

Validasi Areal Terbakar dengan Metode *Normalized Burning Ratio* Menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*): Studi Kasus

AGUS DWI SAPUTRA^{1,2}, DEDI SETIABUDIDAYA³, DWI SETYAWAN⁴, DAN ISKHAQ ISKANDAR³

¹Master Program in Environmental Science; ²Environmental Research Center; ³Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences; ⁴Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, University of Sriwijaya, Sumatra Selatan, Indonesia,

Intisari: Kebakaran hutan merupakan suatu bentuk bencana yang di picu oleh faktor alam maupun faktor kelalaian manusia, bencana ini mempunyai dampak terhadap aspek-aspek kehidupan masyarakat. Salah satu dampaknya adalah degradasi hutan dan lahan terutama keanekaragaman hayati didalamnya. Untuk dapat menyusun rencana rehabilitasi pasca kebakaran pada wilayah yang luas dibutuhkan data area terbakar yang sudah terklasifikasi tingkat keparahan terbakarnya. Pada penelitian ini akan melakukan validasi tingkat keparahan terbakar pada kebakaran tahun 2015 di kawasan hutan gambut Merang-Kepayang. Data areal terbakar diturunkan dengan metoda *Normalized Burning Ratio* dari Citra Landsat 8 yang menggunakan kanal *Near Infra Red* (NIR) dan kanal *Short Wave Infra Red* (SWIR), dari perhitungan metoda NBR dihasilkan nilai ambang batas keparahan terbakar yang diklasifikasikan berdasarkan rentang nilai reflektansi yaitu *unburned* bernilai $-1.02 - 0.29 \mu\text{m}$, *low* bernilai $0.29 - 0.42 \mu\text{m}$, *moderate* bernilai $0.42 - 0.55 \mu\text{m}$, dan *moderate extreme* $0.55 - 0.80 \mu\text{m}$. Setelah dilakukan klasifikasi tingkat keparahan terbakar, kemudian dilakukan validasi hasil klasifikasi menggunakan foto udara dari *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan 31 titik pengamatan lapangan dengan ketinggian terbang rata-rata 100 m dari permukaan tanah. Validasi menggunakan *confusion matrix* antara nilai reflektansi dan klasifikasi visual foto udara. Hasil validasi menyatakan bahwa akurasi keseluruhan adalah 70.97 % artinya tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara nilai indeks NBR dan klasifikasi lapangan. Dan juga nilai Koefisien Kappa 0.59 yang berarti hasil klasifikasi tersebut mampu menghindari 59.2% kesalahan yang akan muncul pada klasifikasi lapangan.

Kata kunci: *forest fire*, *Normalized Burning Ratio* (NBR), *remote sensing*, UAV

Email: agus_ds01@unsri.ac.id

1 PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan salah satu penyebab utama kerusakan hutan tropis di Indonesia. Pada kebakaran besar tahun 1997/1998 tercatat sekitar 25 juta hektar lahan diseluruh dunia terbakar termasuk 2.124.000 Ha hutan rawa gambut di Indonesia terbakar (Tacconi 2003). Lebih lanjut lagi kebakaran hutan dan lahan yang tidak terkendali merupakan faktor utama yang berkontribusi terhadap degradasi hutan dan lahan di daerah tropis dan juga penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar (Wibowo et al. 2013).

Karena memiliki dampak yang cukup besar maka dibutuhkan suatu upaya mitigasi dan rehabilitasi, salah satu upaya yang sangat bermanfaat dalam mendukung upaya mitigasi dan rehabilitasi tersebut adalah penyediaan informasi sebaran spasial daerah yang memiliki potensi tinggi untuk terbakar dan daerah yang telah mengalami kebakaran. Pengukuran areal terbakar secara langsung di lapangan pada wilayah yang luas dan sulit terjangkau sangatlah sulit dan mahal, juga memerlukan waktu yang lama.

Salah satu alternatif metode yang dapat dilakukan untuk penyediaan informasi daerah bekas kebakaran hutan dan lahan secara relatif lebih cepat, dapat dilakukan secara serentak pada daerah yang relatif luas dan sulit terjangkau, biaya yang relatif lebih murah serta dengan tingkat akurasi yang dapat dipertanggung jawabkan adalah dengan memanfaatkan citra penginderaan jauh (Roy et al. 2006)

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan validasi dan menghitung tingkat akurasi areal terbakar dari kebakaran tahun 2015 yang dihasilkan dari pengolahan citra Landsat 8 dengan metode *Normalized Burning Ratio* (NBR) menggunakan foto udara dari UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*).

2 TINJAUAN PUSTAKA

Identifikasi area terbakar yang memberikan hasil yang baik dengan tingkat akurasi yang tinggi adalah Metode *Normalized Burn Ratio* (NBR) (Lutes et al. 2006; Epting et al. 2005; Eidsenshink et al. 2007). Metode NBR telah dipergunakan oleh (Eidsenshink et al. 2007) untuk memetakan wilayah kebakaran hu-

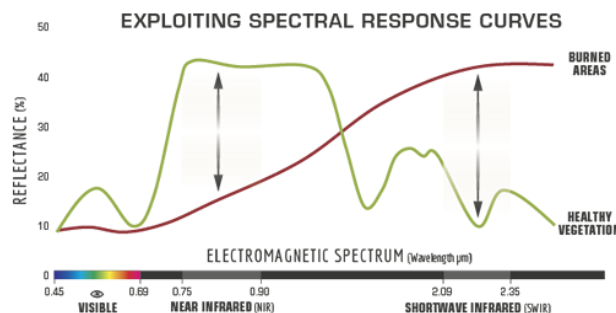
tan/lahan di seluruh wilayah Amerika Serikat. Metode ini juga telah diterapkan dikalimantan dengan menggunakan Citra MODIS (Suwarsono *et al.* 2013). *Normalized Burn Ratio* telah diadopsi sebagai bagian dari program FireMon dan secara rutin digunakan oleh tim *Burned Area Emergency Response* (BAER) untuk pengkajian pasca kebakaran oleh banyak badan pengelolaan lahan Amerika (Roy *et al.* 2005).

Dari analisa citra satelit penginderaan jauh, area terbakar biasanya ditandai dengan adanya deposit arang dan abu serta hilangnya tutupan vegetasi dan bahan bakar serta didominasi oleh tanah terbuka. Perubahan ini diidentifikasi dengan penginderaan jauh dan pengukuran langsung lapangan yang bervariasi secara spasial. Tipe vegetasi yang terbakar atau tetap tidak terbakar, perilaku api dan pembakaran, pertumbuhan kembali pasca kebakaran dan tingkat arang dan abu akan hilang disebabkan oleh angin dan air sebagai fungsi dari beberapa faktor biofisik dan antropogenik. Besar dan arah perubahan spektral disebabkan oleh arang dan deposit abu yang bergantung pada jenis dan kondisi vegetasi sebelum terbakar dan tingkat terbakar (Giglio *et al.* 2013). Secara umum, arang dan abu memiliki reflektansi yang rendah, biasanya 0,05 (400 nm) hingga 0,10 (2500 nm), meskipun kebakaran pada suhu tinggi yang menghasilkan abu putih yang sangat reflektif, misalnya 0,40 (400 nm) ke 0,60 (2500 nm) (Roy *et al.* 2005; Roy *et al.* 2006; Pereira *et al.* 1999).

Metode *Normalized Burning Ratio* dirancang untuk mengidentifikasi area terbakar dan mengestimasi tingkat keparahannya. Rumus yang digunakan mirip dengan Metode NDVI (*Normalized Deferential Vegetation Index*), tetapi pada Metode NBR menggunakan panjang gelombang *near-infrared* (NIR) dan panjang gelombang *shortwave-infrared* (SWIR) (Roy *et al.* 2006). Persamaan yang digunakan pada Metode NBR adalah:

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \tag{1}$$

Vegetasi sebelum terbakar memiliki reflektansi yang tinggi terhadap panjang gelombang near infrared (NIR) dan reflektansi yang rendah terhadap gelombang shortwave infrared (SWIR). Setelah terbakar daerah tersebut memiliki reflektansi yang rendah terhadap gelombang near infrared (NIR) dan reflektansi yang tinggi terhadap gelombang shortwave infrared (SWIR). Nilai NBR yang tinggi umumnya menunjukkan vegetasi yang masih baik sedangkan nilai NBR yang rendah menunjukkan berupa tanah kosong dan daerah baru terbakar (Loboda *et al.* 2007)



Gambar 1. Karakteristik Spektral (US Forest Service, 2015)

NBR sering digunakan untuk mengestimasi tingkat terbakar pada kasus kebakaran hutan dan lahan. Penerapan Metode ini memerlukan data citra satelit sebelum kawasan tersebut terbakar dan setelah kawasan tersebut terbakar. Untuk mendapatkan hasil yang baik diperlukan kualitas citra satelit yang baik juga. Tingkat keparahan area terbakar atau dNBR didefinisikan sebagai selisih dari NBR citra sebelum terbakar dan NBR citra setelah terbakar, dirumuskan dengan persamaan 2.3 dibawah ini:

$$dNBR = NBR_{prefire} - NBR_{postfire} \tag{2}$$

dNBR = Selisih NBR sebelum terbakar dan NBR setelah terbakar. NBR_{prefire} = NBR sebelum terbakar. NBR_{postfire} = NBR setelah terbakar.

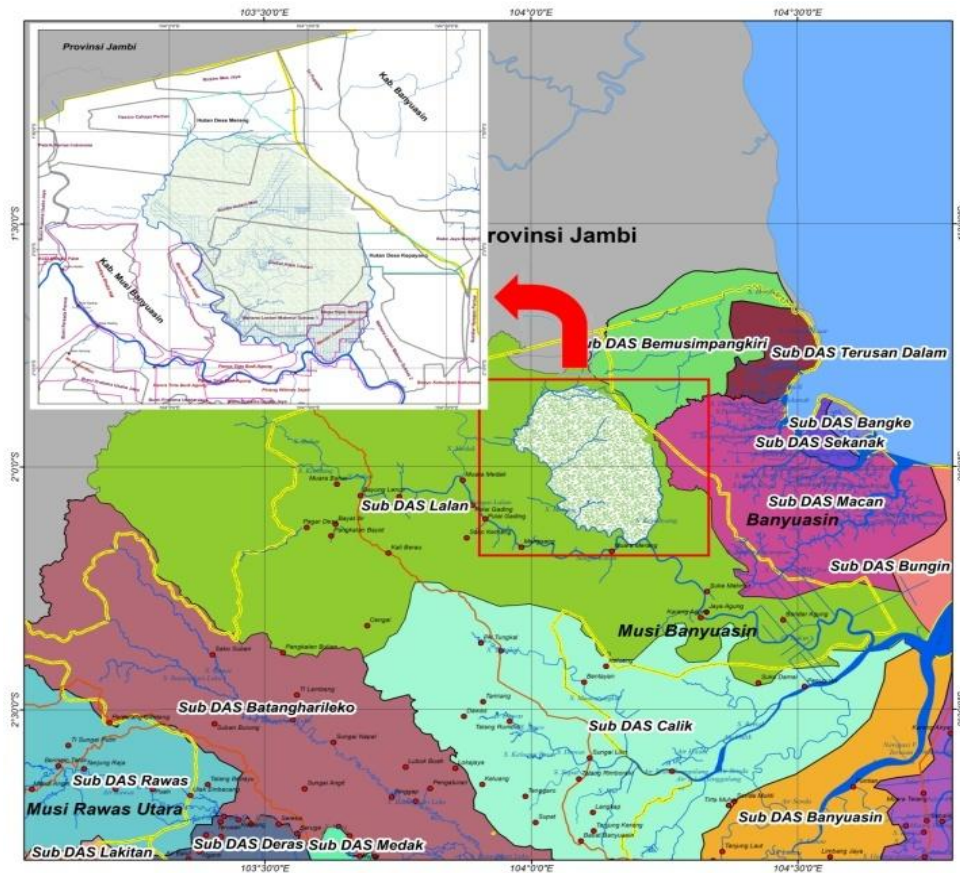
Nilai dNBR yang tinggi menunjukkan kerusakan yang parah dan dNBR negatif menunjukkan tingkat pertumbuhan vegetasi yang tinggi setelah terbakar. Interpretasi nilai dNBR dapat bervariasi, untuk menghasilkan nilai yang terbaik dalam beberapa kasus tertentu harus selalu didukung dengan penilaian lapangan. Namun nilai yang dihasilkan dari program USGS Firemon dapat digunakan sebagai pendekatan pertama untuk menafsirkan perbedaan NBR. Nilai nilai tersebut dijadikan pedoman dalam menentukan tingkatan keparahan (*severity level*) antara lain; tidak terbakar (*unburned*), terbakar rendah (*low*), terbakar agak berat (*moderate*), terbakar sangat berat (*high*), dan peningkatan respon vegetasi pasca kebakaran (Lutes *et al.* 2006).

3 METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2016 dengan lokasi penelitian di kawasan hidrologi gambut Merang-Kepayang. Wilayah studi berada di kecamatan Bayunglencir kabupaten Musi Banyuasin, yang terletak tepat antara Sungai Merang dan Sungai Kepayang yang masuk pada Sub DAS Lalan. Bentang lahan di wilayah studi sebagian besar berupa hutan rawa gambut. Jenis tanah aluvial cukup mendominasi di sepanjang sungai Merang. Ka-

wasan ini berada pada ketinggian 2–10 m dpl, dengan kelerengn dibawah 3%. Batas wilayah studi

memiliki luas lebih kurang 69.840 hektar.



Gambar 2. Peta wilayah studi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; Komputer yang dilengkapi dengan software ArcGIS, software statistik, UAV DJI Phantom 3, *Global Positioning System* (GPS). Bahan yang digunakan mencakup data-data primer dan sekunder yaitu; citra Landsat 8 tahun 2014 dan tahun 2016, Landsat *geo-ortho* untuk koreksi citra, data hotspot tahun 2015 dari UPTD Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan.

Untuk memvalidasi areal terbakar pada kebakaran tahun 2015 di wilayah studi, dilakukan perhitungan *Normalized Burning Ratio* (NBR) terhadap citra satelit Landsat 8 pada saat sebelum terbakar, yaitu citra Landsat 8 tahun 2014 dan citra satelit Landsat 8 pada saat setelah terbakar, yaitu citra Landsat tahun 2016. Sebelum melakukan perhitungan NBR terhadap masing-masing citra satelit, terlebih dahulu dilakukan proses awal pengolahan citra, yaitu koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Setelah tahap

awal pengolahan citra dilakukan ekstraksi indeks NBR menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2). Setelah dilakukan ekstraksi nilai NBR dan perhitungan dNBR dilakukan klasifikasi tingkat terbakar (*severity level*); *low*, *moderate*, dan *moderate extreme* dengan menghitung ambang batas (*threshold*) dengan persamaan 3 di bawah ini (Fraser et al. 2000) :

$$\text{Ambang Batas (Xt)} = \text{Rata-rata } (\bar{x}) \pm a \cdot \text{Standar Deviasi } (\sigma) \tag{3}$$

Setelah nilai ambang batas (*thresholds*) dari masing masing tingkat keparahan kebakaran (*severity level*) ditentukan, selanjutnya dihitung validasi dan tingkat akurasi area terbakar yang dihasilkan dari citra Landsat 8 dilakukan dengan membandingkannya (*confusion matrix*) terhadap 31 titik sampel foto udara yang didapatkan dari pesawat tanpa awak (UAV). Persamaan yang digunakan adalah;

$$\text{Overall Accuracy (\%)} = \frac{\text{jumlah piksel yang terklasifikasi secara benar}}{\text{Jumlah sample Uji Akurasi}} \times 100 \tag{4}$$

$$\text{Producer accuracy (\%)} = \frac{\text{jumlah sampel uji akurasi suatu kelas yang terklasifikasi benar}}{\text{Jumlah sample Uji Akurasi pada suatu kelas}} \times 100 \tag{5}$$

$$\text{User accuracy (\%)} = \frac{\text{jumlah sampel uji akurasi suatu kelas yang terklasifikasi benar}}{\text{Jumlah sample Uji Akurasi yang terklasifikasi sebagai kelas tersebut}} \times 100 \tag{6}$$

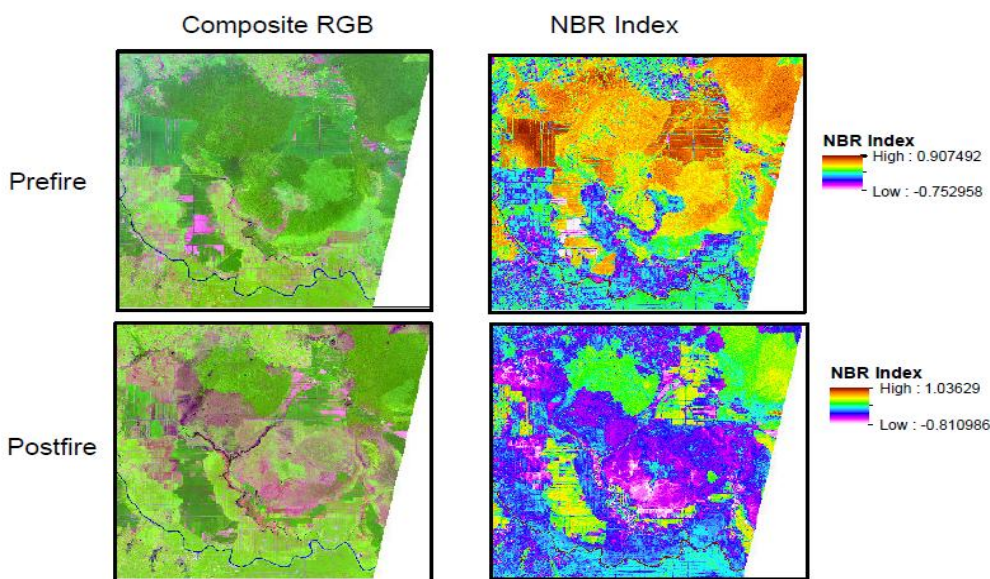
$$\text{Error omission (\%)} = 100\% - \text{Producer accuracy} \tag{7}$$

$$\text{Error comission (\%)} = 100\% - \text{User accuracy} \tag{8}$$

Uji akurasi juga dilakukan dengan menghitung Nilai kappa yang menunjukkan perbandingan antara hasil klasifikasi yang diuji dengan hasil klasifikasi acak. Dengan kata lain nilai kappa menunjukkan konsistensi akurasi hasil klasifikasi (Pontius & Millones 2011).

4 Hasil dan Diskusi

Setelah dilakukan tahapan pengolahan citra; koreksi geometrik, koreksi radiometrik dilakukan ekstraksi variabel index NBR dari masing-masing citra tersebut. Hasil ekstraksi variabel indek NBR menggunakan persamaan 1 ditampilkan pada Gambar 3 dibawah ini;



Gambar 3 Composit Landsat 8 dan Indeks NBR

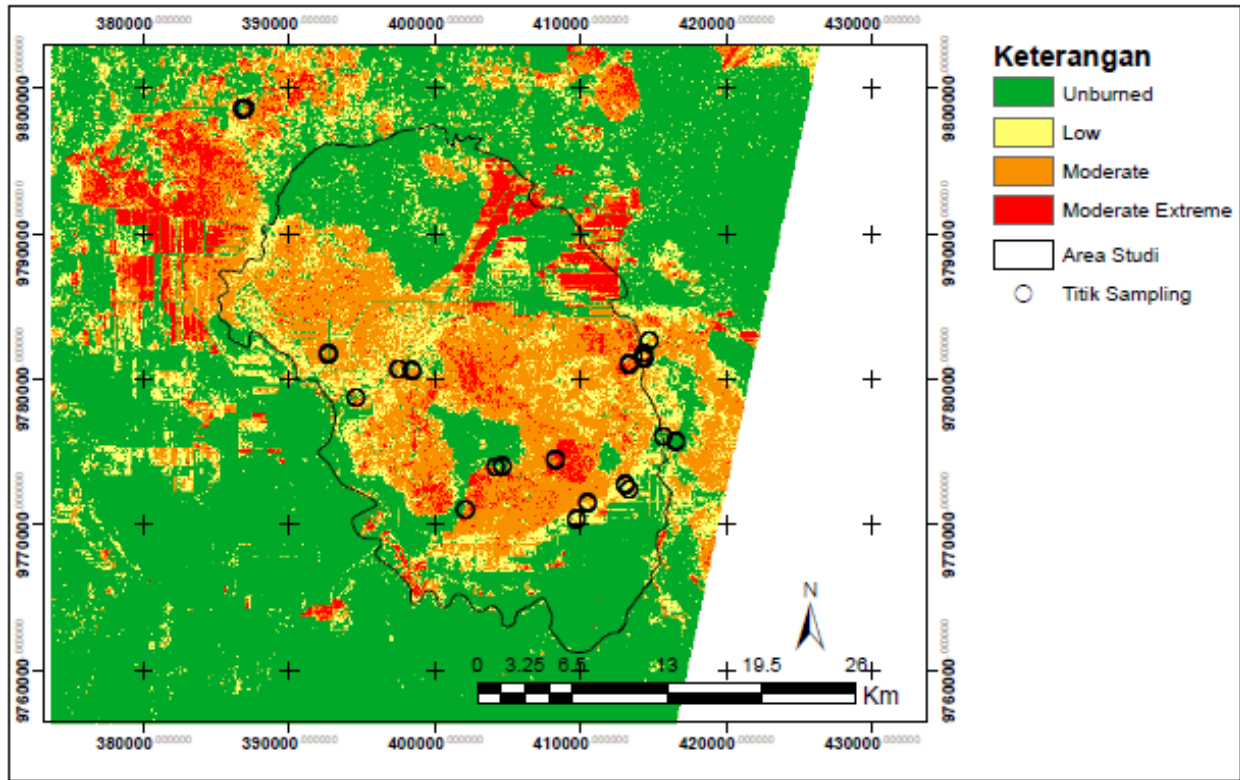
Hasil perhitungan reflektansi menunjukkan nilai NBR sebelum terbakar lebih tinggi dibandingkan setelah terbakar, pada citra sebelum terbakar nilai NBR mencapai 0.90 dan setelah terbakar dibawah 0, dimana ada perubahan area dari bervegetasi menjadi non-vegetasi atau didominasi arang dan abu, secara umum, arang dan abu memiliki reflektansi yang rendah, biasanya 0,05 (400 nm) hingga 0.10 (2500 nm) (Roy et al. 2005). Nilai ambang batas (*threshold*) dNBR ditentukan berdasarkan data verifikasi

lapangan yang merupakan area terbakar yang digunakan untuk meminimalisasi kesalahan hasil identifikasi area terbakar, dari hasil perhitungan dengan persamaan (3) nilai ambang batas yang dihasilkan adalah 0.29, 0.42, dan 0.55.

Berdasarkan nilai ambang dilakukan klasifikasi terhadap tingkat keparahan kebakaran (*severity level*) dan dihasilkan 43.031,66 ha atau 61.62 % lahan terbakar. Luas dari setiap *severtiy level* adalah un-

burned (tidak terbakar): 26.805,35 ha atau sekitar 38.38 % dari total luas wilayah, *low*: 12.231,29 ha atau sekitar 17.51 % dari total luas wilayah, *mod-*

erate: 25.880,15 ha atau sekitar 37.05 % dari total luas wilayah dan *moderate extreme*: 4.920,23 ha atau sekitar 7.1 % dari total luas wilayah (Gambar 4).



Gambar 4. Peta Tingkat Terbakar (*severity level*) di wilayah studi

Setelah didapatkan klasifikasi areal terbakar, dilakukan uji akurasi dari masing-masing titik pengamatan lapangan menggunakan UAV dengan menggunakan persamaan (4)(5)(6)(7)(8), tujuannya untuk melihat seberapa besar penilaian terhadap asesmen lapangan dengan perhitungan index yang dihasilkan dari citra satelit. Hasil uji akurasi ditampilkan pada tabel 1 di bawah ini;

Tabel 1. Analisa akurasi dan koefisien Kappa

dNBR Index	Field Assessment				Total
	Un-burned	Low	Moderate	Moderate Extreme	
Unburned	3	1	0	0	4
Low	0	7	2	1	10
Moderate	0	4	7	0	11
Moderate Extreme	0	0	1	5	6
Total	3	12	10	6	31
Producer Accuracy %	100.00	58.33	70.00	83.33	
User Accuracy %	75.00	70.00	63.64	83.33	
Omission Error %	0.00	41.67	30.00	16.67	
Commission Error %	25.00	30.00	36.36	16.67	
Overall Accuracy %	70.97				
Koefisien Kappa	0.592				

Analisis *confusion matrix* nilai akurasi antara perhitungan indeks dan kondisi lapangan (Gambar 5) menunjukkan *overall accuracy* 70.97% yang menunjukkan akurasi keseluruhan terhadap nilai ambang batas dari reflektansi citra yang dihasilkan dengan kondisi lapangan. Koefisien kappa 0.592 yang berarti hasil klasifikasi tersebut mampu menghindari 59.2% kesalahan yang akan muncul pada klasifikasi lapangan. Koefisien kappa hanya sebesar 0.592 karena sampling lapangan pada tingkat *moderate extreme* tidak terlalu banyak.

Penerapan model NBR dalam mengidentifikasi area terbakar di wilayah studi memiliki keterbatasan yaitu seperti sudah disinggung dalam diatas, penerapan model ini hanya memberikan tingkat akurasi 70.97% dan koefisien kappa 0.592. Jadi, meskipun dalam proporsi yang relatif kecil, masih dijumpai adanya komisi (*commision*) dan omisi (*ommision*), yaitu daerah-daerah lain yang tidak terbakar (*non burned area*) yang ikut terdeteksi sebagai *burnscar* atau daerah-daerah yang sebenarnya terbakar

(burned area) tetapi tidak terdeteksi sebagai area terbakar.

5 SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil validasi dan perhitungan tingkat akurasi areal terbakar antara indeks *Normalized Burning Ratio* yang di dihasilkan dari ekstraksi data Landsat 8 dan foto udara dari data UAV dapat disimpulkan bahwa hasil klasifikasi nilai reflektansi area terbakar dari nilai dNBR memiliki akurasi yang cukup baik, akan tetapi dapat lebih baik lagi jika titik titik pengamatan lapangan diperbanyak agar dapat meningkatkan nilai akurasi dan koefisien kappa yang menjadi acuan tingkat kepercayaan hasil klasifikasi.

REFERENSI

- [1] Eidenshink, J. et al., 2007. A Project for Monitoring Trends in Burn Severity. *Fire Ecology*, 3(1), pp.3–21.
- [2] Epting, J., Verbyla, D. & Sorbel, B., 2005. Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+. *Remote Sensing of Environment*, 96(3–4), pp.328–339.
- [3] Fraser, R.H., Li, Z. & Cihlar, J., 2000. Hotspot and NDVI differencing synergy (HANDS): A new technique for burned area mapping over boreal forest. *Remote Sensing of Environment*, 74(3), pp.362–376.
- [4] Giglio, L., Randerson, J.T. & Van Der Werf, G.R., 2013. Analysis of daily, monthly, and annual burned area using the fourth-generation global fire emissions database (GFED4). *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 118(1), pp.317–328.
- [5] Loboda, T., O'Neal, K.J. & Csiszar, I., 2007. Regionally adaptable dNBR-based algorithm for burned area mapping from MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 109(4), pp.429–442.
- [6] Lutes, D.C. et al., 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. USDA Forest Service RMRS-GTR-164-CD. , (June).
- [7] Pereira, J.M.C. et al., 1999. Spectral Characterisation and discrimination of burnt areas,
- [8] Pontius, R.G. & Millones, M., 2011. Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. *International Journal of Remote Sensing*, 32(15), pp.4407–4429. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431161.2011.552923>.
- [9] Roy, D.P. et al., 2005. The Southern Africa Fire Network (SAFNet) regional burned-area product-validation protocol. *International Journal of Remote Sensing*, 26(19), pp.4265–4292.
- [10] Roy, D.P., Boschetti, L. & Trigg, S.N., 2006. Remote sensing of fire severity: Assessing the performance of the normalized burn ratio. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 3(1), pp.112–116.
- [11] Suwarsono, Rokhmatuloh & Waryono, T., 2013. Pengembangan Model Identifikasi Daerah Bekas Kebakaran Hutan Dan Lahan (Burned Area) Menggunakan Citra Modis Di Kalimantan (Model Development of Burned Area Identification Using Modis Imagery in Kalimantan). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 10, pp.93–112.
- [12] Tacconi, L., 2003. Kebakaran Hutan di Indonesia :, Bogor.
- [13] Wibowo, A. et al., 2013. Review of Reducing Green House Gas Emission for Forestry Sector to Support the Policy of Presidential Regulation No . 61 / 2011. , 2011(61), pp.235–254.



a



b



c



d

Gambar 5. Klasifikasi foto UAV (a) Unburned (b) Low (c) Moderate (d) Moderate Extreme