

Aplikasi Algoritma *Normalized Difference Water Index (NDWI)*, *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* dan *Bare Soil Index (BSI)* dalam Penilaian Kerapatan Vegetasi dan Produktivitas di Pulau Burung

Vina Nurul Husna^{a*}, Nurul Ihsan Fawzi^b

^aJurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

^bDepartemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima April 2022

Disetujui Juni 2022

Dipublikasikan Agustus 2022

Keywords:

Peatland, Vegetation Index, Indragiri Hilir

Abstrak

Penelitian ini menggunakan indeks penginderaan jauh untuk identifikasi kerapatan vegetasi di sebagian wilayah Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Kabupaten Indragiri Hilir didominasi oleh lahan gambut dan bertumpu pada sektor pertanian dan berkontribusi terhadap 10,6% produksi kelapa Indonesia. Indeks yang digunakan adalah *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index), *NDWI* (Normalized Difference Vegetation Index), dan *BSI* (Bare Soil Index). Data menggunakan satelit Sentinel 2A perekaman tanggal 7 Oktober 2022, pukul 10:18:31 WIB, scene N0301/R118, dengan level koreksi Level 2A. Aplikasi *NDVI*, *NDWI*, dan *BSI* untuk identifikasi kebun kelapa Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau terlihat sangat bermanfaat terutama untuk membedakan jenis kerapatan dan tingkat kebasahan lahan gambut pada area-area lahan terbuka. Interpretasi hasil pengolahan dibahas bagaimana keterkaitan ketiga indeks tersebut terhadap kerapatan vegetasi dan kondisi lahannya. Temuan penelitian ini adalah aplikasi ketiga indeks tersebut berguna untuk evaluasi lahan terutama pengelolaan pertanian di lahan basah. Sehingga diperlukan pengembangan dan integrasi dengan indeks-indeks penginderaan jauh lainnya. Aplikasi penginderaan jauh menggunakan satelit optik menjadi keterbatasan utama dalam analisis di Kabupaten Indragiri Hilir. Hal ini karena sulitnya mencari waktu perekaman yang bebas awan.

Abstract

This study uses remote sensing indexes to identify vegetation density in parts of Indragiri Hilir Regency, Riau Province. Indragiri Hilir Regency is dominated by peatlands and relies on the agricultural sector and contributes to 10.6% of Indonesia's coconut production. The indices used are NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDWI (Normalized Difference Vegetation Index), and BSI (Bare Soil Index). Data using the Sentinel 2A satellite recorded on October 7 2022, at 10:18:31 WIB, scene N0301/R118, with a Level 2A correction level. The application of NDVI, NDWI, and BSI for the identification of coconut plantations in Indragiri Hilir Regency, Riau Province seems to be very useful especially for differentiating the types of density and wettability of peatlands in open land areas. Interpretation of the processing results is discussing about how the three indices are related to the density of vegetation and the condition of the land. The findings of this study are the application of the three indices is useful for evaluating land, especially agricultural management in wetlands. So it is necessary to develop and integrate with other remote sensing indices. Remote sensing applications using optical satellites are the main limitation in the analysis in Indragiri Hilir Regency. This is because it is difficult to find cloud-free recording times.

© 2014 Universitas Negeri Semarang

* Alamat korespondensi:

Gedung C1 Lantai 2 FIS Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

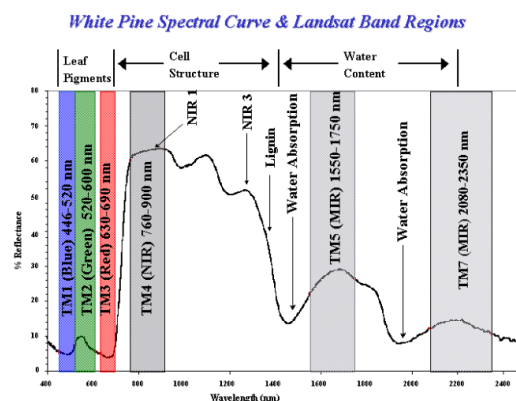
E-mail: vina_nh@mail.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Teknologi penginderaan jauh saat ini sudah semakin meluas yang artinya banyak diterapkan di berbagai bidang, salah satunya adalah terkait dengan bidang kehutanan. Sebelum adanya pemanfaatan penginderaan jauh, eksplorasi bidang kehutanan murni dari survey lapangan saja. Bagi Indonesia yang memiliki luas hutan yang sangat besar yaitu 120,6 juta pada tahun 2018 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia, 2018), tentunya akan membutuhkan waktu yang tidak singkat. Penggunaan penginderaan jauh dirasa sangat efektif dan efisien karena dapat menghemat waktu, tenaga dan biaya (Jensen J. R, 2005). Analisis kehutanan, dalam konteks ini merupakan analisis kerapatan vegetasi tentunya akan sangat meringankan karena tidak seutuhnya dilakukan pengamatan secara in situ.

Kerapatan vegetasi di wilayah tropis berasosiasi dengan produktivitas biomassa. Dalam teknologi penginderaan jauh yang diimplementasikan dalam penelitian ini menggunakan citra satelit multispektral dimana kemampuan ekstraksi informasi bersifat dua dimensi, maka kerapatan vegetasi yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah kerapatan kanopi atau *coverage area* kanopi vegetasi dalam satuan luas 100m². Produktivitas tinggi dapat ditandai dengan keberadaan vegetasi yang rapat, baik di hutan maupun lahan pertanian kerapatan vegetasi dapat mencirikan tingkat produktivitas.

Algoritma yang akan diterapkan pada citra Sentinel 2A adalah algoritma *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*, *Normalized Difference Water Index (NDWI)* dan *Bare Soil Index (BSI)* untuk menentukan kerapatan vegetasi di kecamatan Pulau Burung, Provinsi Riau. Perbedaan secara umum dari ketiga algoritma yang digunakan adalah penggunaan band atau saluran dimana masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan tersendiri. Jika melihat dari gambar 1 berikut (Howard, 1991), vegetasi sensitif terhadap band *Near Infrared (NIR)* atau inframerah dekat, maka diasumsikan bahwa penggunaan band inframerah dekat pada sebuah algoritma untuk ekstraksi informasi vegetasi akan menghasilkan nilai keakuratan yang baik.



Gambar 1. Kurva Pantulan Spektral Vegetasi

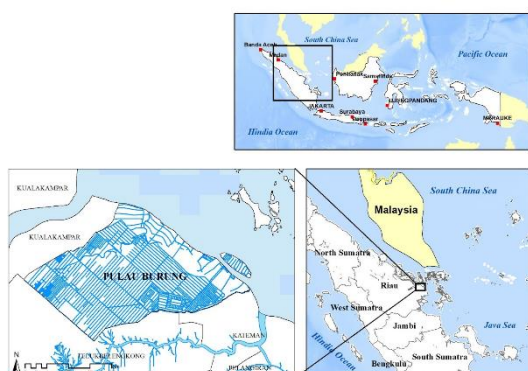
Indeks vegetasi merupakan sebuah formula pengolahan data penginderaan jauh yang dimanfaatkan untuk menghasilkan data tematik vegetasi. Di daerah kajian berupa lahan gambut dimanfaatkan untuk pertanian kelapa sejak tahun 1900an. Kabupaten Indragiri Hilir bertumpu pada sektor pertanian dan berkontribusi terhadap 10,6% produksi kelapa Indonesia (Badan Pusat Statistik Kabupaten Indragiri Hilir, 2015). Pertanian kelapa tersebut ditanam di lahan gambut yang mencakup 80% dari luas daratan Kabupaten Indragiri Hilir (Mubekti, 2011). Pemanfaatan dalam kurun waktu yang lama tentunya terdapat perbedaan kerapatan vegetasi kelapa yang ditanam.

Sifat dari pohon kelapa berupa kanopi yang tidak terlalu rapat tentunya akan mempengaruhi persentase kerapatan jika dihitung menggunakan indeks vegetasi yang selanjutnya disebut sebagai *background effect*. Karena adanya *background effect* tersebut maka pemilihan indeks vegetasi harus tepat untuk menekan informasi latar belakang tersebut. Sehingga pada kajian ini, dipilih tiga indeks vegetasi yaitu *NDVI*, *NDWI* dan *BSI* untuk mengetahui keefektifitasan pada pemetaan kerapatan vegetasi di pertanian pohon kelapa. Identifikasi kerapatan vegetasi dengan utilisasi penginderaan jauh dengan indeks *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)* akan mampu memberikan input dalam evaluasi tutupan lahan (Januar et al., 2016). Berkaitan dengan lahan gambut yang membutuhkan tingkat kebasahan lahan dan kondisi lahan terbuka atau tidak yang dapat diidentifikasi dengan *NDWI (Normalized Difference Water Index)* dan *BSI (Bare Soil Index)*.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Analisis ini dilakukan di Kecamatan Pulau Burung, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Pulau Burung, seperti daerah lainnya di Kabupaten Indragiri Hilir merupakan kawasan penghasil kelapa. Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian kelapa di Indragiri Hilir sudah dimulai sejak awal tahun 1900-an pada masa penjajahan Belanda (Akmal et al., 2020). Ribuan kanal dibangun untuk pengangkutan hasil panen kelapa. Sepersepuluh areal kelapa di Indonesia terdapat di Indragiri Hilir.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Metode

Proses penelitian ini terbagi ke dalam tiga tahapan yaitu pre-processing citra, survey lapangan dan analisis hasil pemrosesan citra dan survey lapangan. Tahapan pertama adalah pre-processing citra yaitu dengan melakukan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi geometrik merupakan memposisikan pixel sesuai dengan koordinat di lapangan. Sedangkan koreksi radiometrik yang terdiri dari kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik adalah menghilangkan noise yang salah satunya muncul karena adanya gangguan atmosfer sehingga menghasilkan nilai pixel yang murni dan minim gangguan. Dari pre-processing tersebut menghasilkan sebuah citra yang sudah terkoreksi dan siap digunakan untuk pemrosesan selanjutnya. Citra yang sudah terkoreksi tersebut kemudian diaplikasikan 3 algoritma yaitu *NDVI*, *NDWI* dan *BSI*.

- *NDVI* diperoleh dengan menggunakan Tools Raster Calculator pada QGIS. Persamaan *NDVI* diperoleh dengan rumus:

$$NDVI = (Band\ NIR - Band\ Red) / (Band\ NIR + Band\ Red)$$

- *NDWI* diperoleh dengan menggunakan Tools Raster Calculator pada QGIS. Persamaan *NDVI* diperoleh dengan rumus:

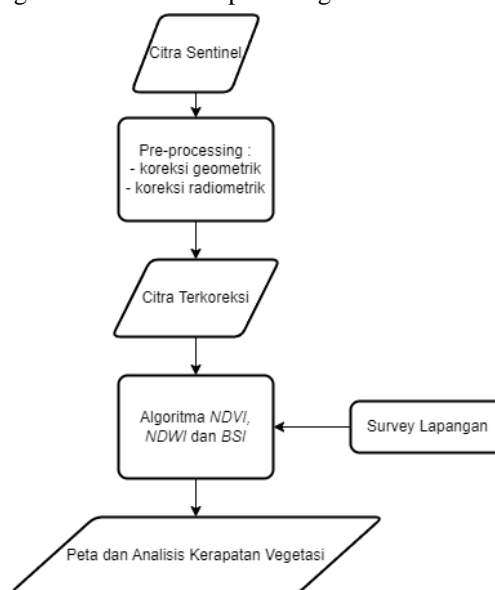
$$NDWI = (Band\ Green - Band\ NIR) / (Band\ Green + Band\ NIR)$$

- *BSI* dapat diperoleh dengan persamaan:

$$BSI = ((Red+SWIR) - (NIR+Blue)) / ((Red+SWIR) + (NIR+Blue))$$

Tahapan kedua yaitu survey lapangan. Kegiatan ini dilaksanakan untuk mengetahui nilai kerapatan vegetasi di lapangan. Pengukuran kerapatan vegetasi dilakukan dengan pengambilan sampel dan metode pengambilan sampel yang digunakan adalah stratified random sampling. Kerapatan yang diukur di lapangan dengan cara mengukur kerapatan kanopi atau coverage area kanopi dalam satu piksel, yaitu 100 m² (10m x 10m).

Tahapan terakhir adalah melakukan analisis hasil data kerapatan vegetasi di lapangan dengan nilai data kerapatan vegetasi yang diekstraksi menggunakan citra Sentinel 2A. Analisis yang dilakukan adalah mencari keterhubungan antara nilai piksel yang dihasilkan oleh *NDVI*, *NDWI* dan *BSI* terhadap nilai kerapatan vegetasi di lapangan. Dari ketiga algoritma yang diterapkan pada citra yang sama dan daerah yang sama, mana kah yang memiliki kemampuan paling baik dalam mengekstraksi nilai kerapatan vegetasi.

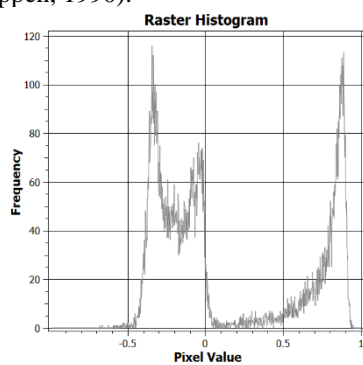


Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

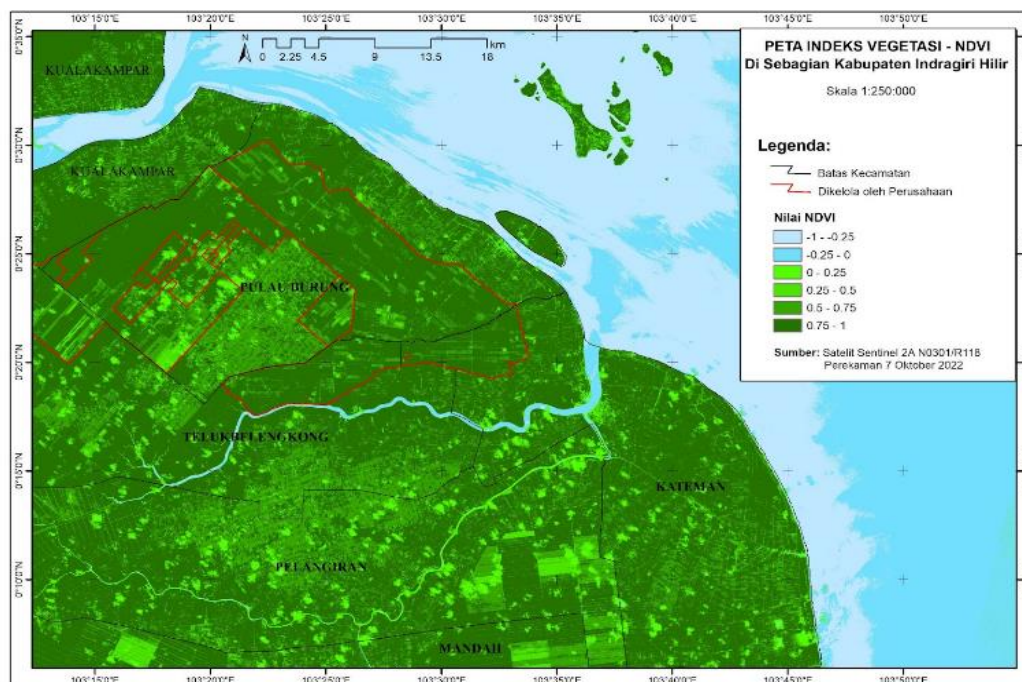
1. NDVI

NDVI adalah parameter yang penting dalam pemantauan dan analisis vegetasi. NDVI digunakan untuk mengukur kepadatan dan aktivitas fotosintesis vegetasi. Gambar 5 menunjukkan histogram NDVI yang telah diolah. Secara desain, NDVI itu sendiri bervariasi antara -1 dan +1. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga 1, di mana nilai positif menunjukkan keberadaan vegetasi yang lebih padat, sedangkan nilai negatif menunjukkan keberadaan air atau tanah terbuka. Histogram yang dihasilkan menunjukkan hasil pengolahan telah benar. NDVI secara fungsional, tetapi tidak linier, setara dengan rasio inframerah/merah sederhana (Crippen, 1990).



Gambar 5. Histogram Hasil Pengolahan NDVI

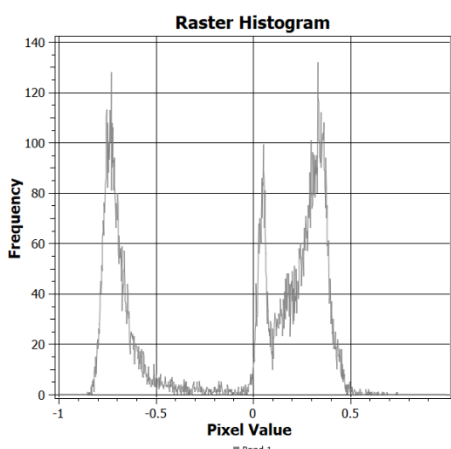
Peta hasil pengolahan disajikan pada gambar 6. Dapat dilihat dari definisi matematisnya bahwa NDVI suatu area yang memiliki kanopi vegetasi yang rapat akan cenderung bernilai positif (katakanlah 0,3 hingga 0,8). Sedangkan air atau awan memiliki nilai negatif (-0,5 hingga 0). Tanah yang umumnya memperlihatkan pantulan di ban inframerah-dekat agak lebih besar daripada merah, dan dengan demikian cenderung juga menghasilkan nilai NDVI positif yang agak kecil (0,1 hingga 0,2). Gambar 4 juga menunjukkan kerapatan vegetasi yang merupakan area kebun kelapa yang dikelola oleh perusahaan (dalam garis merah) memiliki nilai NDVI yang lebih tinggi (lebih dari 0,5), yang menunjukkan vegetasi lebih rapat. Sedangkan pada area di luar perusahaan, yang merupakan kebun masyarakat, memiliki nilai NDVI lebih kecil. Hal ini dikarenakan perbedaan jarak tanam di kebun masyarakat lebih jarang, praktek bakar oleh masyarakat yang membuat objek tanah terekspos, atau area kebun yang baru ditanam. Selain itu, perhitungan nilai NDVI ternyata sensitif terhadap beberapa faktor yang mengganggu diantaranya efek atmosfer dan keberadaan awan. Salah satu efek atmosfer adalah keberadaan uap air dan aerosol yang secara signifikan mempengaruhi pengukuran yang dilakukan di ruang angkasa. Sedangkan



Gambar 6. Peta Hasil Pengolahan NDVI

pengaruh awan terutama awan sirus sangat mengganggu hasil *NDVI* (Rajitha et al., 2015). Terlihat pada hasil peta, keberadaan awan mempengaruhi nilai *NDVI*. *NDVI* juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kesehatan dan kebugaran vegetasi. Vegetasi yang padat dan sehat cenderung memiliki nilai *NDVI* yang tinggi. Dengan membandingkan *NDVI* antara area yang berbeda, kita dapat mengidentifikasi daerah dengan vegetasi yang mungkin mengalami stres atau penyakit.

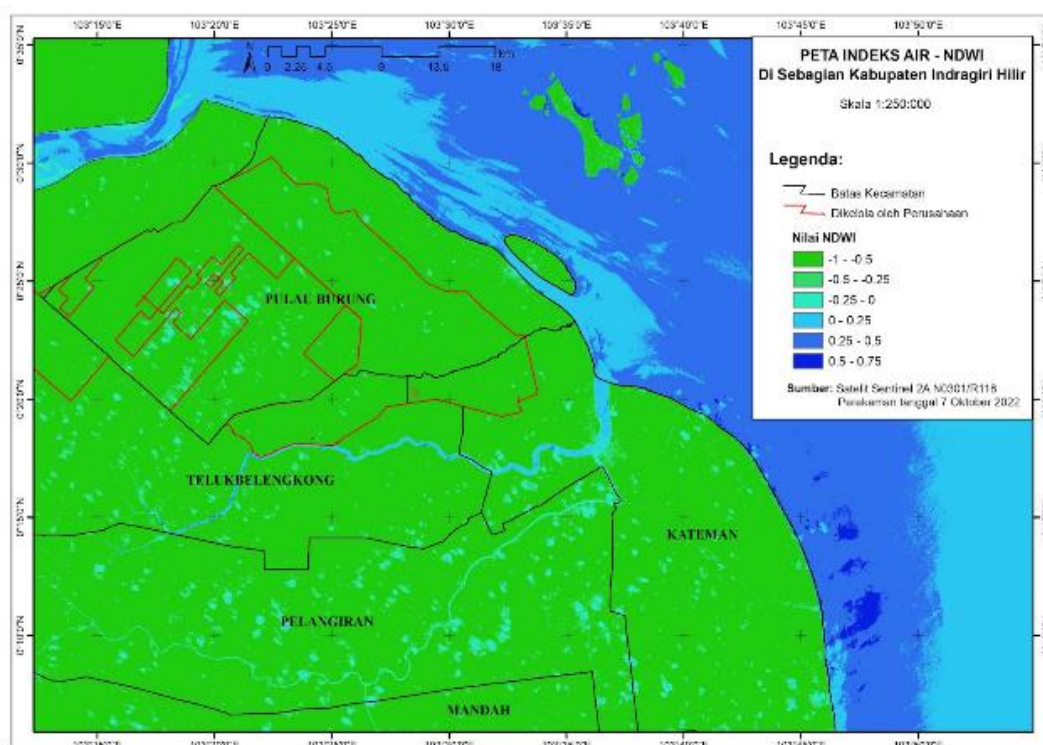
2. *NDWI*



Gambar 7. Histogram Hasil Pengolahan *NDWI*

NDWI dapat merujuk ke salah satu dari setidaknya dua indeks turunan penginderaan jauh yang terkait dengan objek air, terutama untuk memantau perubahan terkait kandungan air dalam badan air, menggunakan panjang gelombang hijau dan NIR (inframerah dekat). Gambar 7 menunjukkan histogram *NDVI* yang telah diolah. Secara desain, *NDWI* juga bervariasi antara -1 dan +1. Nilai -1 hingga 0 merupakan vegetasi atau tanpa kandungan air. Sedangkan lebih dari 0 merupakan objek air.

NDWI sering disebut juga sebagai Indeks McFeeters (McFEETERS, 1996) Hal ini karena (McFEETERS, 1996) menyebut jika mencari badan air atau perubahan ketinggian air (misalnya banjir), maka disarankan untuk menggunakan band hijau dan inframerah dekat atau band hijau dan SWIR. *NDWI* dapat membantu mengidentifikasi daerah basah dan lahan rawa yang memiliki keberadaan air yang lebih tinggi. Daerah-daerah ini biasanya memiliki kepadatan vegetasi yang tinggi karena ketersediaan air yang memadai. Hasil interpretasi pada gambar 6 menunjukkan bahwa terdeteksi tubuh air pada kebun kelapa masyarakat, hal ini



Gambar 8. Peta Hasil Pengolahan *NDWI*

dapat disebabkan karena lahan mereka kebanjiran atau kondisi tanah terbuka basah setelah hujan. Penyebab lainnya dimungkinkan pengaruh drainase yang buruk. Namun, hasil ini juga menunjukkan bahwa lahan gambut pada area ini tidak kering.

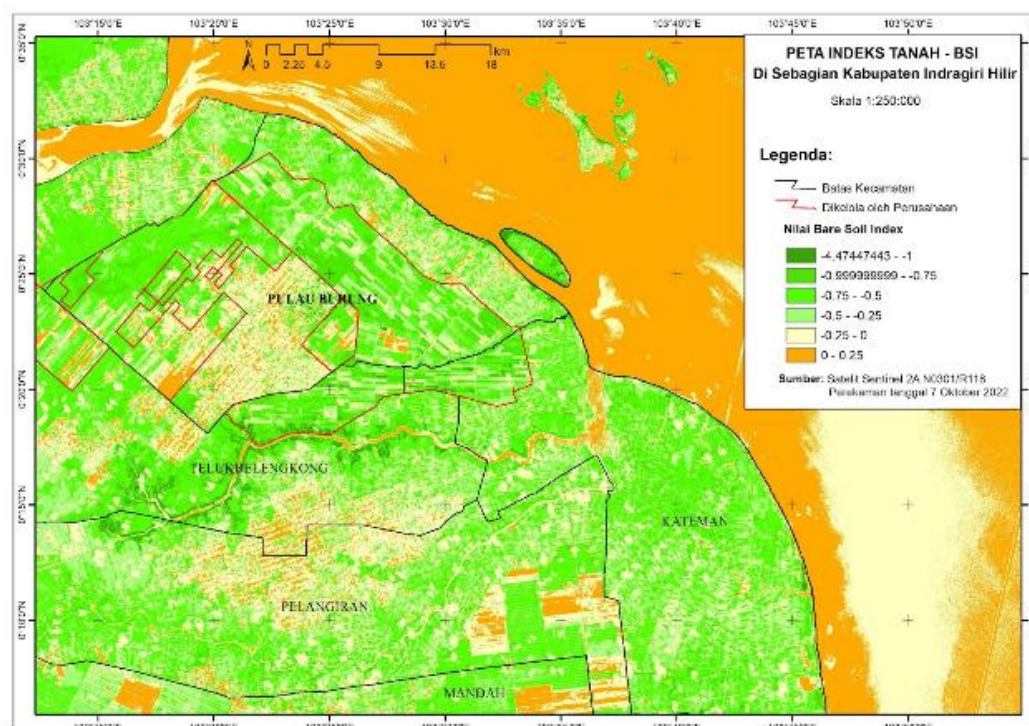
3. BSI

BSI adalah parameter yang penting dalam pemantauan dan analisis vegetasi. *BSI* digunakan untuk memperoleh informasi tentang area tanah terbuka atau area yang tidak tertutup oleh vegetasi. Tanah kosong atau objek tanah merupakan antitesis dari keberadaan vegetasi dan menjadi pelengkap dalam analisis *NDVI*. *BSI* dikembangkan untuk membedakan tutupan tanah menggunakan penginderaan jauh, tetapi efektivitasnya bervariasi tergantung pada pola tutupan lahan dan kondisi iklim (Nguyen et al., 2021). *BSI* memberikan informasi tentang kualitas vegetasi. Nilai tinggi *BSI* menunjukkan dominasi tanah terbuka dan mungkin menunjukkan adanya gangguan atau degradasi pada vegetasi. Gambar 9 menunjukkan, area kebun-kebun masyarakat yang memiliki *NDVI* rendah, memiliki nilai *BSI* yang relatif tinggi. Identifikasi objek tanah hampir sama dengan objek air, karena menggunakan band biru dan band hijau secara

bersamaan. Dengan *BSI* terlihat bahwa area yang kurang berproduksi dapat diidentifikasi, terutama untuk analisis kehutanan atau perkebunan.

Pengelolaan perkebunan oleh perusahaan memiliki nilai *NDVI* atau kerapatan vegetasi yang lebih baik. Hal ini tentu berimplikasi pada produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan kebun kelapa yang dikelola oleh masyarakat. Dari segi metode, aplikasi penginderaan jauh menggunakan satelit optik menjadi keterbatasan utama dalam analisis di Kabupaten Indragiri Hilir. Hal ini karena sulitnya mencari waktu perekaman yang bebas awan. Aplikasi *NDVI*, *NDWI*, dan *BSI* merupakan kombinasi yang dapat mengidentifikasi kerapatan vegetasi dan juga lahan terbuka, dalam kaitannya dengan identifikasi daerah basah dan lahan rawa (Liu et al., 2022). Hasil *NDWI* menunjukkan sensitivitas terhadap keberadaan air, yang dapat melengkapi analisis *NDVI*, terutama pada lahan basah khususnya lahan gambut. Sehingga dapat digunakan untuk menilai produktivitas dan pengelolaan di lahan basah dan lahan gambut yang berkelanjutan.

Rekomendasi penelitian ini adalah integrasi antara Sentinel 2A dan citra radar pada Sentinel 1 akan membuat hasil pemetaan lebih baik. Indeks



Gambar 9. Peta Hasil Pengolahan *BSI*

penginderaan jauh yang digunakan dapat dikembangkan dengan indeks-indeks lainnya yang dapat menjelaskan karakteristik wilayah lebih baik lagi. Namun integrasi tersebut harus memperhatikan karakteristik panjang gelombang yang digunakan. (Räsänen et al., 2022) menemukan bahwa data optik biasanya bekerja lebih baik daripada data SAR C-band pada satelit Sentinel 1 dalam penentuan tinggi muka air tanah di lahan gambut. Penentuan tinggi muka air tanah ini berguna untuk evaluasi kelembaban tanah gambut dan pengelolaan pertaniannya.

SIMPULAN

Penggunaan Satelit Sentinel 2A mampu mengidentifikasi kondisi kesehatan dan produktivitas vegetasi di suatu area. Hal ini terutama berguna untuk sektor kehutanan dan perkebunan. Aplikasi NDVI, NDWI, dan BSI untuk identifikasi kebun kelapa Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau terlihat sangat bermanfaat terutama untuk membedakan jenis kerapatan dan tingkat kebasahan lahan gambut pada area-area lahan terbuka..

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A., Wanto, W., & Sariyatun, S. (2020). The Rapid Growth of Coconut Estates in Indragiri Hilir 1980s – 1990s. *Jurnal Sejarah Citra Lekha*, 5(2).
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Indragiri Hilir. (2015). *Produksi Rata-rata Produksi per Ha Kelapa Dalam di Kabupaten Indragiri Hilir*, 2015.
- Crippen, R. E. (1990). Calculating the vegetation index faster. *Remote Sensing of Environment*, 34(1), 71–73. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0034-4257\(90\)90085-Z](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0034-4257(90)90085-Z)
- Howard, J. A. (1991). *Remote Sensing of Forest Resources: Theory and application*. Springer Netherlands.
- Januar, D., Suprayogi, A., & Prasetyo, Y. (2016). ANALISIS PENGGUNAAN NDVI DAN BSI UNTUK IDENTIFIKASI TUTUPAN LAHAN PADA CITRA LANDSAT 8 (Studi Kasus: Wilayah Kota Semarang, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 5(1).
- Jensen J. R. (2005). *Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective* (3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia. (2018). *Status hutan & kehutanan Indonesia, 2018*.

- Liu, Y., Zhang, H., Cui, Z., Zuo, Y., Lei, K., Zhang, J., Yang, T., & Ji, P. (2022). Precise Wetland Mapping in Southeast Asia for the Ramsar Strategic Plan 2016–24. *Remote Sensing*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/rs14225730>
- McFEETERS, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- Mubekti. (2011). *STUDI PEWILAYAHAN DALAM RANGKA PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT BERKELANJUTAN DI PROVINSI RIAU*.
- Nguyen, C. T., Chidthaisong, A., Diem, P. K., & Huo, L. Z. (2021). A modified bare soil index to identify bare land features during agricultural fallow-period in southeast asia using landsat 8. *Land*, 10(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/land10030231>
- Rajitha, K., Mohan, M. M. P., & Varma, M. R. R. (2015). Effect of cirrus cloud on normalized difference Vegetation Index (NDVI) and Aerosol Free Vegetation Index (AFRI): A study based on LANDSAT 8 images. *2015 Eighth International Conference on Advances in Pattern Recognition (ICAPR)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICAPR.2015.7050710>
- Räsänen, A., Tolvanen, A., & Kareksela, S. (2022). Monitoring peatland water table depth with optical and radar satellite imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 112, 102866. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102866>