

PEMANFAATAN CITRA SATELIT MULTI SPEKTRAL UNTUK MEMBANGKITKAN INFORMASI EVAPOTRANSPIRASI GUNA MENDUKUNG SISTEM PERTANIAN YANG PRESISI DI KABUPATEN MANOKWARI

Arif Faisol¹, Atekan², Rizatus Shofiyati³, Budiyo⁴

¹Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Papua

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Provinsi Papua Barat

³Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian

⁴Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Papua

ABSTRAK

Evapotranspirasi merupakan komponen penting dalam sistem pertanian presisi. Terbatasnya data iklim menjadi kendala dalam melakukan analisis evapotranspirasi sehingga diperlukan solusi alternatif. Citra satelit dapat menjadi solusi alternatif, untuk membangkitkan informasi evapotranspirasi dibutuhkan citra satelit yang memiliki spektrum gelombang elektromagnetik (band) *visible* (0,4 μm -0,7 μm), *near-infrared* (0,7 μm -1,3 μm), dan *thermal infrared* (8,0 μm -14,0 μm), salah satunya adalah citra satelit *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). Metode yang digunakan untuk membangkitkan informasi evapotranspirasi dari citra satelit adalah metode neraca energi pada permukaan lahan atau *Surface Energy Balance Algorithms for Land*. Penelitian menunjukkan bahwa evapotranspirasi di Kabupaten Manokwari hasil pengolahan data satelit berada pada kisaran 0-3,58 mm/hari dan umumnya lebih rendah dari pengolahan data iklim. Hal ini disebabkan evapotranspirasi yang dibangkitkan dari citra satelit merupakan ekstrapolasi dari evapotranspirasi sesaat yang mengacu pada saat perekaman oleh satelit sehingga mengakibatkan perubahan cuaca. Berdasarkan metode RMSE, akurasi citra satelit MODIS dalam membangkitkan informasi evapotranspirasi sebesar 84,11% dibanding metode pengolahan data iklim atau memiliki tingkat penyimpangan sebesar 15,89% sehingga citra satelit MODIS dapat digunakan sebagai solusi alternatif dalam membangkitkan informasi evapotranspirasi.

PENDAHULUAN

Sistem pertanian presisi (*precision farming*) merupakan komponen penting dalam pertanian modern yang bertujuan untuk mengoptimalkan produksi pertanian yang berkelanjutan, serta menjaga lingkungan dengan mencocokkan antara kegiatan budidaya pertanian dengan kebutuhan riil tanaman berdasarkan karakteristik fisik lahan. Informasi yang akurat mengenai karakteristik lahan serta kondisi tanaman merupakan hal yang sangat krusial dalam sistem pertanian presisi, sehingga dibutuhkan dukungan teknologi modern untuk menyediakan informasi tersebut. Beberapa teknologi modern yang dapat digunakan diantaranya sistem informasi geografis dan penginderaan jauh (Seelan *et al.* (2003) dalam Shafri (2016)).

Evapotranspirasi merupakan parameter utama dalam pengelolaan sumberdaya air pada lahan pertanian melalui pemberian air yang tepat sesuai kebutuhan air tanaman serta perencanaan pola tanam dan jadwal tanam. Pada umumnya evapotranspirasi dianalisis menggunakan 3 (tiga) metode, yaitu; metode pengukuran, metode panci evaporasi, dan metode perhitungan berdasarkan data iklim (Allen *et al.*, 1998). Metode-metode tersebut memiliki banyak kelemahan, diantaranya; hasil pendugaan hanya dapat digunakan untuk

skala lokal serta membutuhkan biaya dan waktu yang sangat banyak (Bastiaanssen (1995) dalam Hong (2008)). Disamping itu minimnya data iklim menjadi kendala dalam analisis evapotranspirasi akibat terbatasnya jumlah stasiun iklim serta sebarannya tidak merata dan banyaknya peralatan yang mulai rusak.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan jumlah stasiun iklim dalam melakukan analisis evapotranspirasi. Penginderaan jauh merupakan teknologi terkini yang digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi fisik permukaan bumi serta fenomena geografi melalui analisa data yang diperoleh dari sensor. Meskipun teknologi penginderaan jauh tidak dapat mengukur evapotranspirasi secara langsung, akan tetapi teknologi ini dapat digunakan untuk membangkitkan parameter-parameter yang dapat digunakan untuk menghitung evapotranspirasi diantaranya albedo, emisivitas, dan suhu permukaan lahan.

Penelitian tentang pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk analisis evapotranspirasi menggunakan metode *Surface Energy Balance Algorithms for Land* (SEBAL) telah dilakukan di beberapa negara, diantaranya Australia (Yang et al., 2008), Cina (Shen et al., 2007; Hafeez dan Khan, 2006), Amerika (Wang et al., 2008; Trezza dan Allen, 2003), Sudan (Ahmed et al., 2002), dan Thailand (Chemin, 2004). Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa analisis evapotranspirasi menggunakan teknologi penginderaan jauh dan metode SEBAL memiliki akurasi sebesar 85% hingga 95% (Hafeez dan Khan, 2006; Wang et al., 2008; Chemin, 2004; Trezza dan Allen, 2003).

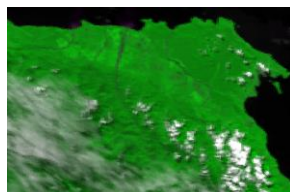
Citra satelit merupakan salah satu produk teknologi penginderaan jauh, untuk mengimplementasikan citra satelit dalam analisis evapotranspirasi dibutuhkan citra satelit yang memiliki spektrum gelombang elektromagnetik (band) *visible* ($0,4\ \mu\text{m}$ - $0,7\ \mu\text{m}$), *near-infrared* ($0,7\ \mu\text{m}$ - $1,3\ \mu\text{m}$), dan *thermal infrared* ($8,0\ \mu\text{m}$ - $14,0\ \mu\text{m}$).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Manokwari pada bulan Juli-Oktober 2017. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data satelit *Moderate Resolution Imaging Spektorradiometer* (MODIS) Surface Reflectance (MOD09) perekaman 2016 dan 2017, MODIS Geolocation (MOD03), *Digital Elevation Model* (DEM), dan data iklim. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer, perangkat lunak Modis Swath Tool, dan ArcGIS.



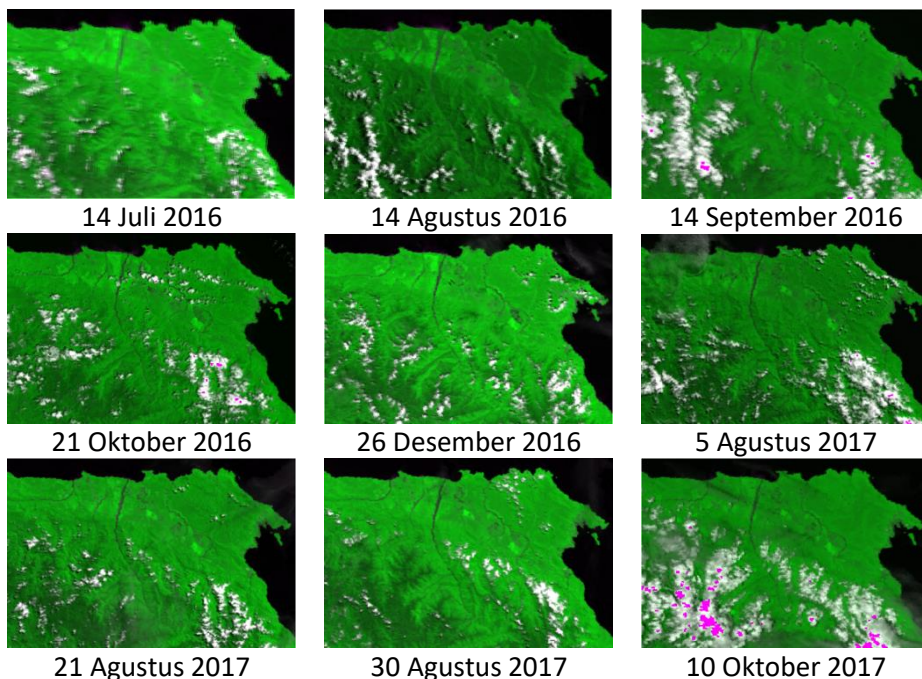
14 Mei 2016



3 Juni 2016



1 Juli 2016



Gambar 1. Raw data citra satelit MODIS yang digunakan dalam penelitian

Metode yang digunakan untuk membangkitkan informasi evapotranspirasi dari citra satelit adalah metode neraca energi pada permukaan lahan atau Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL) yang diperkenalkan oleh Bastiaanssen (Bastiaanssen et al., 2002) dengan persamaan sebagai berikut (Allen et. al., 1998):

$$\lambda ET = R_n - G - H \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: λET = Energi untuk evapotranspirasi (W/m^2)
 R_n = Radiasi permukaan netto (Net surface radiation) (W/m^2)
 G = Kalor laten tanah (Soil heat flux) (W/m^2)
 H = Aliran kalor sensibel (W/m^2)

Evapotranspirasi sesaat (ET_i) adalah evapotranspirasi pada saat perekaman oleh satelit. Evapotranspirasi sesaat (ET_i) dihitung menggunakan persamaan berikut (Bastiaanssen et al., 2002):

$$ET_i = 3600 \frac{\lambda ET}{\lambda} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: ET_i = Evapotranspirasi sesaat (mm/jam)
 λET = Energi untuk evapotranspirasi (W/m^2)
 λ = Kalor laten untuk penguapan (J/kg)

Evapotranspirasi dihitung berdasarkan pengolahan data satelit menggunakan pendekatan energi dengan persamaan berikut (Xie et al. (1991) dalam Xiong et al. (2008)):

$$ET_a = \frac{ET_i \cdot 2N_e}{\pi \cdot \sin(\pi \cdot t / N_e)} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: ET_a = Evapotranspirasi (mm/hari)
 ET_i = Evapotranspirasi sesaat (mm/jam)

N_e = Durasi evapotranspirasi dalam sehari
 t = Interval waktu antara matahari terbit dan pengambilan data oleh satelit

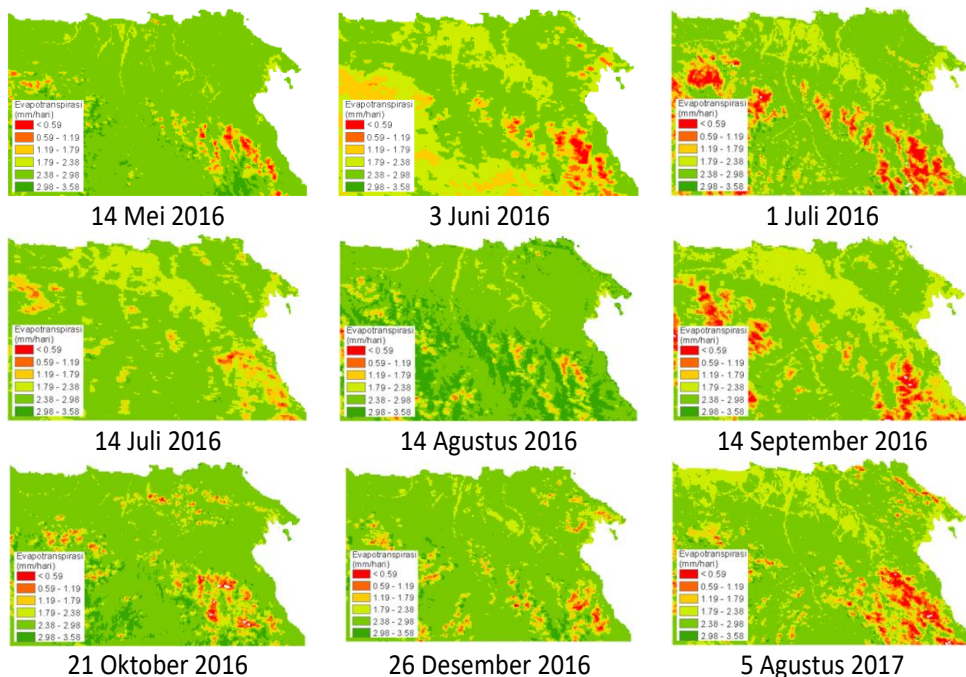
Akurasi evapotranspirasi hasil analisis citra satelit diuji menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) yang dibandingkan dengan metode perhitungan berdasarkan data iklim. RMSE dihitung menggunakan persamaan berikut:

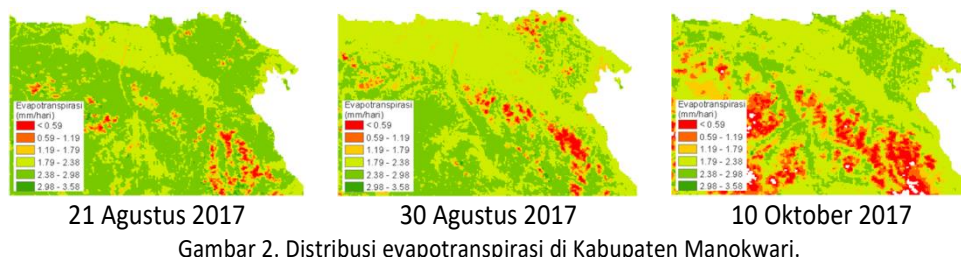
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - Y_i}{X_i} \right)^2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan: RMSE = Root mean square error
 X_i = Nilai hasil pengamatan
 Y_i = Nilai hasil data satelit
 n = Jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil interpretasi citra satelit pada beberapa periode perekaman, Evapotranspirasi di Kabupaten Manokwari berada pada kisaran 0-3,58 mm/hari. Evapotranspirasi terendah terjadi pada kawasan yang tertutup awan, sehingga nilai evapotranspirasinya mendekati 0. Sedangkan evapotranspirasi tertinggi berada dikawasan hutan, kemudian disusul kawasan perkebunan dan kawasan pertanian. Distribusi evapotranspirasi di Kabupaten Manokwari pada beberapa periode perekaman citra satelit disajikan pada Gambar 2 berikut.



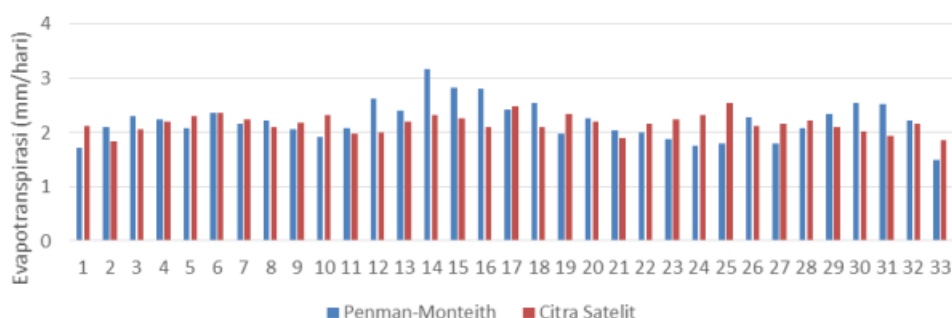


Gambar 2. Distribusi evapotranspirasi di Kabupaten Manokwari.

Pada umumnya nilai evapotranspirasi yang dibangkitkan dari citra satelit lebih rendah dari pengolahan data iklim. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. Nilai evapotranspirasi yang dibangkitkan dari citra satelit merupakan ekstrapolasi dari evapotranspirasi sesaat yang mengacu pada saat perekaman oleh satelit, sedangkan nilai evapotranspirasi menggunakan metode pengolahan data iklim berdasarkan hasil pengukuran parameter iklim sepanjang hari,
2. Evapotranspirasi yang dibangkitkan dari citra satelit menggunakan asumsi langit dalam keadaan cerah sepanjang hari, sehingga perubahan cuaca diabaikan,
3. Evapotranspirasi yang dibangkitkan dari citra satelit bersifat piksel based, sehingga jenis penutup lahan mayoritas yang dijadikan dasar perhitungan evapotranspirasi. Sedangkan evapotranspirasi menggunakan metode pengolahan data iklim berdasarkan kondisi penutup lahan disekitar alat ukur (stasiun klimatologi),

Berdasarkan uji menggunakan metode RMSE, akurasi citra satelit MODIS dalam membangkitkan informasi evapotranspirasi sebesar 84,11% dibanding metode pengolahan data iklim atau memiliki tingkat penyimpangan sebesar 15,89%.



Gambar 3. Grafik perbandingan evapotranspirasi hasil pengolahan data iklim dan interpretasi citra satelit.

KESIMPULAN

Secara umum citra satelit multispektral dapat digunakan untuk membangkitkan informasi evapotranspirasi dengan menggunakan metode neraca energi pada permukaan lahan,

Pemanfaatan citra satelit Moderate Resolution Imaging Spektrometri (MODIS) dalam membangkitkan informasi evapotranspirasi memiliki akurasi sebesar 82,56% dibanding metode pengolahan data iklim atau memiliki tingkat penyimpangan sebesar 17,44% sehingga citra satelit MODIS dapat digunakan sebagai solusi alternatif dalam membangkitkan informasi evapotranspirasi di Kabupaten Manokwari akibat terbatasnya data iklim, sehingga akan dapat mendukung sistem pertanian yang presisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Kerjasama Penelitian, Pengkajian, dan Pengembangan Pertanian Strategis (KP4S) tahun anggaran 2017.

PUSTAKA

- Ahmed, M.B., T. Hata, H. Tanakamaru, A.W. Abdelhadi, A. Tada. 2002. The Spatial Analysis of Surface Temperature and Evapotranspiration for Some Land Use/Cover Types in The Gezira Area, Sudan. Agricultural Reserach Corporation. Sudan
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 1998. FAO Irrigation and Drainage Paper 56: Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO. Rome.
- Bastiaanssen, W., R. Waters, R. Allen, M. Tasumi, R. Trezza. 2002. SEBAL: Surface Energy Balance Algorithm for Land. University of Idaho. Kimberly.
- Chemin, Y. 2004. Evapotranspiration of Crop by Remote Sensing using the Energy Balance Based Algorithm. Asian Institute of Technology. Bangkok.
- Hong, S. 2008. Mapping Regional Distributions of Energy Balance Components using Optical Remotely Sensed Imagery. Disertation. New Mexico Institute of Mining and Technology. New Mexico.
- Shafri, H.Z.M. 2016. The Use of Hyperspectral Remote Sensing Systems in Precision Agriculture: Current Statuse and Future Trends. International Conference on Agricultural and Food Engineering.
- Shen, J., A. Kondoh, C. Tang, J. Xiao, T. Oki, S. Kanae. 2007. Development and Application of Remote Sensing Model for Estimating Soil Water Status and Evapotranspiration in Semiarid Region. University of Tokyo. Tokyo.
- Trezza, R., dan R. Allen. 2003. Crop Water Requirement from Remote Sensing Model for The Snake Plain Area in Idaho. *Geoenseñanza*. Vol.8-2003 (1). p.83-90
- Wang, J., T.W. Sammis, V.P. Gutschick. 2008. A Remote Sensing Model Estimating Lake Evaporation. 2008 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Boston.
- Xiong, Y.J., G.Y. Qiu, J. Yin, S.H. Zhao, X.Q. Wu, P. Wang, S. Zeng. 2008. Estimation of Daily Evapotranspiration by Three-Temperatures Model at

Large Catchment Scale. The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Beijing.

Yang, X., P. Smith, T. Yu, H. Gao, D. Tien. 2008. Monitoring Evapotranspiration for Terrestrial Groundwater Dependant Ecosystem Using Satellite-Based Energy Balance Model. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science. Vol. XXXVII, Part B8. p.529-534.