

## Tinggi Muka Air dan *Bulk Density* pada Tutupan Hutan dan Bekas Terbakar di Propinsi Kalimantan Tengah

Lisna Yulianti<sup>1\*</sup>, Salampak<sup>2)</sup>, Adi Jaya<sup>2)</sup>, Jonay Jovani Sancho<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan PSAL Universitas Palangka Raya

<sup>2)</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya

<sup>3)</sup> Centre for Ecology and Hydrology, Inggris

Email: lisna.bksda.kh@gmail.com

### Abstrak

Salah satu ciri gambut adalah rentan terbakar pada musim kemarau. Jika gambut terbakar maka akan sulit untuk dipadamkan karena material gambut terdiri dari bahan organik yang menjadi bahan bakar ketika kering. Kebakaran mengakibatkan perubahan sifat fisik tanah akibat hilangnya bahan organik tanah akibat panasnya api sehingga merusak struktur tanah, meningkatkan *bulk density* dan menurunkan porositas tanah. Peningkatan *bulk density* dapat mengakibatkan peningkatan tingkat kematangan gambut sehingga mempercepat penurunan permukaan tanah dan pelepasan CO<sub>2</sub>. *Bulk density* merupakan indikasi kepadatan tanah, semakin padat tanah maka semakin tinggi pula *bulk density* yang berarti semakin sulit air untuk melewatinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase hari tergenang yang ditunjukkan dengan nilai tinggi muka air lebih dari 0 m dan *bulk density* pada berbagai tutupan lahan yaitu hutan dan lahan terbakar di Provinsi Kalimantan Tengah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *bulk density* dipengaruhi oleh faktor tinggi muka air dan faktor kebakaran. *Bulk density* pada lokasi hutan KHDTK Tumbang Nusa sebesar 0,175 g cm<sup>-3</sup> dengan persentase hari tergenang sebesar 0%, hutan Taman Nasional Sebangau mempunyai nilai *bulk density* sebesar 0,054 g cm<sup>-3</sup> dengan persentase hari tergenang sebesar 14,30%, areal bekas terbakar bagian selatan mempunyai nilai *bulk density* sebesar 0,076 g cm<sup>-3</sup> dengan persentase hari tergenang sebesar 0% dan bekas terbakar dari Taman Nasional Sebangau 0,082 g cm<sup>-3</sup> dengan persentase hari tergenang sebesar 50,90%.

**Kata kunci:** bekas terbakar, *bulk density*, hutan, tinggi muka air

### Pendahuluan

Lahan gambut merupakan ekosistem unik yang selalu dipenuhi air dan memiliki berbagai fungsi, seperti mengatur hidrologi, iklim, lingkungan, dan keanekaragaman hayati. Lahan gambut terdiri dari sisa tanaman yang membusuk dan terakumulasi seiring berjalannya waktu sehingga menghasilkan tanah gambut (Page dan Bairds, 2016). Tanah gambut rentan terhadap perubahan, relatif kurang subur, dan kering permanen. Lahan gambut tropis, khususnya, terdiri dari sisa-sisa tanaman yang dihasilkan oleh hutan lahan basah, termasuk batang, cabang, dan akar yang masih mempertahankan ciri-ciri tanaman aslinya. Driessen (1978) menyatakan bahwa karakteristik fisik tanah gambut dipengaruhi oleh sejumlah variabel yang saling bergantung. Kadar air tanah yang tinggi merupakan salah satu ciri fisik tanah gambut yang sering disamakan dengan tanah mineral. Kapasitas tanah gambut dalam menahan air berkisar antara 200 hingga 1.000% berat atau 50–90% volume (Andriess, 1988). Pematangan gambut dan kedalaman air tanah mempunyai dampak yang signifikan terhadap kapasitas tanah gambut dalam menyimpan air (Rieley *et al.*, 1996). Bahan gambut fibrik dapat menahan antara 500 dan 1000% beratnya di dalam air, sedangkan bahan gambut hemik dan saprik hanya dapat menahan antara 200 dan 500%.

Luas lahan gambut dunia saat ini sekitar 400 juta ha, 44 juta ha diantaranya adalah lahan gambut tropis. Luas lahan gambut tersebut hanya meliputi 3% dari luas daratan bumi, namun mempunyai kandungan karbon lebih dari 30% dari total karbon yang ada di bumi (Gorham 1991; Immirzi dan Maltby 1992). Penyebaran lahan gambut di Indonesia dijumpai di Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Provinsi Kalimantan Tengah memiliki luas KHG terluas di Pulau Kalimantan yakni seluas 4.675.105 atau sebesar 55,62%.

Salah satu sifat gambut adalah rentan terbakar pada saat musim kemarau. Apabila gambut terbakar maka akan sulit dipadamkan karena material gambut terdiri dari bahan organik yang merupakan

bahan bakaran pada saat kondisi kering. Kebakaran mengakibatkan perubahan sifat fisik tanah yang diakibatkan kehilangan bahan organik tanah oleh panasnya api sehingga menghancurkan struktur tanah, meningkatkan *bulk density* dan mengurangi porositas tanah.

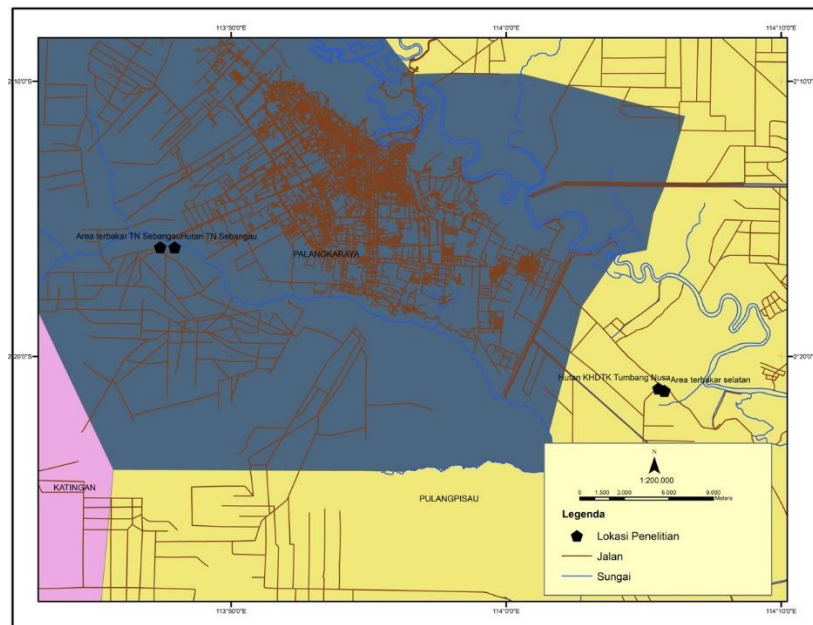
Meningkatnya bobot isi tanah (*bulk density*) dapat berakibat pada meningkatnya tingkat kematangan gambut sehingga akan mempercepat terjadinya subsiden dan pelepasan CO<sub>2</sub>. *Bulk density* merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin padat suatu tanah maka semakin tinggi pula *bulk density*, yang berarti makin sulit pula meneruskan air.

Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai *bulk density* adalah tinggi muka air tanah. Kondisi tinggi muka air tanah yang rendah akan mengakibatkan terjadinya penurunan kelembaban tanah yang dapat mengakibatkan tanah gambut rusak. Penurunan kelembaban tanah memicu tingginya aktivitas biota tanah sehingga meningkatkan proses dekomposisi dan menghasilkan tanah berpartikel halus yang berperan sebagai perekat (pengikat) partikel tanah sehingga agregasi tanah menjadi baik dan *bulk density* tanah gambut meningkat (Situmorang *et al.*, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase hari tergenang dan *bulk density* pada tutupan lahan yang berbeda yakni hutan dan bekas terbakar di Provinsi Kalimantan Tengah.

### Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di dua tutupan lahan yang berbeda yakni hutan dan area bekas terbakar. Total titik lokasi pengamatan adalah 4 lokasi yakni hutan KHDTK Tumbang Nusa, hutan Taman Nasional Sebangau, area bekas terbakar selatan, dan area bekas terbakar di Taman Nasional Sebangau. Lokasi penelitian berada di wilayah administrasi Kota Palangka Raya dan Kabupaten Pulang Pisau. Penelitian dilaksanakan pada Bulan November 2022 s/d Mei 2023.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Tipe Tutupan Lahan Lokasi Penelitian

No	Nama	Lat	Long	Keterangan
1.	KHDTK Tumbang Nusa	-2,3527	114,0923	Hutan sekunder, terbakar pada tahun 1997
2.	Area bekas terbakar, selatan	-2,3541	114,0959	Semak belukar, terbakar 2015

No	Nama	Lat	Long	Keterangan
3.	Hutan Taman Nasional Sebangau dengan sekat kanal	-2,2672	113.7992	Hutan sekunder, telah dibangun sekat kanal 2020 ( <i>rewetting</i> )
4.	Area bekas terbakar Taman Nasional Sebangau tanpa sekat kanal	-2.2671	113.7904	semak belukar, terbakar 2019

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *water level logger*, *ring sample*, bor gambut, GPS, isolasi, kamera dan alat tulis. Penentuan titik sampel menggunakan Metode *Purposive Sampling* yakni memilih lokasi sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan pada dua tutupan lahan yakni hutan dan bekas terbakar. Variabel yang diamati meliputi tinggi muka air, *bulk density*, dan kedalaman gambut.



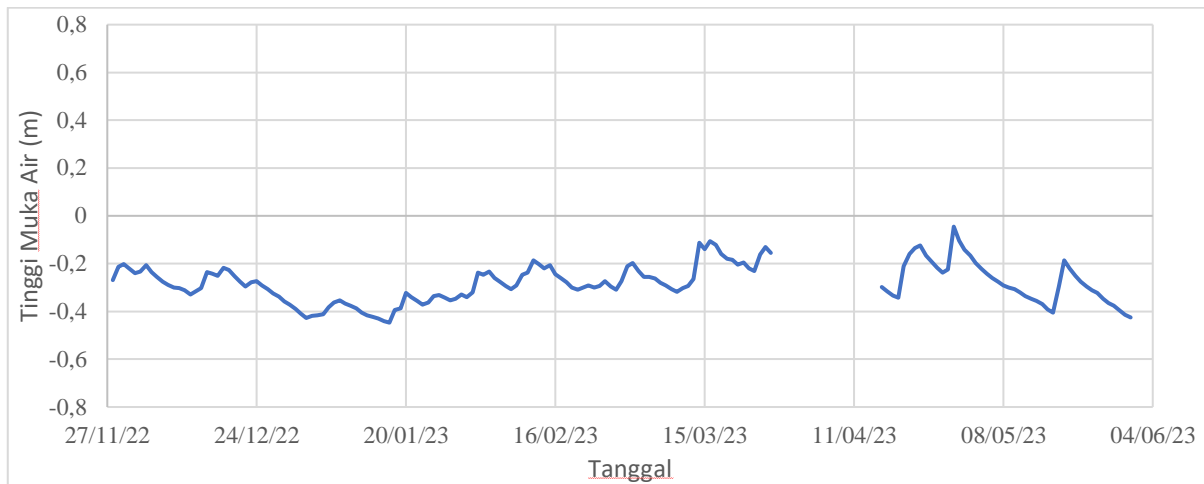
Gambar 2. Pengambilan Tanah dari Ring Sampel

Pengukuran *bulk density* dilakukan dengan menggunakan ring sampel. Sampel tanah dioven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Ukuran diameter ring adalah 4,51 cm. Satu lokasi pengamatan dilakukan pengambilan sampel tanah sebanyak 3 titik yang menyebar. Pada masing-masing titik dipasang ring pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 dan 20 – 30 cm. Uji *bulk density* dilakukan di Laboratorium Alam Hutan Gambut (LAHG) CIMTROP Universitas Palangka Raya.

## Hasil dan Pembahasan

### *Hutan KHDTK Tumbang Nusa*

KHDTK Tumbang Nusa memiliki tutupan hutan sekunder yang pernah terbakar pada tahun 1997. Kedalaman gambut di lokasi ini masuk dalam kategori gambut dalam dengan kedalaman gambut 255 cm. Jarak antara lokasi alat *water level logger* dengan Jalan Tumbang Nusa adalah 280 m. Alat dipasang pada ketinggian 8 s/d 15 mdpl. Kelas kelerengan lokasi adalah landai.



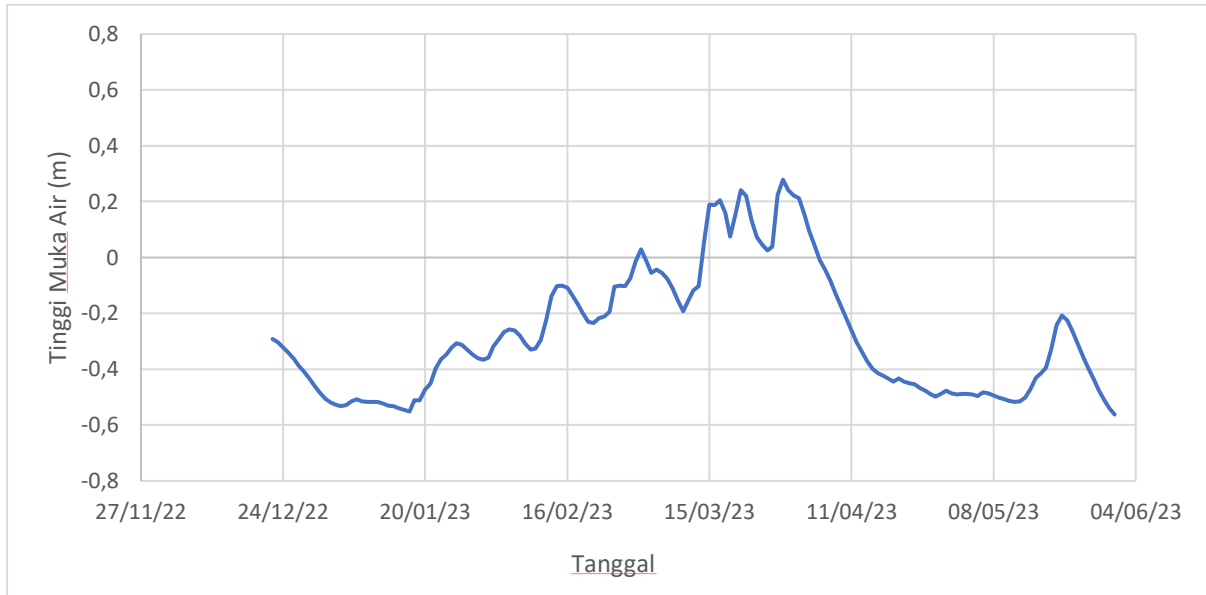
Gambar 3. Pergerakan Tinggi Muka Air di Lokasi Hutan KHDTK Tumbang Nusa

Dari Gambar 3, dapat diketahui bahwa lokasi tersebut tidak pernah tergenang air selama periode pengamatan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai TMA selalu dibawah 0 m. TMA terendah terjadi pada Tanggal 17 Januari 2023 yakni sebesar -0,447 m, sedangkan TMA tertinggi terjadi pada Tanggal 29 April 2023 sebesar -0,045 m. Tidak adanya data selama periode 28 Maret 2023 s/d 15 April 2023 dikarenakan alat mengalami gangguan sehingga tidak dapat mengirim data. Setelah dilakukan perbaikan maka pada tanggal 17 April 2023 alat dapat berfungsi kembali.

Nilai rata-rata *bulk density* pada lokasi KHDTK Tumbang Nusa sebesar  $0,16 \text{ g cm}^{-3}$ . Walaupun tutupan KHDTK Tumbang Nusa adalah hutan sekunder yang pernah terbakar pada tahun 1997 tetapi karena kondisi yang selalu kering mengakibatkan nilai *bulk density* di KHDTK Tumbang Nusa adalah tertinggi dibandingkan ke tiga lokasi lainnya. Kondisi ini memicu tingginya aktivitas biota tanah sehingga meningkatkan proses dekomposisi dan menghasilkan tanah berpartikel halus yang berperan sebagai perekat (pengikat) partikel tanah sehingga agregasi tanah menjadi baik dan *bulk density* tanah gambut meningkat (Situmorang *et al.*, 2015).

### **Hutan Taman Nasional Sebangau**

Lokasi alat *water level logger* dipasang pada lokasi hutan sekunder Taman Nasional Sebangau yang berbatasan dengan lokasi kebakaran yang terjadi pada tahun 2019. Alat dipasang pada jarak 5 m dari pinggir kanal. Lebar Kanal Dodo adalah 3 m. Di lokasi ini telah dilakukan *rewetting* berupa pembangunan sekat kanal pada tahun 2019. Alat dipasang pada ketinggian 15 s/d 30 mpdl. Kelas kelerengan pada lokasi ini masuk ke dalam kelas agak curam. Kedalaman gambut pada lokasi ini adalah yang paling dalam dibandingkan lokasi lainnya yakni 600 cm dan masuk ke dalam kategori gambut sangat dalam.



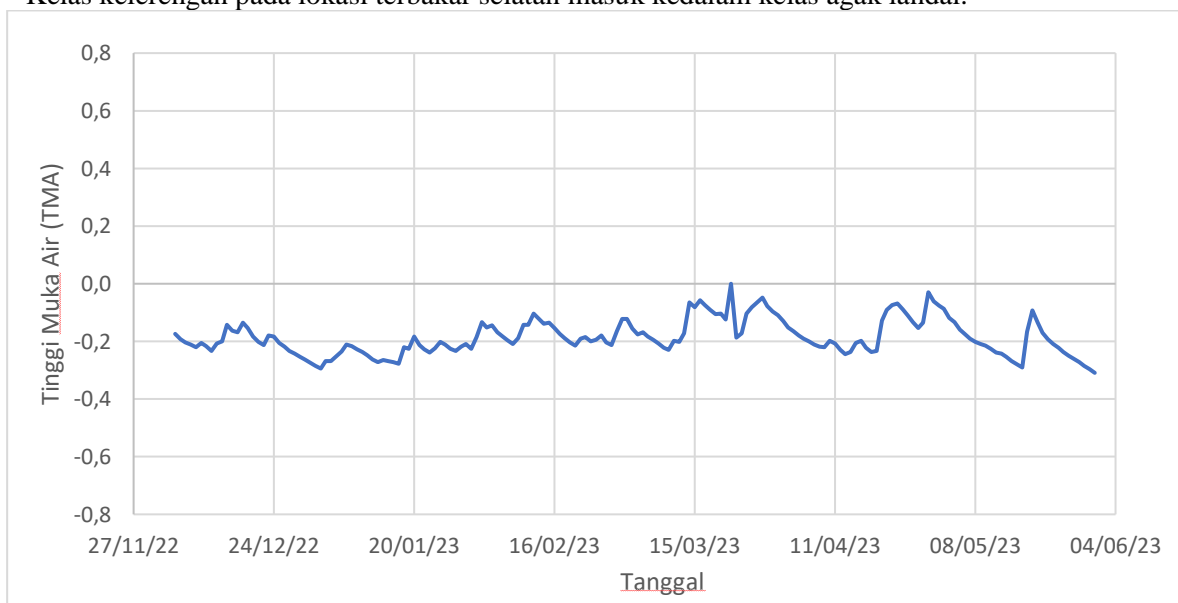
Gambar 4. Pergerakan Tinggi Muka Air di Lokasi Hutan Taman Nasional Sebangau

Dari Gambar 4, diketahui bahwa lokasi hutan Taman Nasional Sebangau mengalami periode kering dan tergenang air. Lokasi pengamatan cenderung lebih sering kering dibandingkan tergenang. Tercatat 138 hari kering dengan TMA dibawah 0 m (85,71%) dan 23 hari dengan TMA lebih dari 0 m (14,29%). TMA terendah terjadi pada tanggal 31 Mei 2023 dengan nilai -0,562 m dan TMA tertinggi terjadi pada tanggal 29 Maret 2023 sebesar 0,279 m.

Nilai *bulk density* pada lokasi hutan Taman Nasional Sebangau adalah  $0,054 \text{ g cm}^{-3}$ . Nilai *bulk density* pada lokasi ini memiliki nilai terendah dibandingkan ke tiga lokasi lainnya. Hal ini dapat diakibatkan karena lokasi ini merupakan hutan sekunder dan lokasi ini cenderung lebih tergenang dibandingkan lokasi hutan KHDTK Tumbang Nusa.

### **Bekas Area Terbakar Selatan**

*Water level logger* dipasang di terbakar selatan yang merupakan area bekas terbakar tahun 2015. Kedalaman gambut di lokasi terbakar selatan masuk kategori gambut dalam yaitu 300 cm. Jarak antara lokasi alat dengan Jalan Tumbang Nusa adalah 230 m. Ketinggian alat dipasang pada 3 s/d 8 mdpl. Kelas kelerengan pada lokasi terbakar selatan masuk kedalam kelas agak landai.



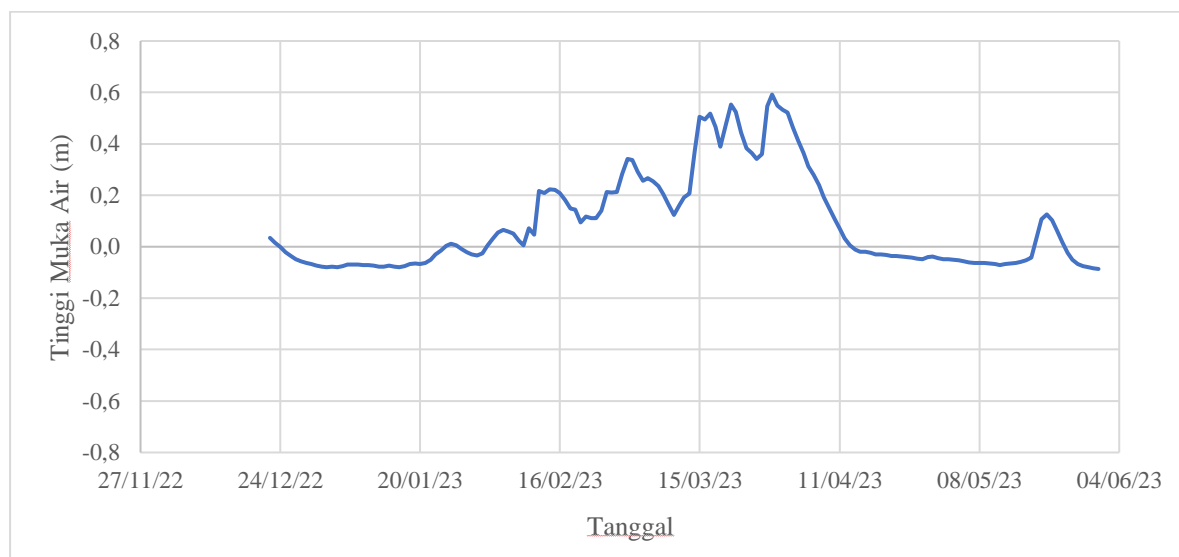
Gambar 5. Pergerakan Tinggi Muka Air di Lokasi Area Bekas Terbakar Selatan

Dari Gambar 5, dapat dilihat bahwa lokasi pengamatan tidak pernah tergenang air ( $TMA < 0$ ). TMA terendah terjadi pada tanggal 31 Mei 2023 sebesar  $-0,309$  m dan TMA tertinggi terjadi pada tanggal 22 April 2023 sebesar  $-0,029$  m.

Nilai *bulk density* pada lokasi terbakar selatan memiliki nilai  $0,070$   $g\ cm^{-3}$ . Nilai *bulk density* pada lokasi terbakar selatan memiliki nilai lebih rendah dibandingkan lokasi area bekas terbakar Taman Nasional Sebangau. Hal ini dapat dikarenakan lokasi terbakar selatan merupakan bekas terbakar tahun 2015 dan lokasi area bekas terbakar Taman Nasional Sebangau terbakar pada tahun 2019.

#### **Area Bekas Terbakar Taman Nasional Sebangau**

*Water level logger* dipasang di area bekas terbakar Taman Nasional Sebangau tanpa sekat kanal, tepatnya di Kanal Agus Manyan. Area ini merupakan bekas terbakar tahun 2019. Lebar Kanal Agus Manyan adalah  $1,5$  m. Jarak antara kanal dengan alat berjarak  $5$  m dari pinggir kanal. Alat dipasang pada ketinggian  $8$  s/d  $15$  mpdl. Kelas kelerengkan masuk dalam kategori landai. Kedalaman gambut pada lokasi ini adalah  $295$  cm dan masuk ke dalam kategori gambut dalam.



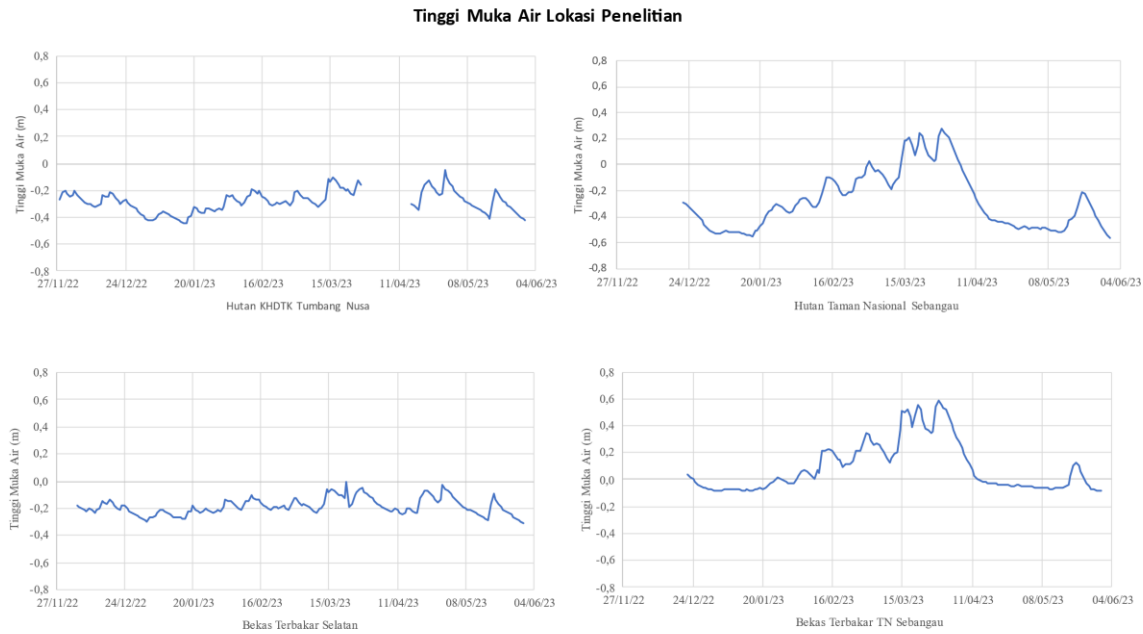
Gambar 6. Pergerakan Tinggi Muka Air di Lokasi Area Bekas Taman Nasional Sebangau

Dari Gambar 6, dapat dilihat bahwa lebih dominan lokasi Taman Nasional Sebangau tanpa sekat kanal berada pada kondisi tergenang air dibandingkan kondisi kering. Tercatat  $79$  hari kering ( $49,07\%$ ) dan  $82$  hari tergenang air ( $50,93\%$ ). TMA terendah terjadi pada tanggal 31 Mei 2023 dengan nilai TMA sebesar  $-0,086$  m dan TMA tertinggi terjadi pada tanggal 29 Maret 2023 sebesar  $0,592$  m.

Nilai *bulk density* pada lokasi Taman Nasional Sebangau tanpa sekat kanal adalah  $0,082$   $g\ cm^{-3}$ . Tingginya nilai *bulk density* pada lokasi ini dibandingkan pada lokasi bekas terbakar lainnya dikarenakan walaupun lokasi ini sering tergenang tetapi merupakan lokasi bekas terbakar tahun 2019 dan memiliki tutupan lahan paling terbuka dibandingkan lokasi lainnya.

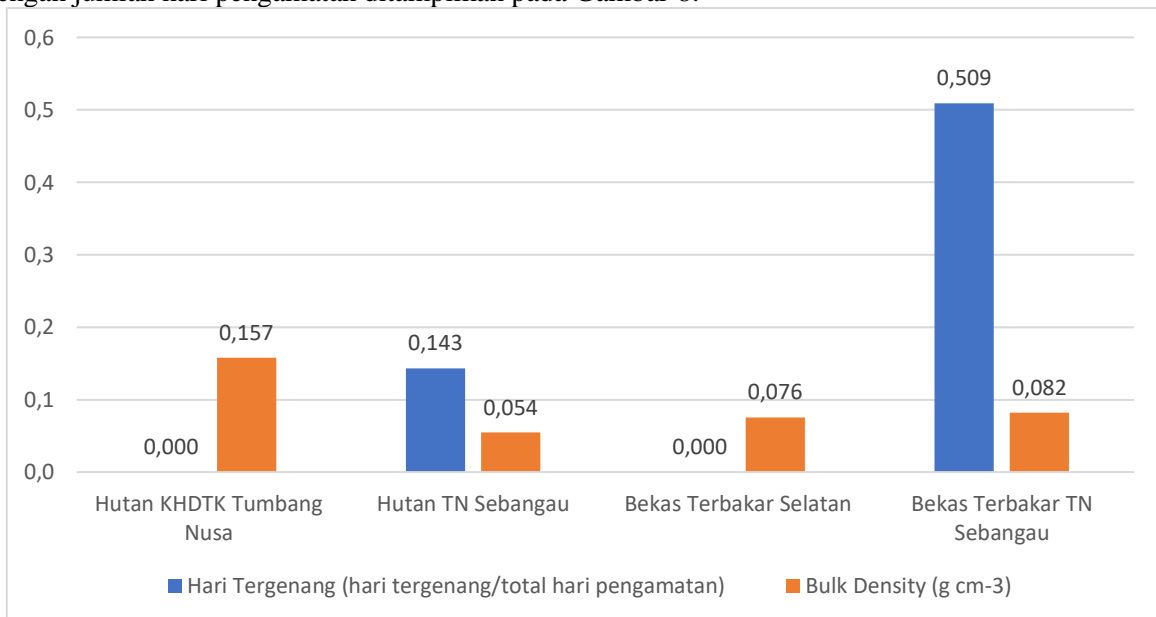
#### **Nilai Hari Tergenang dan Bulk Density di Lokasi Penelitian**

Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa selama jangka waktu penelitian lokasi yang selalu kering atau tidak tergenang air adalah hutan KHDTK Tumbang Nusa dan area bekas terbakar selatan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai tinggi muka air tidak pernah melebihi  $0$  m. Persentase hari tergenang tertinggi dari seluruh lokasi penelitian adalah bekas terbakar Taman Nasional Sebangau dengan nilai  $50,90\%$  dan hutan Taman Nasional Sebangau dengan persentase hari tergenang sebesar  $14,29\%$ .



Gambar 7. Grafik Pergerakan Tinggi Muka Air Di Lokasi Penelitian

Nilai dari volume *bulk density* dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kandungan bahan organik tanah, porositas dan kepadatan tanah. Faktor lainnya yang berpengaruh terhadap nilai *bulk density* adalah kandungan kadar air. Apabila suatu daerah memiliki kandungan kadar air yang tinggi maka *bulk density* akan memiliki nilai yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa *bulk density* dan kadar air berbanding terbalik. Dibuktikan dengan apabila tanah dapat menyerap air yang banyak sehingga tanah akan sulit memadat dikarenakan di dalam agregat tanah banyak menyimpan air (Madjid, 2010). Grafik nilai *bulk density* dan nilai hari tergenang yang merupakan nilai jumlah hari tergenang dibagi dengan jumlah hari pengamatan ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Nilai Hari Tergenang dan Bulk density Pada Seluruh Lokasi Penelitian

Nilai *bulk density* tertinggi pada seluruh lokasi penelitian terdapat di lokasi hutan KHDTK Tumbang Nusa sebesar 0,175 g cm<sup>-3</sup>, sedangkan nilai terendah terdapat pada tutupan hutan Taman



Nasional Sebangau dengan sekat kanal sebesar  $0,054 \text{ g cm}^{-3}$ . Tingginya nilai *bulk density* pada hutan KHDTK Tumbang Nusa diakibatkan lokasi ini cenderung kering sehingga proses dekomposisi akan berjalan cepat pada kondisi aerob. Laju dekomposisi dan populasi mikroorganisme tanah gambut sangat dipengaruhi oleh kondisi tinggi muka air (Prietz et al., 2010). Pada kondisi aerob laju dekomposisi akan berjalan cepat sehingga berpengaruh terhadap meningkatnya *bulk density*. Rendahnya tinggi muka air pada hutan KHDTK Tumbang Nusa diakibatkan karena faktor jarak antara alat dengan jalan utama dapat berpengaruh terhadap penurunan tinggi muka air. Hal ini dikarenakan posisi jalan yang lebih tinggi dan pada sisi kanan kiri jalan terdapat saluran drainase.

Rendahnya nilai *bulk density* hutan Taman Nasional Sebangau diakibatkan karena lokasi ini merupakan hutan sekunder dan pada saat musim hujan cenderung tergenang sehingga dekomposisi oleh mikroorganisme tanah gambut akan berjalan lambat pada kondisi anaerob (jenuh air). Proses penghancuran bahan tanaman atau dekomposisi hanya berlangsung jika tersedia cukup oksigen, air serta bakteri. Dekomposisi dilakukan oleh jenis bakteri aerob, yang untuk hidupnya membutuhkan oksigen. Jika oksigen tidak tersedia atau berada dalam minimum maka dekomposisi bahan tanaman tidak dapat berlangsung. Air yang menutupi masuknya udara ke tubuh tanah akan menghalangi atau menghambat hidupnya bakteri-bakteri aerob (Wirjodihardjo, 1962). Hal ini yang mengakibatkan rendahnya nilai *bulk density* pada hutan Taman Nasional.

Untuk tutupan bekas terbakar, nilai *bulk density* tertinggi dimiliki lokasi bekas terbakar Taman Nasional Sebangau dan nilai terendah dimiliki oleh lokasi bekas terbakar selatan. Tingginya nilai *bulk density* pada lokasi Taman Nasional Sebangau tanpa sekat kanal dikarenakan walaupun lokasi ini cenderung tergenang dibandingkan lokasi bekas terbakar selatan tetapi lokasi ini merupakan lokasi bekas terbakar tahun 2019 dan tidak terdapat vegetasi pohon. Pemanasan akibat kebakaran dapat meningkatkan suhu permukaan tanah yang tinggi akan menyebabkan kerusakan struktur permukaan tanah dan berkurangnya ruang pori tanah yang secara nyata akan meningkatkan *bulk density* (Prakoso, 2004).

Hidayat (2006) mengemukakan bahwa kenaikan *bulk density* disebabkan oleh proses pengembangan koloid-koloid tanah akibat pengaruh panas dari pembakaran sehingga tanah menjadi lebih padat, serta adanya proses pengabuan dari bahan bakar terkonsumsi yang menutupi permukaan tanah turut berperan pula dalam pemadatan tanah, dengan cara abu yang terbentuk masuk pada pori-pori tanah sehingga *bulk density* tanah meningkat.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

*Bulk density* pada lokasi hutan KHDTK Tumbang Nusa adalah  $0,175 \text{ g cm}^{-3}$  dengan persentase hari tergenang 0%, hutan Taman Nasional Sebangau memiliki nilai *bulk density* sebesar  $0,054 \text{ g cm}^{-3}$  dengan persentase hari tergenang 14,30%, bekas terbakar selatan memiliki nilai *bulk density* sebesar  $0,076 \text{ g cm}^{-3}$  dengan persentase hari tergenang 0% dan bekas terbakar Taman Nasional Sebangau  $0,082 \text{ g cm}^{-3}$  dengan persentase hari tergenang 50,90%

Nilai *bulk density* dipengaruhi oleh factor tinggi muka air dan kebakaran. Makin sering lokasi dalam kondisi tergenang (tinggi muka air  $> 0 \text{ m}$ ) maka nilai *bulk density* cenderung rendah karena proses dekomposisi berjalan lambat. Lokasi bekas terbakar umumnya akan meningkatkan nilai *bulk density* karena pengaruh panas dari pembakaran proses pengabuan mengakibatkan tanah menjadi lebih padat.

### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh nilai tinggi muka air dan *bulk density* terhadap pergerakan permukaan gambut

### Daftar Pustaka

Andriesse, J.P., 1988. *Nature and management of tropical peat soils* (No. 59). Food & Agriculture Org.  
Driessen, P.M., 1978. *Peat soils. Soils and rice*.



- Gorham, E., (1991). Northern Peatlands: Role in The Carbon Cycle and Probable Responses to Climatic Warming. *Ecol. Appl.* 1, 182–195.
- Hidayat, E.J.E. (2006). Dampak Kebakaran Di Padang Rumput Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Madjid, A. 2010. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Bahan Ajar Online Fakultas Pertanian Unsri & Program Studi Ilmu Tanaman Program Magister (S2), Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya. <http://dasar2ilmutanah.blogspot.com>. Diakses tanggal 20 April 2023.
- Page, S.E. and Baird, A.J., 2016. Peatlands and global change: response and resilience. *Annual Review of Environment and Resources*, 41, pp.35-57. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085520>.
- Prakoso, Y. (2004). Dampak Kebakaran Hutan Terhadap Sifat Fisika Tanah di Huta Tanaman Sekunder Akasia (*Acacia mangium*) Di Desa Langensari Kecamatan Parung Kuda Sukabumi, Jawa Barat. IPB. Bogor
- Prietzl, J., Thieme, J., Paterson, D. (2010): Phosphorus speciation of forest-soil organic surface layers using P K-edge XANES spectroscopy. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 173, 805–807.
- Rieley, J.O., Ahmad-Shah, A.A., and Brady, M.A. 1996. The extent and nature of tropical peat swamps. In: Maltby, E., Immirzi, C.P., Safford, R.J. (eds.) *Tropical Lowland Peatlands of Southeast Asia: Proceedings of a Workshop on Integrated Planning and Management of Tropical Lowland Peatlands held at Cisarua, Indonesia, 3–8 July 1992*, IUCN, Gland, Switzerland, x + 294 pp.
- Situmorang, P.C., Wawan dan M.A. Khoiri. (2015). Pengaruh kedalaman muka air tanah dan mulsa organik terhadap sifat fisik dan kimia tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 2(2): 1 -15.
- Wirjodihardjo, M.W. (1962). Ilmu Tanah Jilid III Tanah, Pembentukannya susunannya dan pembagiannya. Disadur kembali oleh Dr Ir Tan Kim Hong. Institut Pertanian Bogor. Bogor.