., & Sigalingging, L. (2017). *Modul Pelatihan: Pembangunan infrastruktur pembasahan gambut sekak kanal berbasis masyarakat*. Jakarta: Kedeputian Bidang Konstruksi, Operasi dan Pemeliharaan, Badan Restorasi Gambut Republik Indonesia, Jakarta.
- Graham, L. L. B. (2013). *Restoration from within: an interdisciplinary methodology for tropical peat swamp forest restoration in Indonesia*. University of Leicester.
- Hirano, T., Kusin, K., Limin, S., & Osaki, M. (2014). Carbon dioxide emissions through oxidative peat decomposition on a burnt tropical peatland. *Global Change Biology*, 20(2), 555–565. <http://doi.org/10.1111/gcb.12296>
- Hooijer, A., Page, S., Canadell, J. G., Silvius, M., Kwadijk, J., Wösten, H., & Jauhiainen, J. (2010). Current and future CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7(5), 1505–1514. <http://doi.org/10.5194/bg-7-1505-2010>
- Hoscilo, A., Page, S. E., Tansey, K. J., & Rieley, J. O. (2011). Effect of repeated fires on land-cover change on peatland in southern Central Kalimantan, Indonesia, from 1973 to 2005. *International Journal of Wildland Fire*, 20(4), 578–588. <http://doi.org/10.1071/WF10029>
- Ishikura, K., Yamada, H., Toma, Y., Takakai, F., Morishita, T., Darung, U., ... Hatano, R. (2017). Effect of groundwater level fluctuation on soil respiration rate of tropical peatland in Central Kalimantan, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition*, 63(1), 1–13. <http://doi.org/10.1080/00380768.2016.1244652>
- Jaya, A. (2005). *Study of Carbon and Water on Tropical Peatlands for Ecological Planning*. University of Nottingham.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15 tahun 2017 tentang Tata Cara Pengukuran Muka Air Tanah di Titik Penaatan Ekosistem Gambut (2017).
- Lampela, M., Jauhiainen, J., Kämäri, I., Koskinen, M., Tanhuanpää, T., Valkeapää, A., & Vasander, H. (2016). Ground surface microtopography and vegetation patterns in a tropical peat swamp forest. *Catena*, 139, 127–136. <http://doi.org/10.1016/j.catena.2015.12.016>
- Lampela, M., Jauhiainen, J., Sarkkola, S., & Vasander, H. (2017). Promising native tree species for reforestation of degraded tropical peatlands. *Forest Ecology and Management*, 394, 52–63. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.12.004>
- Lampela, M., Jauhiainen, J., Sarkkola, S., & Vasander, H. (2018). To treat or not to treat? The seedling performance of native tree species for reforestation on degraded tropical peatlands of SE Asia. *Forest Ecology and Management*, 429(February), 217–225. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.06.029>

- Limin, S. H., Tampung, S. ., Patricia, E. ., Untung, D., & Layuniyati. (2000). Konsep pemanfaatan hutan rawa gambut di Kalimantan Tengah. In *Prosiding Seminar Pengelolaan Hutan Rawa Gambut dan Ekspose Hasil Penelitian di Hutan Lahan Basah*. (pp. 9–14). Banjarmasin: Balai Teknologi Reboisasi Banjarbaru.
- Mirmanto, E. (2010). Vegetation analyses of Sebangau peat swamp forest , Central Kalimantan. *Biodiversitas*, *11*(2), 82–88. <http://doi.org/10.13057/biodiv/d110206>
- Page, S. E., Rieley, J. O., & Banks, C. J. (2011). Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*, *17*(2), 798–818. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02279.x>
- Posa, M. R. C., Wijedasa, L. S., & Corlett, R. T. (2011). Biodiversity and Conservation of Tropical Peat Swamp Forests. *BioScience*, *61*(49), 49–57. <http://doi.org/10.1525/bio.2011.61.1.10>
- Qirom, M. A. (2017). Kemampuan Pemulihan Areal Bekas Terbakar pada Hutan Rawa Gambut di Kalimantan Tengah. In *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah Tahun 2016* (pp. 1073–1078). Universitas Lambang Mangkurat.
- Ritung, S., Wahyunto, Nugroho, K., Sukarman, Hikmatullah, Suparto, & Tafakresnanto, C. (2011). *Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1:250.000*. Jakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Runtunuwu, E., Kartiwa, B., Sudarman, K., Nugroho, W. T., & Firmansyah, A. (2011). Dinamika elevasi muka air pada lahan dan saluran di lahan gambut. *Riset Geologi Dan Pertambangan*, *21*(2), 63–74. <http://doi.org/10.14203/risetgeotam2>
- Santosa, P. B., & Supriyo, H. (2012). Kondisi Lingkungan Tempat Tubuh Balangeran di Hutan Rawa Gambut. In Suryanto & T. S. Hadi (Eds.), *Budidaya Shorea Balangeran di Lahan Gambut* (I, pp. 55–65). Banjarbaru: Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru.
- Santosa, P. B., Yuwati, T. W., Rachmanadi, D., Rusmana, & Graham, L. (2014). *Response Of Peat Swamp Forest Species Seedlings To Flooding. Technical Report. Tropical peat swamp forest silviculture in Central Kalimantan*. Banjarbaru.
- Sinclair, A. L., Graham, L. L. B., Putra, E. I., Saharjo, B. H., Applegate, G., Grover, S. P., & Cochrane, M. A. (2020). Effects of distance from canal and degradation history on peat bulk density in a degraded tropical peatland. *Science of The Total Environment*, *699*, 134199. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134199>
- Sulaiman, A., Sari, E. N., & Saad, A. (2017). *Panduan Teknis Pemantauan Tinggi Muka Air Lahan Gambut Sistem Telemetry*. Jakarta: Badan Restorasi Gambut.
- Uda, S. K., Hein, L., & Sumarga, E. (2017). Towards sustainable management of Indonesian tropical peatlands. *Wetlands Ecology and Management*, *25*(6), 683–701. <http://doi.org/10.1007/s11273-017-9544-0>
- Wosten, J. H. M., Clymans, E., Page, S. E. E., Rieley, J. O. O., Limin, S. H. H., Wösten, J. H. M., ... Limin, S. H. H. (2008). Peat-water interrelationships in a tropical peatland ecosystem in Southeast Asia. *Catena*, *73*(2), 212–224. <http://doi.org/10.1016/j.catena.2007.07.010>

Yuwati, T. W., Harun, M. ., Qirom, M. A., Santosa, P. B., & Ariani, R. (2014). *Research to The Trials of Agroforestry System and The Monitoring of The Natural Regeneration After Forest Fire on Peatland Rehabilitation in Central Kalimantan*. Banjarbaru.