

PENGARUH TINGGI MUKA AIR GAMBUT SEBAGAI INDIKATOR PERINGATAN DINI BAHAYA KEBAKARAN DI SUNGAI JANGKANG - SUNGAI LIONG

(THE EFFECT OF PEAT GROUND WATER TABLE AS AN INDICATOR OF FIRE HAZARD EARLY WARNING AT JANGKANG'S RIVER - LIONG'S RIVER)

Nur Febrianti^{1,2}, Kukuh Murti Laksono³, dan Baba Barus³

¹Sekolah Pascasarjana IPB

²Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

³Departemen Ilmu Tanah Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor

e-mail: nfebrianti@gmail.com

Diterima 16 November 2018; Direvisi 29 November 2018; Disetujui 18 Desember 2018

ABSTRACT

Disasters of forest and land fires are increasingly concerned. The nature of peat soil which is easy to lose water and high organic matter content causes peat soils to be very sensitive to fire. Therefore it is necessary to know indicators for early warning of fires on peatlands. The purpose of this study is to determine the critical groundwater level (GWL) as an indicator of peatland fires on the Jangkang River - Sungai Liong. Determination of the critical point of peatland fires as a fire early warning is done by calculating the difference from the value of the undefined TMA with a range of possible errors. The TMA value is obtained from the estimation of several methods, namely data on the physical properties of the soil, the drought index, and a combination of both. The TMA estimation of the physical properties of the soil has a range of fires at depths of 74.3 - 107 cm. In estimating TMA using a drought index, potential fires occur in TMA ranging from 27 - 101 cm. While the combined estimates of the physical properties of the soil and the drought index ranged from 66.8 - 98.8 cm the occurrence of fires on peatland. The results of this study show that the estimated TMA from a combination of field data and drought index provides fairly good accuracy. Thus TMA can be an early warning indicator of the danger of peatland fires. This TMA estimation can give faster results and pretty good accuracy. But this estimation model for TMA does not necessarily apply directly to other research locations. The critical point of peat soil water depth ranges from 27 to 74 cm. The depth of the peatland surface should be maintained less than the critical point, if not then the potential for peatland fires will increase.

Keywords: *critical point, peatland fire, remote sensing*

ABSTRAK

Bencana kebakaran hutan dan lahan semakin hari semakin memprihatinkan. Sifat tanah gambut yang mudah kehilangan air dan kandungan bahan organik yang tinggi menyebabkan tanah gambut sangat sensitif terhadap api. Karena itu perlu diketahui indikator untuk peringatan dini terjadi kebakaran di lahan gambut. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan tinggi muka air tanah (TMA) kritis sebagai indikator kebakaran lahan gambut di Sungai Jangkang – Sungai Liong. Penentuan titik kritis terjadinya kebakaran lahan gambut sebagai peringatan dini kebakaran dilakukan dengan cara menghitung selisih dari nilai TMA terdangkal dengan kisaran kemungkinan kesalahan. Nilai TMA diperoleh dari estimasi beberapa cara yaitu data sifat fisik tanah, indeks kekeringan, dan gabungan keduanya. Estimasi TMA dari sifat fisik tanah memiliki kisaran terjadinya kebakaran pada kedalaman 74.3 – 107 cm. Pada estimasi TMA menggunakan indeks kekeringan, kebakaran berpotensi terjadi pada TMA berkisar antara 27 – 101 cm. Sedangkan estimasi gabungan dari sifat fisik tanah dan indeks kekeringan berkisar antara 66.8 – 98.8 cm terjadinya kebakaran di lahan gambut. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa estimasi TMA dari kombinasi data lapangan dan indeks kekeringan memberikan akurasi yang cukup baik. Dengan demikian TMA dapat menjadi indikator peringatan dini bahaya kebakaran lahan gambut. Estimasi TMA ini dapat memberikan hasil yang lebih cepat dan akurasi cukup baik. Namun model estimasi TMA ini belum tentu dapat diterapkan secara langsung pada lokasi penelitian lainnya. Titik kritis kedalaman muka air tanah gambut berkisar antara 27 hingga 74 cm. Kedalaman muka air tanah lahan gambut hendaknya tetap dipertahankan kurang dari titik kritis, jika tidak maka potensi kebakaran lahan gambut akan meningkat.

Kata kunci: *titik kritis, kebakaran gambut, penginderaan jauh*

1 PENDAHULUAN

Bencana kebakaran hutan dan lahan (karhutla) semakin hari semakin memprihatinkan. Menurut BNPB jumlah kejadian karhutla 2015 tidak sampai 50% dari kejadian 2014, namun kerugian yang dialami lebih banyak dimana korban meninggal dunia pada 2015 mencapai 24 jiwa lebih banyak daripada 2014.

Kebakaran yang disertai kabut asap tebal akibat pembakaran tidak sempurna. Terdapat sekitar 618.574 ha lahan gambut yang terbakar dari total 2.089.911 ha. Kabut asap tebal menyelimuti kawasan Sumatera dan Kalimantan hingga berbulan-bulan. Lamanya kabut asap ini diduga karena kondisi iklim ekstrim (*El Nino*) yang sedang terjadi di Indonesia.

Fenomena *El Nino* ini menyebabkan musim kemarau lebih panjang dari biasanya. Kehilangan air di lahan gambut dengan cepat terjadi karena pembukaan lahan, pembuatan kanal yang tidak tepat, ditambah dengan kemarau panjang (*El Nino*). Kehilangan air di lahan gambut awalnya menyebabkan kekeringan di permukaan gambut, namun apabila ini terjadi terus menerus maka lahan gambut akan mengalami kekeringan

total sehingga tidak bisa dibasahkan kembali (*irreversible drying*). Kondisi gambut seperti ini menyebabkan banyak tersedia bahan bakaran. Hal ini dikarenakan kandungan bahan organik di lahan gambut yang sangat besar.

Kebakaran di lahan gambut biasanya diawali dengan penyulutan api di atas permukaan tanah. Penyulutan ini umumnya berupa kesengajaan yang dilakukan (pembakaran lahan). Api akan bergerak cepat menyebar ke segala arah. Kebakaran terjadi di area konsesi perusahaan (Kebun, HTI), lahan Masyarakat, kawasan Hutan/Taman Nasional dan area konflik.

Kebakaran gambut (*peat fire*) dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik karakteristik gambut maupun cuaca, yaitu: kadar air gambut, tingkat dekomposisi gambut, tinggi muka air, maupun curah hujan. Menurut Syaufina *et al.* (2004), semakin tinggi kadar air gambut maka semakin rendah laju pembakaran. Tingkat kematangan gambut juga mempengaruhi tingkat kemudahan terbakarnya lahan gambut. Gambut jenis fibrik dan hemik lebih mudah terbakar dibandingkan dengan jenis gambut saprik. Sementara itu curah

hujan mempengaruhi tinggi muka air lahan gambut, sementara tinggi muka air akan mempengaruhi kadar air gambut.

Pendugaan kedalaman muka air tanah masih belum banyak dilakukan. Takeuchi *et al.* (2010); Taufik (2010); Taufik *et al.* (2011); Taufik dan Setiawan (2012), menggunakan modifikasi *Keetch-Byram Drought Index* (KBDI) dalam penelitiannya untuk penentuan tinggi muka air tanah (TMA). Perhitungan mKBDI Takeuchi *et al.* (2010) sudah menggunakan data curah hujan dan *Land Surface Temperature* (LST) dari satelit, sedangkan pada penelitian lain masih menggunakan data iklim pengukuran lapangan.

Meingast *et al.* (2014) melakukan pengukuran tinggi muka air gambut menggunakan *spectroradiometer*. Menurut Meingast *et al.* (2014), kombinasi spektral *Near Infrared (NIR)* dan *Short-Wave Infrared Imagery (SWIR)* dapat digunakan untuk menduga tinggi muka air di lahan gambut walaupun tidak sebaik spektral 980 nm dan 1200 nm.

Hasil penelitian Putra dan Hayasaka (2011) di Mega Rice Project (MRP) Kalimantan Tengah mendapatkan TMA lahan gambut bervariasi dan berhubungan erat dengan curah hujan. TMA berada di atas permukaan tanah antara bulan Desember sampai dengan akhir Mei. Periode bulan Juni-Oktober, tinggi muka air berada di kedalaman 12 cm sampai 50 cm dengan TMA kritis pada kedalaman 40 cm.

NDWI (Gao, 1996) adalah indeks kekeringan yang populer untuk kelembaban vegetasi. NDWI sudah banyak digunakan untuk identifikasi kelembaban dan kekeringan. Menurut Zarco-Tejada *et al.* (2003); Maki *et al.* (2004); Xiao *et al.* (2005); dan Gu *et al.* (2008), NDWI telah terbukti efektif dalam memantau kandungan air vegetasi dalam berbagai studi. Jackson *et al.* (2004), dan Chen *et al.* (2005) melakukan perbandingan kemampuan NDVI dan NDWI untuk pemantauan kelembaban vegetasi, dan kekeringan padang rumput, yang memberikan hasil bahwa NDWI lebih sensitif terhadap kekeringan vegetasi.

Tabel 1-1: INDEKS KEKERINGAN DAN KELEMBABAN TANAH BERBASIS SATELIT (THENKABAIL, 2005)

| Indeks Kekeringan | Deskripsi | Kelebihan | Kelemahan | Referensi |
|---|--|--|---|----------------------------|
| <i>Normalized Difference Water Index (NDWI)</i> | $(NIR-SWIR)/(NIR+SWIR)$ | Respon kekeringan lebih cepat dari NDVI | | Gao (1996) |
| <i>Normalized Difference Drought Index (NDDI)</i> | $(NDVI-NDWI)/(NDVI+NDWI)$ | Sangat baik dalam mengidentifikasi kekeringan pertanian | Hanya untuk pemantauan kekeringan jangka pendek | Gu <i>et al.</i> (2007) |
| <i>Normalized Multiband Drought Index (NMDI)</i> | $(NIR-(1640 - 2130nm))/(NIR-(1640 +2130 nm))$ | Mampu mengidentifikasi kekeringan pertanian dengan tingkat vegetasi tinggi | Hanya untuk pemantauan kekeringan jangka pendek | Wang and Qu (2007) |
| <i>Scaled Drought Condition Index (SDCI)</i> | $0.25 * LST + 0.5 * TRMM + 0.25 * NDVI$ | Dapat untuk kekeringan meteorologi dan pertanian. Pada daerah kering dan lembab. | Perlu penyempurnaan bobot variabel | Rhee <i>et al.</i> (2010) |
| <i>Microwave Integrated Drought Index (MIDI)</i> | $a * PCI + b * SMCI + (1-a-b) * TCI$ (PCI = TRMM, SMCI = soil moisture) | Dapat melakukan pemantauan kekeringan jangka pendek. | Kurang bagus untuk pemantauan kekeringan jangka panjang | Zhang and Jia (2013) |
| <i>Visible and Shortwave Infrared Drough Index (VSDI)</i> | $1 - [(SWIR-Blue) + (Red-Blue)]$ | Indikator kekeringan real-time. Bisa untuk berbagai tutupan lahan. | Faktor kekeringan yang sangat terbatas | Zhang <i>et al.</i> (2013) |

Penelitian-penelitian indeks kekeringan selain NDWI sudah banyak dilakukan. *Visible and Shortwave Infrared Drought Index (VSDI)* salah satu indeks yang mulai digunakan. Guttler *et al.* (2014), Hazaymeh dan Hassan (2016), dan Sadeghi *et al.* (2017) membandingkan indikator kekeringan dari beberapa indeks seperti dengan LST, NDWI, *Standardized Precipitation Index (SPI)*, VSDI dan lain sebagainya.

Menurut Zargar *et al.* (2011), indeks kekeringan bukan hanya menginformasikan kondisi kekeringan pada suatu wilayah namun juga dapat menggambarkan kondisi kebasahannya. Pada Tabel 1-1 disajikan kelebihan dan kelemahan dari indeks kekeringan berbasis satelit.

2 METODE

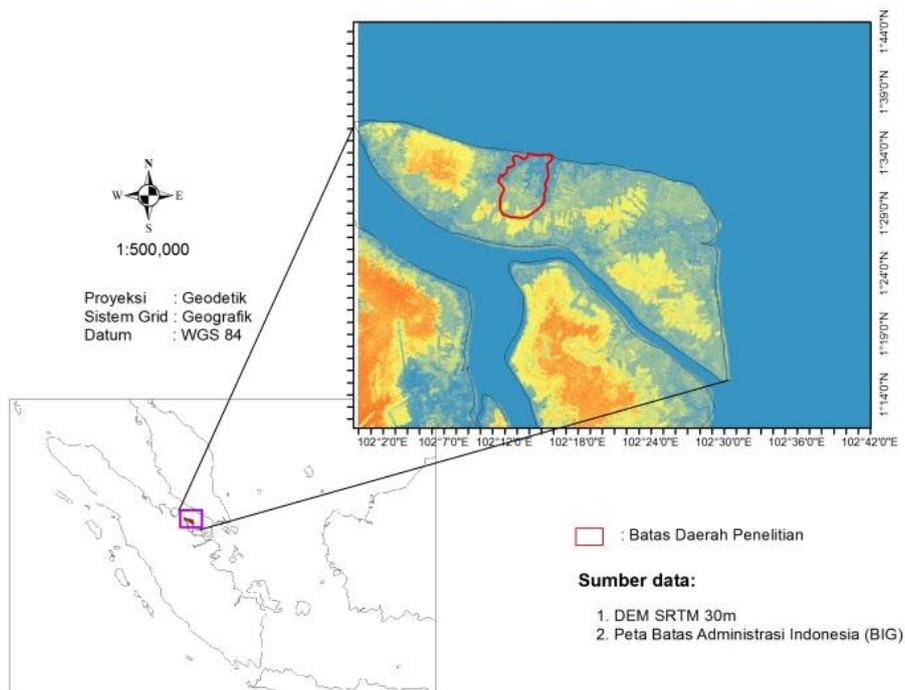
2.1 Kondisi Wilayah Studi

Lokasi penelitian terletak di Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG) Sungai Jangkang – Sungai Liong, Pulau Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Secara geografis lokasi ini terletak antara 1°27'40" – 1°33'50" LU dan 102°11'25" – 102°18'5" BT. Wilayah ini meliputi sebagian besar Desa Selat Baru dan Desa Bantan di Kecamatan Bantan, serta sebagian

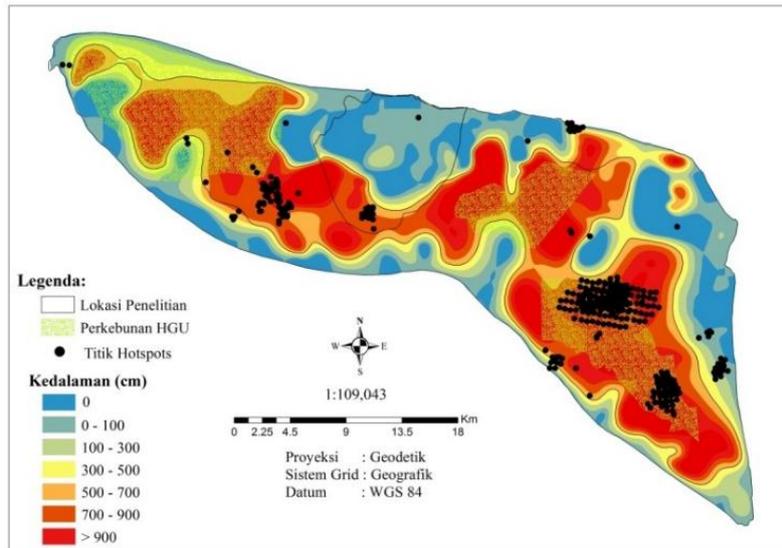
Desa Senggoro dan Desa Air Putih di Kecamatan Bengkalis (Gambar 2-1).

KHG Sungai Jangkang berada pada lahan masyarakat dan kawasan hutan dengan kedalaman gambut bervariasi dari gambut dangkal hingga gambut sangat dalam (Gambar 2-2). Menurut Ritung *et al.* (2011) gambut di Pulau Bengkalis umumnya merupakan gambut sangat dalam (lebih dari 4 m) dengan luas sekitar 285 ribu ha. Menurut data Hak Guna Usaha (HGU) (Gambar 2-2) lokasi penelitian tidak berada pada lokasi HGU atau berada pada lahan yang dikelola oleh masyarakat, sehingga pengawasan lokasi dan kawasan gambut berfungsi lindung dilakukan oleh pemerintah daerah.

Gambar 2-2 memperlihatkan bahwa selama tahun 2016 hingga 2017 terdapat titik hotspot di beberapa lokasi. Umumnya hotspot yang terjadi berada di kawasan gambut berfungsi lindung (kedalaman gambut lebih dari 900 cm). Menurut Khoiriyah dan Sitanggang (2014) dan Ramadhan *et al.* (2017), hotspot-hotspot yang terjadi terus menerus di lokasi yang sama selama beberapa hari (2–5 hari) menjadi indikator kuat terjadinya kebakaran hutan dan lahan.



Gambar 2-1: Lokasi Penelitian KHG Sungai Jangkang – Sungai Liong



Gambar 2-2: Sebaran Kedalaman Gambut, HGU, dan Titik Hotspots Tahun 2016 – 2017 di Pulau Bengkalis, Riau

2.2 Data Penelitian

Data yang dipergunakan berupa data Landsat 8 OLI dengan waktu akuisisi bulan Maret, dan April 2016. Data landsat 8 OLI ini digunakan dalam penentuan indeks kekeringan. Data sifat fisik gambut berupa kadar serat pada kedalaman 50 – 100 cm dan bobot isi pada kedalaman 0 – 50 cm pada bulan Mei 2016 dari hasil penelitian Edi (2017). Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Pulau Bengkalis skala 1:50.000 dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data *near real time Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) berupa data hotspot bulan Maret – Juni 2016 dari FIRMS

<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>

2.3 Metode

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan pengolahan data, diantaranya: 1) pembuatan sebaran data lapangan, 2) identifikasi kekeringan, dan 3) penentuan titik kritis. Estimasi TMA yang akan dicari pada penelitian ini adalah Estimasi TMA untuk bulan Mei 2016 pada pengukuran TMA di lahan gambut (bukan di jaringan drainase). Pada perhitungan estimasi TMA indeks kekeringan menggunakan data citra bulan Maret, dan April 2016. Bulan-bulan ini masih berada dekat dengan

bulan Mei dan masih memiliki kondisi musim yang sama.

2.3.1 Sebaran Data Lapangan

Data lapangan yaitu bobot isi dan kadar serat yang diperoleh berupa data *numeric*. Data ini menyebar secara tidak merata diseluruh KHG. Oleh karena itu untuk memperoleh informasi pada lokasi-lokasi yang tidak memiliki data, dilakukan dengan teknik interpolasi *spline*.

2.3.2 Identifikasi Kekeringan

2.3.2.1 Normalized Difference Water Index (NDWI)

NDWI menurut Gao (1996) merupakan kombinasi dari saluran *Near-Infrared* (NIR) dan *Short Wave Infrared* (SWIR). Perubahan kadar air vegetasi dan struktur mesofil spons di kanopi vegetasi dipengaruhi oleh reflektansi SWIR, sedangkan struktur internal daun dan daun kering tetapi tanpa kandungan air ditunjukkan oleh reflektansi NIR. Menurut Ceccato *et al.* (2001), kombinasi dari NIR dan SWIR dapat menghilangkan variasi yang disebabkan oleh struktur internal daun dan kandungan bahan kering daun, meningkatkan akurasi dalam menduga kadar air vegetasi. Perhitungan NDWI diperlihatkan dalam persamaan (2-1).

$$NDWI = \frac{(R_{Nir} - R_{SWIR6})}{(R_{Nir} + R_{SWIR6})} \quad (2-1)$$

dimana R_{Nir} adalah reflektan dari band NIR, sedangkan R_{SWIR6} adalah reflektan dari band SWIR 6 pada Landsat 8.

Indeks NDWI dipengaruhi oleh kadar air daun, jenis vegetasi, dan penutup lahan (Gao, 1996). Kadar air vegetasi yang tinggi dan pada fraksi tutupan vegetasi yang tinggi akan memiliki nilai NDWI tinggi. Nilai-nilai NDWI rendah berarti kadar air vegetasi rendah dan fraksi penutup vegetasinya juga rendah (Tabel 2-1).

Tabel 2-1: KATEGORI KEKERINGAN NDWI (GULÁCSI DAN KOVÁCS, 2015)

| Kategori NDWI | Deskripsi |
|-----------------------|-------------------------|
| $0.7 \leq NDWI$ | kadar air sangat tinggi |
| $0.6 \leq NDWI < 0.7$ | kadar air tinggi |
| $0.6 \leq NDWI < 0.5$ | kadar air sedang |
| $0.4 \leq NDWI < 0.5$ | kadar air rendah |
| $0.3 \leq NDWI < 0.4$ | kekeringan rendah |
| $0.2 \leq NDWI < 0.3$ | Kekeringan sedang |
| $0.0 \leq NDWI < 0.2$ | Kekeringan kuat |
| $NDWI < 0.0$ | Kekeringan sangat kuat |

2.3.2.2 Visible and Shortwave Infrared Drought Index (VSDI)

Pada penelitian ini dilakukan estimasi kelembaban dengan menggunakan metode VSDI. VSDI merupakan indeks kekeringan untuk pemantauan kekeringan permukaan baik tanah dan vegetasi (tanaman). Indeks ini merupakan kombinasi dari band *blue*, *red*, dan band *SWIR*, persamaannya ditulis seperti dalam persamaan (2-2).

$$VSDI = 1 - [(R_{SWIR6} - R_{Blue}) + (R_{Red} - R_{Blue})] \quad (2-2)$$

dimana R_{SWIR6} adalah reflektan dari band SWIR 6 pada Landsat 8, R_{Blue} merupakan reflektan dari band *blue*, sedangkan R_{Red} adalah reflektan band *red*.

Respon spektral *SWIR* dan band *red* terhadap stres air dari tanaman dan tanah, ditemukan sensitif terhadap variasi kelembaban, sehingga band *SWIR* dan *red* dapat digunakan pada

pengukuran kelembaban. Sedangkan Band *blue* kurang sensitif terhadap perubahan air dan dapat berfungsi sebagai patokan kelembaban (Zhang *et al.*, 2013a).

Dengan cara ini, VSDI dibangun berdasarkan pada perbedaan antara band sensitif kelembaban (R_{SWIR} dan R_{Red}) dan band referensi (R_{Blue}). Kombinasi ($R_{SWIR} - R_{Blue}$) dan ($R_{Red} - R_{Blue}$) akan memaksimalkan variasi kelembaban dan memberikan potensi untuk memperkirakan permukaan air independen dari jenis tutupan lahan lainnya. Akhirnya, VSDI dikurangi dari 1 untuk membuat VSDI berkorelasi positif terhadap variasi lembab. Rentang VSDI didefinisikan pada Tabel 2-2 dengan penjelasan singkat.

2.3.3 Penentuan Titik Kritis

Penentuan titik kritis terjadinya kebakaran lahan gambut sebagai peringatan dini kebakaran dilakukan dengan cara menghitung selisih dari nilai TMA terdangkal dengan kisaran kemungkinan kesalahan yang diperoleh (RMSE) dari model seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2-3), yaitu:

$$TMA_{kritis} = TMA_{min} - RMSE \quad (2-3)$$

dimana TMA_{kritis} adalah titik kedalaman muka air tanah kritis pada saat terjadi hotspot. TMA_{min} adalah kedalaman muka air tanah terdangkal saat terjadi hotspot. RMSE adalah kesalahan yang didapat dari hasil perhitungan model.

Model TMA yang digunakan adalah model estimasi TMA bulan Mei 2016 yang diperoleh dengan menggunakan data lapangan dan indeks kekeringan. Persamaan model linier untuk masing-masing TMA adalah seperti ditunjukkan pada persamaan (2-4), (2-5) dan (2-6) berikut ini:

$$TMA_{fisik} = 159.74 - 600.99 L_1 + 0.84 L_2 \quad (2-4)$$

dimana TMA_{fisik} adalah estimasi TMA dari data lapangan. L_1 merupakan kondisi bobot isi pada kedalaman 0 hingga 50 cm. L_2 adalah kondisi kadar serat tanah pada kedalaman 50 – 100 cm.

$$TMA_{\text{indeks}} = -439.5 - 1639.7 I_1 - 640.2 I_2 + 477 I_3 \quad (2-5)$$

dimana TMA_{indeks} merupakan estimasi TMA dari indeks kekeringan (Febrianti et al., 2018). I_1 adalah kondisi NDWI pada bulan Maret 2016. I_2 adalah kondisi NDWI bulan April 2016. I_3 adalah VSDI bulan Maret 2016.

$$TMA_{\text{gab}} = -157.42 - 584.64 G_1 + 0.85 G_2 - 627.23 G_3 + 273.66 * G_4 \quad (2-6)$$

dimana TMA_{gab} adalah estimasi TMA dari data lapangan dan indeks. G_1 merupakan kondisi bobot isi pada kedalaman 0 hingga 50 cm. G_2 adalah kondisi kadar serat tanah pada kedalaman 50 – 100 cm. G_3 adalah kondisi NDWI pada bulan Maret 2016. G_4 adalah VSDI bulan Maret 2016.

Tabel 2-2: DEFINISI KISARAN TEORITIS DARI VSDI (ZHANG et al., 2013b)

| Kategori VSDI | Deskripsi |
|-------------------|--|
| $0 < VSDI \leq 1$ | Semakin kecil nilai, kondisi semakin kering (permukaan lahan pertanian atau permukaan apapun yang hanya diklasifikasikan sebagai tanah, vegetasi dan kombinasi keduanya) |
| $1 < VSDI \leq 2$ | air atau air salju (termasuk badan air, salju, dan penutup es) |

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sebaran Sifat Fisik Tanah dan Indeks Kekeringan

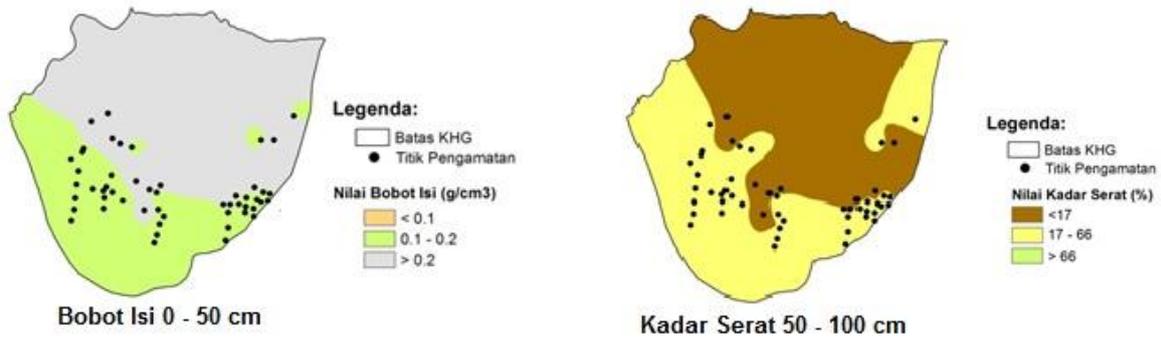
Sifat fisik tanah di lokasi penelitian diketahui bahwa yang berperan penting dalam menentukan kondisi TMA gambut yaitu bobot isi pada kedalaman 0 – 50 cm dan kadar

serat di kedalaman 50 – 100 cm (Gambar 3-1). Pada titik terjadinya hotspot diketahui bobot isi pada kedalaman 0 – 50 cm umumnya adalah 0.16 g/cm^3 , dengan tingkat kematangan sedang (jenis hemik). Berdasarkan kadar serat pada kedalaman 50 – 100 cm umumnya sebesar 18 %, yang memiliki tingkat kematangan sedang (jenis hemik).

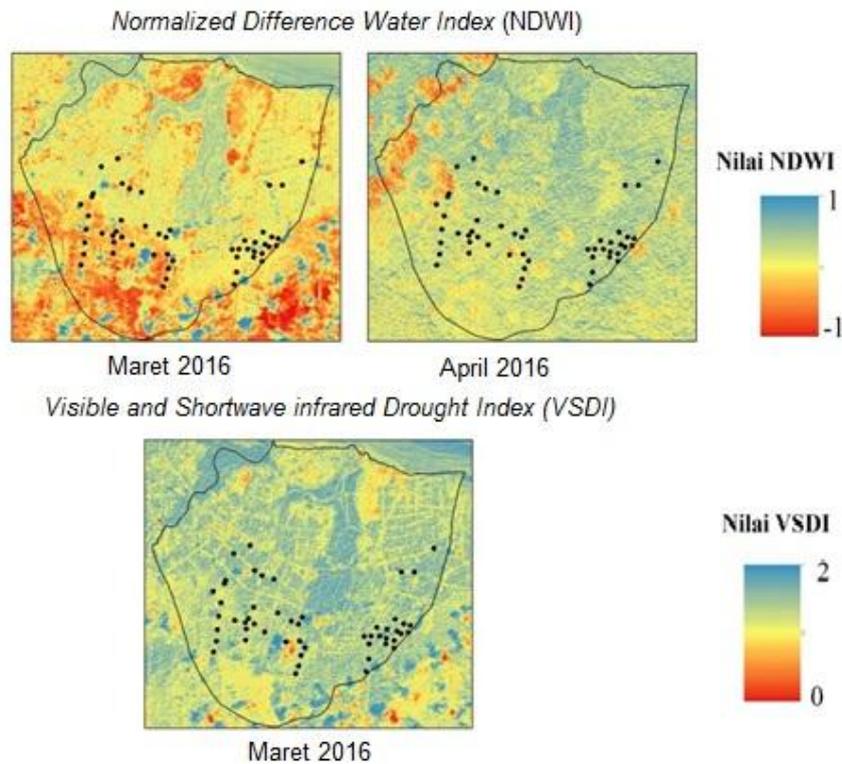
Tingkat kematangan lahan gambut pada saat terjadinya hotspot di lokasi penelitian pada kedalaman 0 – 100 cm adalah jenis hemik. Kematangan gambut jenis hemik memiliki daya ikat air yang tidak terlalu besar, maka air di lahan dapat dengan cepat hilang dari lahan sehingga lahan menjadi cepet kering. Kematangan hemik juga sangat mudah terbakar pada kondisi kering karena serat tanaman sudah lebih halus maka bila tersulut api akan cepat menjalar baik ke samping maupun ke dalam permukaan gambut, maka lahan gambut di daerah fungsi lindung dengan tipe hemik cukup rentan terhadap kejadian kebakaran lahan gambut.

Pengolahan indeks kekeringan dihitung menggunakan VSDI dan NDWI dapat dilihat pada Gambar 3-2. Kondisi pada bulan Maret terlihat NDWI berwarna biru (basah) terdapat di sepanjang sungai, sedangkan lokasi sekitarnya telah mulai mengering dengan warna merah. Pada bulan April 2016 terlihat kondisi semakin kuning. Pada Gambar 3-2 juga dapat dilihat kondisi VSDI pada bulan Maret 2016 yang berwarna orange.

Hasil ekstraksi nilai NDWI setiap bulan pada titik pengamatan berkisar antara 0.04 – 0.31 (Maret), dan 0.15 – 0.29 (April). Sedangkan ekstrak nilai VSDI pada titik pengamatan berkisar antara 0.42 – 1.4 (Maret) (Febrianti et al., 2018).



Gambar 3-1: Sebaran Bobot Isi dan Kadar Serat Tanah Gambut di KHG S. Jangkang – S. Liong

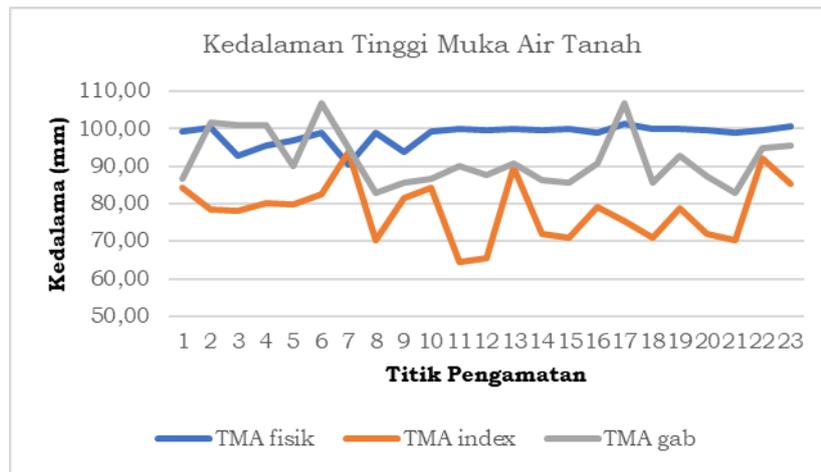


Gambar 3-2: Sebaran NDWI dan VSDI di KHG S. Jangkang – S. Liong (a) NDWI Maret 2016, (b) NDWI April 2016, (c) VSDI Maret 2016) (Febrianti *et al.*, 2018)

3.2 Titik Kritis TMA Gambut

Hasil estimasi TMA yang diperoleh diekstrak menggunakan data hotspot untuk memperoleh kisaran titik kritis terjadinya kebakaran. Pada Gambar 3-3 terlihat nilai titik kritis TMA dari ketiga model. Model TMA dari indeks kekeringan terlihat lebih over estimate

dimana umumnya TMA berada di sekitar 78 cm, TMA gabungan dari sifat fisik tanah dan indeks kekeringan cenderung tidak sefluktuatif TMA dari indeks kekeringan dengan nilai sekitar 92 cm, sedangkan nilai TMA dari sifat fisik tanah terlihat lebih konstan pada kedalaman 100 cm.



Gambar 3-3: Kondisi TMA setiap model pada saat hotspot

Tabel 3-1: ESTIMASI TITIK KRITIS SETIAP REKOMENDASI MODEL ESTIMASI TMA

| Keterangan | Estimasi TMA | | |
|------------------------------------|---------------|-------------------|------------|
| | Data Lapangan | Indeks Kekeringan | Gabungan |
| Kisaran TMA Terjadi Kebakaran (cm) | 90.46±16.18 | 64.35±36.9 | 82.78 ± 16 |
| Titik Kritis (cm) | 74 | 27 | 66 |

Sumber: Hasil pengolahan data

Putra dan Hayasaka (2011) menyatakan bahwa titik kritis terjadinya kerusakan dan kebakaran di lahan gambut budidaya adalah 40 cm, sedangkan menurut Taufik *et al.* (2010 dan 2011), titik kritis TMA terjadi kebakaran di gambut HTI adalah pada kedalaman 65.9 cm. Pernyataan ini bila dibandingkan dengan hasil yang telah diperoleh dari penelitian ini (Tabel 3-1) dimana kebakaran terjadi di gambut fungsi lindung adalah berkisar antara 27 cm (estimasi TMA indeks kekeringan) hingga 74 cm (estimasi TMA data lapangan). Rendahnya nilai titik kritis (27 cm) yang diperoleh karena model estimasi TMA indeks kekeringan ini masih rendah akurasi, sehingga pada TMA dangkal sudah menjadi batasan titik kritis terjadinya kebakaran. Sebagai upaya untuk mencegah terjadinya kerusakan, kekeringan, dan kebakaran lahan gambut hendaknya kondisi TMA tetap dijaga pada kedalaman kurang dari titik kritis.

4 KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa estimasi TMA dari kombinasi data lapangan dan indeks kekeringan (NDWI dan VSDI) memberikan akurasi yang cukup baik. Dengan demikian TMA dapat menjadi indikator peringatan dini bahaya kebakaran lahan gambut. Dengan estimasi TMA ini dapat memberikan hasil yang lebih cepat dengan akurasi cukup baik. Namun model estimasi TMA ini belum tentu dapat diterapkan secara langsung pada lokasi penelitian lainnya. Titik kritis kedalaman muka air tanah gambut berkisar antara 27 hingga 74 cm. Kedalaman muka air tanah lahan gambut hendaknya tetap dipertahankan kurang dari titik kritis, jika tidak, maka potensi kebakaran lahan gambut akan meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan bagian dari Tesis penulis yang pendidikannya

dibiayai oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).

DAFTAR RUJUKAN

- Ceccato, P., S. Flasse, S. Tarantola, S. Jacquemond, & J.M. Gregoire. (2001). *Detecting Vegetation Water Content Using Reflectance in the Optical Domain*. *Remote Sensing of Environment*, 77: 22–33.
- Chen, D., J. Huang, & T.J. Jackson. (2005). *Vegetation Water Content Estimation for Corn and Soybeans Using Spectral Indices Derived from MODIS Near- and Short-Wave Infrared Bands*. *Remote Sensing of Environment*, 98 (2–3): 225–236.
- Edi, H. (2017). *Identifikasi Potensi Bahaya Subsidence di Kesatuan Hidrologi Gambut Sungai Jangkang – Sungai Liang Pulau Bengkalis*. (Thesis), IPB (Bogor Agricultural University), Bogor.
- Febrianti, N., K. Murtilaksono, & B. Barus (2018). *Model Estimasi Tinggu Muka Air Tanah Lahan Gambut Menggunakan Indeks Kekeringan*. *Inderaja*, 15 (1): 25-36.
- Gao, B-C. (1996). *NDWI—A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space*. *Remote Sensing of Environment*, 58: 257-266.
- Gu, Y., E. Hunt, B. Wardlow, J.B. Basara, J.F. Brown, & J.P. Verdin. (2008). *Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for Vegetation Drought Monitoring Using Oklahoma Mesonet Soil Moisture Data*. *Geophysical Research Letters*, 35 (5): L22401.
- Gulácsi, A. & F. Kovács. (2015). *Drought Monitoring With Spectral Indices Calculated From Modis Satellite Images* *Geography*, 8 (3–4), 11–20.
- Guttler F., D. Ienco, M. Teisseire, J. Nin, & P. Poncelet. (2014). *Towards the Use of Sequential Patterns for Detection and Characterization of Natural and Agricultural Areas*. In: Laurent A., Strauss O., Bouchon-Meunier B., Yager R.R. (eds) *Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems*. IPMU 2014. Communications in Computer and Information Science, Springer (442), Cham.
- Hazaymeh, K. & Q.K. Hassan. (2016). *A Remote Sensing-Based Agricultural Drought Indicator and Its Implementation Over Semi-Arid Region, Jordan*. *AIMS Environmental Science*, 3(4): 604-630.
- <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>. Akses (2017)
- Jackson, T.J., D. Chen, M. Cosh, F. Li, M. Anderson, C. Walthall, P. Doriaswamy, & E.R. Hunt. (2004). *Vegetation Water Content Mapping Using Landsat Data Derived Normalized Difference Water Index for Corn and Soybeans*. *Remote Sensing of Environment*, 92 (4): 475–482.
- Khoiriyah, Y.M., & I.S. Sitanggang. (2014). *A Spatial Decision Tree Based On Topological Relationships for Classifying Hotspot Occurrences in Bengkalis Riau Indonesia*. *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, 268-272.
- Maki, M., M. Ishiahra, & M. Tamura. (2004). *Estimation of Leaf Water Status to Monitor the Risk of Forest Fires by Using Remotely Sensed Imagery*. *Remote Sensing of Environment*, 90 (4): 441–450.
- Meingast K.M., M.J. Falkowski, E.S. Kane, L.R. Potvin, B.W. Benscoter, A.M.S. Smith, L.L. Bourgeau-Chavez, & M.E. Miller. (2014). *Spectral Detection Of Near-Surface Moisture Content And Water-Table Position In Northern Peatland Ecosystems*. *Remote Sensing of Environment*, 152: 536 –546.
- Putra, E.I., & H. Hayasaka. (2011). *The Effect of Precipitation Pattern of Dry Season on Peat Fire Occurrence in Mega Rice Project Area, Central Kalimantan, Indonesia*. *Tropics* 19(4): 145-156.

- Ramadhan, M.M., I.S. Sitanggang, & L.P. Anzani. (2017). *Classification Model for Hotspot Sequences as Indicator for Peatland Fires Using Data Mining Approach*. Science and Technology, 3 (2): 588-597.
- Sadeghi, M., E. Babaeian, M. Tuller, & S.B. Jones. (2017). *The Optical Trapezoid Model: A Novel Approach to Remote Sensing of Soil Moisture Applied to Sentinel-2 and Landsat-8 Observations*. Remote Sensing of Environment, 198: 52-68.
- Sekretariat Negara. 2014. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2014 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut*. Jakarta (ID).
- Syaufina L., B.H. Saharjo, & T. Tiryana. (2004). *The Estimation of Greenhouse Gases Emission of Peat Fire*. Working Paper, No. 04. Environmental Research Center, Bogor Agricultural University. Bogor.
- Takeuchi W., T. Hirano, N. Anggraini, & O. Roswintarti. (2010). *Estimation of Ground Water Table at Forested Peatland in Kalimantan Using Drought Index Towards Wildfire Control*. Prosiding ACRS, 1-5 November 2010. Hanoi (VN).
- Taufik M., B.I. Setiawan, L.B. Prasetyo, N.H. Pandjaitan, & Soewarso. (2010). *Peluang untuk Mengurangi Bahaya Kabakaran di HTI Lahan Basah: Model Pendekatan Pengelolaan Air*. Hidrosfir Indonesia, 5(2): 55 - 62.
- Taufik M., B.I. Setiawan, L.B. Prasetyo, N.H. Pandjaitan, & Soewarso. (2011). *Development of Fire Danger Index at SBA Wood Industries, South Sumatera*. Penelitian Hutan Tanaman, 8 (4): 215 - 223.
- Taufik M., & B.I. Setiawan. (2012). *Interpretation of Soil Water Content Into Dryness Index; Implication for Forest Fire Management*. Manajemen Hutan Tropika, 18 (1): 31-38.
- Taufik M. (2010). *Analisis Perilaku Indeks Kekeringan di Wilayah Rentan Kebakaran, Sumatera Selatan*. Agromet, 24 (2): 9-17.
- Thenkabail, P.S. (2015). *Remote Sensing of Water Resources, Disasters, and Urban Studies*. Remote Sensing Handbook, (3). CRC Press. New York.
- Xiao, X., S. Boles, J. Liu, , D. Zhuang, S. Frolking, C. Li, W. Salas, & B. Moore III. (2005). *Mapping Paddy Rice Agriculture in Southern China Using Multi-Temporal MODIS Images*. Remote Sensing of Environment, 95 (4): 480-492.
- Zarco-Tejada, P.J., C.A. Rueda, & S.L. Ustin. (2003). *Water Content Estimation in Vegetation with MODIS Reflectance Data and Model Inversion Methods*. Remote Sensing of Environment, 85 (1): 109-124.
- Zargar, A, R. Sadiq, B. Naser, & F.I. Khan. (2011). *A Review of Drought Indices*. Environmental Reviews, 19: 333-349.
- Zhang, N., Y. Hong, Q. Qin, & L. Liu. (2013a). *VSDI: A Visible and Shortwave Infrared Drought Index for Monitoring Soil and Vegetation Moisture Based on Optical Remote Sensing*. Remote Sensing, 34 (13): 4585-4609.
- Zhang, N., Y. Hong, Q. Qin, & L. Zhu. (2013b). *Evaluation of the Visible and Shortwave Infrared Drought Index in China*. Disaster Risk Sci., 4 (2): 68-76.