PENERAPAN CITRA SENTINEL 2-A DALAM PENDUGAAN KALIUM PADA KENTANG

Application of Sentinel Images 2-A in Estimation of Potassium in Potatoes

Deffi Armita¹, Aditya Nugraha Putra², Sudarto², Istika Nita², Hana Kusumawati^{2*},
Dekan Rahmat Wahyudianto², Hanifah Ainur Dienna², Naafi Tiara Windari²,
Achmad Bima Fauzi², Ivena Hafshah Khairunnisa², Sri Agustiningih²,
Rosy Lesmono Putri²

¹Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No.1 Malang 65145

²Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No.1, Malang 65145

* Penulis korespondensi: kusumawatihana@gmail.com

Abstract

Potato production in Indonesia decreased by 2.43% from 1,314,657 tonnes in 2019 and 1,282,768 tonnes in 2020. One of the causes of the decline in potato production is a lack of potassium (K). Potassium nutrient deficiency can be caused by fertilization that is not yet precise and is still done conventionally. The purpose of this study was to estimate the nutrient content of K using Sentinel 2-A. This study observed 50 points that were determined through the free grid method. Sentinel 2-A was transformed into GLI, GNDVI, NDVI, the vegetation index, while NDSI and SAVI, the soil index. The results showed that plant K correlated with GLI CS index ($r = -0,46$), NDVI CS ($r = -0,48$) and NDSI CS ($r = -0,46$). NDVI CS ($R^2 = 23\%$) is the most accurate index in estimating the nutrient content of K than GLI CS ($R^2 = 21\%$) and NDSI CS ($R^2 = 21\%$). Based on the plant K regression test results and NDVI CS, the regression equation $y = 1,8003 + (-0,5716 \text{ NDVI CS})$ was obtained. The results of the validation test showed that the t table (-3.18) $>$ t count (2.15) so that there is a significant difference in the estimation results of K with the results of K obtained from the field. Based on the validation test results, which were significantly different, the productivity estimation model could not be used to estimate the potassium nutrient in potatoes.

Keywords : *potassium, potato, sentinel, vegetation index*

Pendahuluan

Kentang adalah tanaman pangan pengganti tanaman pokok dan merupakan tanaman bukan sereal penting yang menempati peringkat keempat dunia setelah beras, gandum, dan jagung (Hong *et al.*, 2017). Negara penghasil kentang terbesar dunia adalah China. Indonesia menempati posisi ke-40 dalam produksi kentang dunia (Atlasbig.com, 2020). Produksi kentang di Indonesia pada 2019 sebesar 1.314.657 dan pada tahun 2020 sebesar 1.282.768 ton (BPS, 2019; BPS 2020). Produksi kentang di Indonesia mengalami penurunan sebesar 2,43%. Perlu dilakukan peningkatan produktivitas kentang di

Indonesia karena kentang merupakan tanaman pangan pengganti tanaman pokok.

Unsur hara kalium (K) merupakan unsur hara yang penting bagi tanaman karena ikut andil dalam sistesis protein, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama/penyakit, ancaman karena ketersediaan air, dan keracunan besi (Fe) (Subandi, 2013). Kalium dibutuhkan lebih banyak oleh tanaman umbi daripada unsur hara makro lainnya. Kalium dapat meningkatkan kerja enzim dalam metabolisme tanaman. Sintesis senyawa protein dengan berat molekul yang tinggi seperti selulosa, karbohidrat, dan pati akan meningkat

dengan tersedianya K yang cukup. Hal tersebut mengurangi sintesis senyawa dengan berat yang rendah seperti asam organik, asam amino, dan amida dalam jaringan tanaman yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap patogen (Rosyidah, 2017). Permasalahan pendugaan kandungan unsur hara terletak pada data yang tidak diperbarui. Pengujian terhadap kandungan unsur hara masih dilakukan secara konvensional dan tidak selalu dilakukan karena membutuhkan biaya mahal dan waktu lama. Data kandungan unsur hara masih bersifat global dan tidak spesifik pada lokasi tertentu (Ariyanto *et al.*, 2016) sehingga perlu dilakukan pendugaan kandungan unsur hara K secara tepat untuk meningkatkan produktivitas kentang.

Pendugaan unsur hara K dapat dilakukan menggunakan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) dengan memanfaatkan citra sentinel 2-A. Citra sentinel-2A memiliki 13 saluran spektral yang terbagi menjadi tiga kategori berdasarkan resolusi spektralnya (Aziz dan Santosa, 2019). Sentinel 2-A digunakan untuk peta deteksi tutupan lahan, penggunaan lahan, dan perubahan penggunaan lahan, peta variabel biogeofisika seperti kandungan klorofil daun, kandungan air daun, indeks luas daun (LAI), pemetaan risiko, akuisisi dan pengiriman gambar yang cepat untuk mendukung upaya bantuan bencana (Fletcher, 2012). Pendugaan unsur hara K pada kentang dilakukan dengan mentransformasikan sentinel 2-A dengan indeks vegetasi *Green Leaf Index* (GLI), *Green Normalized Difference Vegetation Index* (GNDVI), dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dan indeks tanah *Normalized Difference Soil Index* (NDSI) dan *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula estimasi kandungan unsur hara K pada kentang sehingga dapat memberikan informasi kepada petani mengenai input yang dibutuhkan berdasarkan hasil dari estimasi tersebut. Pemanfaatan sentinel 2-A sebelumnya telah digunakan untuk mengestimasi produktivitas pucuk teh di Kabupaten Karanganyar (Nurmalasari dan Santosa, 2018). Penelitian sebelumnya dilakukan untuk menduga produktivitas pucuk teh dengan mentransformasikan sentinel 2-A pada tiga indeks yakni NDVI, SAVI, dan ARVI. Diharapkan penelitian pendugaan unsur hara K menggunakan sentinel 2-A dapat semakin

akurat dan bermanfaat dengan penerapannya pada komoditas kentang dan menggunakan indeks vegetasi berupa GLI, GNDVI, dan NDVI serta indeks tanah berupa NDSI, dan SAVI.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur (Gambar 1) pada Bulan November 2020 hingga Mei 2021. Analisis Laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA, Universitas Muhammadiyah Malang.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan berupa cetok, timbangan, Aplikasi Avenza Maps, SW Maps, ArcGis 10.6, R Studio, alat tulis, plastik. Bahan yang digunakan adalah sampel tanah, sampel tanaman berupa daun, dan citra sentinel-2A.

Rancangan penelitian

Penelitian dimulai dengan tahap persiapan seperti studi literatur terkait topik penelitian, dilanjutkan dengan tahap pra-survei yaitu penentuan titik lokasi penelitian dan titik pengamatan, selanjutnya tahap survei dilakukan untuk mengambil sampel tanah dan tanaman, setelah itu tahap pasca survei berupa uji laboratorium, uji statistik dan pengolahan data. Pengolahan data spasial dengan mentransformasikan citra sentinel-2A pada indeks vegetasi GLI, GNDVI, NDVI dan indeks tanah NDSI dan SAVI untuk mendapatkan nilai *digital number* dilakukan menggunakan *software* ArcGis 10.6. Pengolahan data statistik dilakukan menggunakan *software* R studio.

Penentuan lokasi

Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan karakteristik tanaman kentang yang tumbuh di dataran tinggi dengan ketinggian >1000 meter di atas permukaan laut (m dpl) dengan curah hujan berkisar 1.500–5.000 mm tahun⁻¹. Titik pengamatan ditentukan berdasarkan keberadaan tutupan lahan berupa kentang. Lokasi penelitian terbagi menjadi tiga plot dengan 50 titik pengamatan termasuk 15 titik validasi. Titik

pengamatan ditentukan menggunakan metode *grid* bebas. Metode *grid* bebas digunakan karena dapat disesuaikan dengan kebutuhan penelitian dan skala pengamatan sehingga dinilai cukup baik dalam menentukan titik pengamatan (Rayes, 2007). Pengambilan sampel tanah dan

tanaman dilakukan pada saat kentang memasuki fase vegetatif. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah komposit dari setiap titik pengamatan. Sampel tanaman berupa daun kentang dan data klorofil diambil menggunakan alat *Soil Plant Analysis Development* (SPAD).

Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

Pengolahan citra Sentinel-2A

Citra sentinel-2A yang diambil pada 16 Desember 2020 dan 17 Februari 2021 digunakan karena mendekati waktu pengambilan sampel tanah dan tanaman yaitu 23-24 Januari 2021. Koreksi radiometrik pada citra Sentinel-2A dilakukan untuk menghilangkan gangguan yang berasal dari atmosfer seperti uap air, debu halus, maupun tutupan awan. Selanjutnya dipisahkan objek awan dan *non* awan dari kedua citra lalu digabungkan menjadi satu menghasilkan citra baru dengan objek yang lebih jelas. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan menggunakan indeks vegetasi dan indeks tanah. Citra sentinel-2A ditransformasikan terhadap indeks vegetasi dan indeks tanah untuk memperoleh nilai digital number. GLI merupakan indeks yang peka terhadap warna kehijauan daun. *Band* yang

digunakan pada analisis GLI adalah *band* warna merah, hijau, dan biru. *Band* warna tersebut digunakan karena memiliki kesensitifan terhadap klorofil daun sehingga mampu menonjolkan tertentu seperti warna hijau pada daun.

$$\frac{(2 \text{ Green} - \text{Red} - \text{Blue})}{(2 \text{ Green} + \text{Red} + \text{Blue})} \quad (1)$$

GNDVI adalah indeks kehijauan tanaman atau aktivitas fotosintesis. GNDVI menggunakan pita cahaya yang sangat spesifik terhadap warna hijau. Indeks ini dinilai lebih sensitif terhadap warna hijau klorofil daun daripada NDVI.

$$\frac{(\text{NIR} - \text{Green})}{(\text{NIR} + \text{Green})} \quad (2)$$

NDVI diolah dengan memperhitungkan besaran nilai kehijauan vegetasi yang diperoleh dari hasil olah data kecerahan pada beberapa

kanal data sensor satelit dari citra satelit. *Band* yang digunakan untuk analisis NDVI adalah band merah dan *band* inframerah dekat.

$$\frac{(NIR-R)}{(NIR+R)} \quad (3)$$

NDSI merupakan indeks yang digunakan untuk mengukur spektral tanah. Indeks ini memanfaatkan nilai inframerah pendek yang berpengaruh terhadap radiometrik untuk mengetahui kelembaban tanah. *Band* yang digunakan pada NDSI adalah *band* hijau dan merah.

$$\frac{(Green-Red)}{(Green+Red)} \quad (4)$$

SAVI sedikit mirip dengan NDVI namun pada SAVI lebih menekankan pada nilai pixel tanahnya. SAVI baik digunakan pada keadaan dimana tanah terlihat hanya melalui kanopi tanaman. *Band* warna yang digunakan pada indeks ini adalah *band* warna merah dan *band* inframerah dekat.

$$(1 + 0.5) \frac{(NIR-R)}{(NIR+Red+0.5)} \quad (5)$$

Selain itu dilakukan *contrast stretch* pada transformasi indeks vegetasi GLI, GNDVI, dan NDVI, serta indeks tanah NDSI dan SAVI untuk memperbaiki kualitas Sentinel-2A. *Contrast stretch* dilakukan dengan memasukkan rumus pada *raster calculator* untuk mendapatkan nilai transformasi indeks sebesar 1-100.

$$\frac{DN}{DN_{Max}} \times 100\% \quad (6)$$

Analisis sampel

Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA, Universitas Muhammadiyah Malang untuk mengetahui kandungan K pada kentang dengan metode 1 N NH₄OAc pH 7 untuk K-dd tanah dan pengabuan basah HNO₃ dan HClO₄ untuk K tanaman.

Analisis statistik

Nilai digital number yang didapatkan kemudian dianalisis statistik berupa uji normalitas, uji korelasi, uji regresi untuk mendapatkan formula estimasi dan uji validasi untuk membandingkan hasil estimasi dan hasil yang didapatkan di lapangan. Uji statistik dilakukan di *software* R studio.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi umum wilayah

Lokasi penelitian yang berada di Bumiaji, Kota Batu memiliki formasi geologi Qvaw dengan batuan penyusun berupa breksi, tuf, lava aglomerat, dan lahar (Firdaus dan Hani'ah, 2018). Jenis tanah pada lokasi penelitian adalah Tanah Andisol dan *subgroup* Typic Hapludans. Bahan induk yang membentuk Tanah Andisol di Indonesia berasal dari bahan vulkanik bersifat riolitik, dasitik, andesit, andesit basaltik dan basaltik (Sukarman dan Dariah, 2014). Ketinggian di lokasi penelitian yang berada di Kota Batu berkisar antara 800–2000 m dpl dengan ketinggian rata-rata 871 m dpl. Suhu udara di Kota Batu berkisar 11-19 °C. Topografi Kota Batu didominasi oleh dataran tinggi dan perbukitan. Pegunungan besar yang ada di Kota Batu adalah Arjuno-Welirang dan Butak-Kawi-Panderman.

Kandungan unsur hara K tanaman

Kandungan unsur hara K tanah berkisar antara 0,659–0,855 me 100 g⁻¹. Kandungan unsur hara K dalam tanaman berkisar antara 1,253–1,852%. Tidak ditemukan korelasi antara kandungan K tanah dengan K tanaman. Terdapat empat bentuk K di dalam tanah diantaranya K terlarut, dapat ditukar, tidak dapat ditukar, dan mineral atau struktural (Uzoho, and Ekeh, 2014) sehingga K dalam tanah dibutuhkan untuk menyediakan kebutuhan kalium tanaman. Kalium tanah dan K tanaman tidak memiliki korelasi dapat disebabkan oleh adanya pencucian yang menjadi kendala dalam penyerapan K ke dalam tanaman. Kalium merupakan unsur hara yang bergerak di dalam tanah sehingga memungkinkan terjadinya kehilangan K melalui pencucian. *Input* kalium yang melebihi kapasitas retensi tanah dan kebutuhan tanaman dapat menyebabkan kehilangan karena pencucian melalui drainase (Alfaro *et al.*, 2017).

Model estimasi K dengan indeks vegetasi

Hasil uji korelasi antara K tanah dengan indeks GLI CS, GNDVI, NDSI CS, NDVI CS, dan SAVI sangat rendah sehingga tidak dilakukan uji regresi terhadap kalium dalam tanah dengan indeks vegetasi maupun indeks tanah. Kalium

dalam tanaman berkorelasi dengan indeks GLI CS (-0,46), NDSI CS (-0,46), dan NDVI CS (-0,48). Hasil uji regresi menunjukkan nilai R^2 tertinggi adalah NDVI ($R^2 = 0,2259$), GLI ($R^2 = 0,2125$), dan NDSI ($R^2 = 0,2126$). Formula yang didapatkan untuk estimasi K pada tanaman $y = 1,8003 + (0,5716 \cdot \text{NDVI CS})$. Menurut Wasonga *et al.*, (2021), penggunaan NDVI dapat memperoleh pendugaan yang akurat karena mengamati melalui klorofil daun. Nilai NDVI tinggi ditunjukkan pada tanaman dengan irigasi

penuh yang menandakan tanaman tersebut mengandung klorofil yang tinggi sehingga dapat dikatakan tanaman yang sehat. NDVI merupakan formula paling umum dan salah satu indeks yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi area bervegetasi dengan cepat menggunakan teknologi penginderaan jauh (Zaitunah *et al.*, 2018). NDVI dinilai mampu mengidentifikasi kandungan unsur hara kalium menggunakan Sentinel-2A.

Gambar 2. Uji regresi K tanaman dengan NDVI CS.

Validasi model estimasi K

Hasil estimasi diuji kemiripannya dengan hasil yang diperoleh di lapangan. Hasil estimasi yang digunakan adalah formula dari NDVI CS yang diperoleh setelah dilakukan uji regresi. Kemiripan dari hasil estimasi dan hasil di lapangan didapatkan melalui uji T berpasangan. Rata-rata kalium dalam tanaman dari hasil yang diperoleh di lapang sebesar 1,503%. Hasil estimasi kalium dalam tanaman memiliki rata-rata sebesar 1,643%. Hasil estimasi memiliki nilai t hitung -3,18 lebih besar daripada t tabel 2,15. Nilai signifikan adalah 0,0067 ($\alpha = 0,05$). Hasil estimasi kalium pada tanaman dinilai berbeda nyata dengan hasil kalium pada

tanaman yang diperoleh di lapangan karena nilai t hitung $> t$ tabel sehingga formula estimasi tidak dapat digunakan untuk menduga kandungan kalium dalam tanaman kentang.

Pemilihan model estimasi terbaik

Model estimasi terbaik untuk menduga kandungan unsur hara kalium pada tanaman didapatkan berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari uji regresi. uji regresi dilakukan pada kalium dalam tanaman dan indeks GLI CS, NDSI CS, dan NDVI CS. Nilai R^2 yang tertinggi pada uji regresi K dalam tanaman dengan indeks NDVI CS. Menurut Mukhlisin dan Soemarno (2020), NDVI merupakan indeks vegetasi yang

merepresentasikan kerapatan vegetasi dengan memanfaatkan fenomena pantulan cahaya yang berasal dari daun. Nilai kehijauan vegetasi menggunakan NDVI didapatkan dari perbandingan antara gelombang merah (*red*) dan gelombang inframerah dekat (NIR). Hal ini didukung oleh penelitian Nurmallasari dan Santosa (2018), mampu mengestimasi produksi pucuk teh di sebagian Karanganyar dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 46%.

Kesimpulan

Penggunaan indeks vegetasi dalam menduga kandungan kalium dalam tanaman menggunakan Citra Sentinel 2-A diperoleh indeks NDVI CS adalah indeks yang paling baik dalam mengestimasi kalium dalam tanaman kentang ($r = -0,48$ dan $R^2 = 0,2259$). Didapatkan estimasi kandungan kalium pada tanaman dengan formula $y = 1,8003 + (0,5716 \cdot \text{NDVI CS})$. Penggunaan formula estimasi kalium dalam tanaman dinilai berbeda nyata dengan hasil di lapangan (t hitung = $-3,18$, t tabel = $2,15$, $p\text{-value} = 0,0067$, $\alpha = 0,05$) sehingga formula estimasi tidak dapat digunakan untuk mengestimasi kandungan kalium dalam tanaman.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Brawijaya yang telah menyediakan dana penelitian melalui HPP (Hibah Peneliti Pemula) Universitas Brawijaya tahun 2021.

Daftar Pustaka

- Alfaro, M., Ciro, R., Keith, G., Johnny, J. and Huoyan, W. 2017. Potassium Losses and Transfers in Agricultural and Livestock Systems. China: Institute of Soil Science.
- Ariyanto, D., Astika, I.W dan Radite, P.A.S. 2016. Pengembangan metode akuisisi data kandungan unsur hara makro secara spasial dengan sensor EC dan GPS. JTEP Jurnal Keteknik Pertanian, 4(1): 107-114.
- Atlasbig.com. 2020. World's Leading Potato Producing Countries. Diakses Online melalui <https://www.atlasbig.com/en-au/countries-by-potato-production> pada 20 Agustus 2021 15.30 WIB.
- Aziz, M.H. dan Santosa, S.H.M.B. 2019. Pemanfaatan citra Sentinel-2A untuk estimasi produksi tanaman kopi di sebagian wilayah Kabupaten Temanggung. Jurnal Bumi Indonesia 8(3):1-8.
- BPS. 2019. Badan Pusat Statistik tahun 2019. Jakarta
- BPS. 2020. Badan Pusat Statistik tahun 2020. Jakarta
- Firdaus, H.S. dan Hani'ah, H. 2018. pemetaan formasi batuan dengan menggunakan citra Landsat 8 dan Terrasar-X (Studi kasus : Kota Batu, Jawa Timur). Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika 1(1):12-19.
- Fletcher, K. 2012. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. The Netherland: Esa Communication.
- Hong, Z., Xu, F., Wu, Y., Hu, H.H. and Dai, X.F. 2017. Progress of potato staple food research and industry development in China. Journal of Integrative Agriculture 16(12):2924-2932.
- Mukhlisin, A. dan Soemarno. 2020. Estimasi kandungan klorofil tanaman kopi robusta (*Coffea canephora* Var. Robusta) menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Bangelan, Wonosari, Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 7(2):329-339.
- Nurmallasari, I. dan Santosa, S.H.M.B. 2018. Pemanfaatan citra Sentinel-2A untuk estimasi produksi pucuk teh di sebagian Kabupaten Karanganyar. Jurnal Bumi Indonesia 7(1): 1-11.
- Rayes, M.L. 2007. Metode Inventarisasi Sumberdaya Lahan. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rosyidah, A. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil tiga varietas kentang (*Solanum tuberosum* L.) akibat aplikasi pupuk kalium di dataran medium. Jurnal Folium 1(1):80-89.
- Subandi. 2013. Peran dan pengelolaan hara kalium untuk produksi pangan di Indonesia. Jurnal pengembangan Inovasi Pertanian 6(1):1-10.
- Sukarman dan Dariah, A. 2014. Tanah Andosol di Indonesia: Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Uzoho, B.U. and Ekeh, C. 2014. Potassium status of soils in relation to land use types in Ngor-Okpala, Southeastern Nigeria. Journal of Natural Sciences Research 4(6):105-114.
- Wasonga, D.O., Afrane, Y., Jouko, K., Laura, A. and Pirjo, S.A.M. 2021. Red-green-blue and multispectral imaging as potential tools for estimating growth and nutritional performance of cassava under deficit irrigation and potassium fertigation. Remote Sensing 13(4): 598.
- Zaitunah, A., Samsuri, S., Ahmad, A.G. and Safitri, R.A. 2018. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) analysis for land cover types using Landsat 8 Oli in Besitang Watershed, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 126(1):012112.