

PENGARUH VARIABILITAS TOPOGRAFI DAN SIFAT FISIK TANAH TERHADAP PRODUKSI KENTANG DI KECAMATAN BUMIAJI, KOTA BATU

Effect of Topographical Variability and of Soil Physical Properties on Potato Yields in Bumiaji, Batu City

Yosi Andhika*, Sudarto, Widiyanto

Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang

*Penulis korespondensi: yosiandhika@gmail.com

Abstrak

Erosi tanah menyebabkan hilangnya unsur hara dalam tanah dan hal ini terlihat jelas pada kawasan pertanian Kota Batu, terutama disebabkan oleh topografi yang terjal atau sangat curam sehingga akan mempengaruhi tingkat produksinya. Penentuan efektivitas pengamatan didasarkan pada empat kelas kemiringan lereng: 0-8%, 8-15%, 15-30%, dan >30% pada berbagai ketinggian: <1.100 m, 1.100-1.300 m, 1.300-1.500 m, 1.500-1.700 m, dan >1.700 m dpl 40 titik pengamatan. Analisis geostatistik dengan ArcMap dilakukan untuk mengetahui pola semivariogram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemiringan lereng, ketinggian tempat, dan bahan organik berpengaruh terhadap hasil kentang. Persamaan yang dihasilkan adalah $y = 11.845 - 0.258x_1 + 0.007x_2 + 2.454x_3$, dimana y adalah produktivitas kentang, x_1 adalah kemiringan lereng, x_2 adalah ketinggian, dan x_3 adalah C organik, dengan nilai r sebesar 0,87 dan nilai $R^2 = 0,74$. Potensi produksi kentang tertinggi di Bumiaji mencapai 33,06 t ha⁻¹, dan terendah hanya 7,12 t ha⁻¹. Lahan yang tersedia untuk ditanami kentang dapat menghasilkan 35.891 t kentang, dengan produktivitas rata-rata mencapai 24,6 t ha⁻¹.

Kata kunci: *C organik, geostatistik, hasil kentang, topografi*

Abstract

Soil erosion causes a loss of nutrients in the soil and is evident in the agricultural areas of Batu City, primarily due to the steep or very steep topography. So it will affect the level of production. Determination of the effectiveness of observation was based on four classes of slope: 0-8%, 8-15%, 15-30%, and >30% at various altitudes: <1,100 m, 1,100-1,300 m, 1,300-1,500 m, 1,500-1,700 m, and >1,700 m above sea level 40 observation points. Geostatistical analysis with ArcMap software was conducted to determine the pattern of semivariograms. The results of this study indicated that the slope, altitude, and organic matter affect the yield of potatoes. The resulting formula is $y = 11.845 - 0.258x_1 + 0.007x_2 + 2.454x_3$, where y is the potato productivity, x_1 is slope, x_2 is altitude, and x_3 is the organic C, with r value is 0.87 and R^2 value = 0.74. The highest potential production of potatoes in Bumiaji reached 33.06 t ha⁻¹, and the lowest was only 7.12 t ha⁻¹. Available land planted with potatoes can produce 35,891 t of potato, with average productivity reaching 24.6 t ha⁻¹.

Keywords: *geostatistics, organic C, potato yield, topography*

Pendahuluan

Berdasarkan sensus penduduk yang dilakukan BPS pada tahun 2020, jumlah penduduk Indonesia adalah 270,203 juta jiwa. Peningkatan jumlah penduduk akan meningkatkan jumlah kebutuhan

pangan pokok seperti padi, jagung atau kedelai. Produksi tanaman padi pada tahun 2019 mencapai 54,60 juta ton dalam bentuk gabah kering. Produksi ini mengalami penurunan sebesar 4,60 juta ton dibanding produksi tahun sebelumnya (BPS, 2019) sehingga perlu diupayakan adanya diversifikasi

pangan dari beras beralih ke tanaman kentang. Proses budidaya tanaman kentang di dataran tinggi yang ideal dan menghasilkan produksi yang optimal (Sunaryono, 2007; Suryana, 2013). Kondisi tersebut sangat sesuai syarat tumbuh tanaman kentang yang berada pada ketinggian sekitar 800-1.500 m dpl (Sunaryono, 2007). Beberapa dampak yang ditimbulkan proses budidaya tanaman kentang pada dataran tinggi diantaranya erosi tanah (Peng *et al.*, 2023).

Kehilangan tanah dan unsur hara akibat erosi tanah terlihat jelas di daerah pertanian di Kota Batu sebagian besar karena topografi yang curam atau sangat curam (Peng *et al.*, 2023). Hal ini disebabkan oleh tutupan tanah <40% yang menyebabkan hilangnya nutrisi tanah sekitar 23-24% (Nyawade *et al.*, 2019) sehingga mengakibatkan penurunan produksi tanaman kentang secara signifikan.

Di daerah Kota Batu, erosi tanah terjadi pada lahan dataran tinggi dimana proses budidaya dilakukan pada lahan dengan tingkat kemiringan berkisar 10-55%. Laju erosi yang terjadi di daerah budidaya Tanaman kentang ini bisa mencapai 657.700 t ha⁻¹ (Muttaqin, 2017). Tingkat erosi yang tinggi akan mempengaruhi performa tanaman untuk tumbuh secara optimal. Oleh karena itu, perlu adanya teknologi untuk menduga potensi produksi tanaman kentang secara cepat dan akurat.

Salah satu teknologi yang berkembang sekarang adalah Sistem Informasi Geografis (SIG) (Law dan Collins, 2019; Price, 2019). Salah satunya dengan cara memodelkan kondisi lapangan dengan produksi kentang (Dadrasi *et al.*, 2022). Teknologi SIG dapat menggunakan geostatistik sebagai alat bantu untuk mengolah dan menginterpretasikan hasil (Tripp Corbin, 2015). Berdasarkan analisis didapatkan hasil estimasi yang hampir mendekati dari lapangan (Iticha dan Takele, 2019).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui variabilitas topografi dan sifat fisik tanah terhadap potensi produktivitas kentang sehingga dalam mengetahui potensi produktivitas kentang dapat menggunakan pendekatan topografi dan C organik, kemudian dari hasil dari lapangan perlu adanya pengukuran sifat kimia yang lengkap agar memperoleh data yang mendekati kondisi lapangan

Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Analisis laboratorium diantaranya adalah tekstur tanah, pH, C organik dan analisis data spasial. Analisis tekstur tanah dengan menggunakan metode pipet yang dilakukan di Laboratorium Fisika. Analisis tanah pH tanah dengan pelarut H₂O dan KCl (Balai Penelitian Tanah, 2009), C organik dengan menggunakan Walkley dan Black (1934) yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia. Berikutnya analisis data spasial dilaksanakan di Laboratorium PSISDL analisis diantaranya persiapan peta lapangan serta Interpolasi data. Penelitian dilaksanakan pada bulan September-oktober tahun 2015 kemudian dianalisis ulang tahun 2023.

Tahapan penelitian ini meliputi: 1) persiapan, 2) pengumpulan data sekunder, 3) penentuan lokasi, 4) pengamatan kondisi lahan dan pengambilan contoh tanah, 5) analisis contoh tanah, 6) dan analisis data. Kegiatan meliputi persiapan peta kerja dan ijin lokasi. Penyusunan peta kerja memerlukan Peta Administrasi berskala 1:25.000, Peta Tutupan Lahan berskala 1:10.000, Peta Lereng berskala 1:25.000, dan Peta Ketinggian Peta Topografi. Pengumpulan Data Sekunder, meliputi studi pustaka dari data sekunder, pengumpulan data dari penelitian sebelumnya, kondisi umum wilayah setempat dan tingkat produktivitas kentang. Lokasi pengamatan ditentukan berdasarkan ketinggian dan kemiringan lereng pada lahan yang biasa digunakan untuk budidaya tanaman kentang. Penggunaan data DEMNAS (Digital Elevation Model Nasional) sebagai acuan awal mengenai ketinggian tempat (Tabel 1) dan kemiringan lereng (Tabel 2).

Tabel 1. Ketinggian tempat.

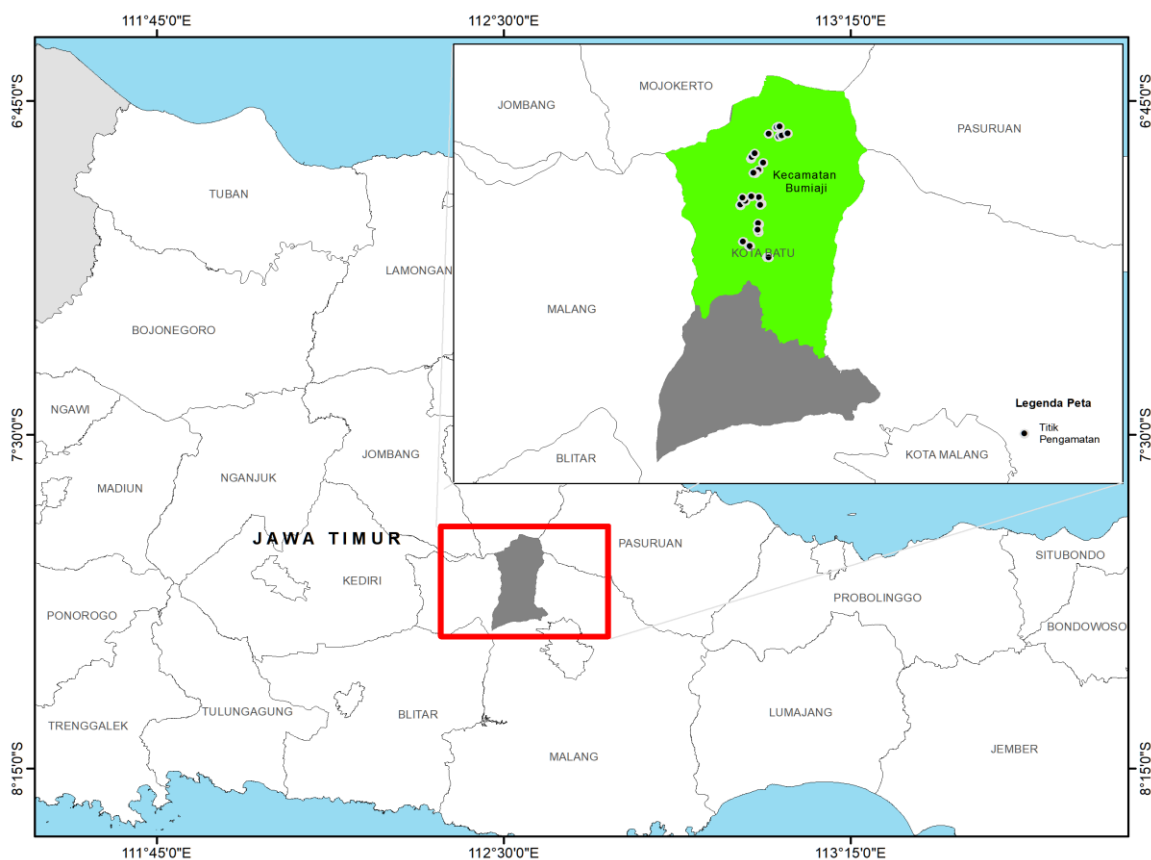
Kode	Elevasi (m dpl)
E1	<1.100
E2	1.100-1.300
E3	1.300-1.500
E4	1.500-1.700
E5	>1.700

Tabel 2. Kelas kelerengan.

Kelas Lereng	Kelerengan (%)
L1	0-8
L2	8-15
L3	15-30
L4	>30

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur (Gambar 1). Kegiatan Analisis tanah dilaksanakan di laboratorium Fisika, Kimia, dan PSISDL



Gambar 1. Peta administrasi observasi lapangan Kecamatan Bumiaji.

Pengamatan kondisi lahan meliputi produksi tanaman kentang per satuan luas (ubinan), sedang pengambilan contoh tanah komposit pada kedalaman 0-30 cm. Analisis laboratorium dilakukan terhadap tekstur, kandungan bahan organik tanah dan pH tanah. Analisis data, uji normalitas, uji korelasi dan uji regresi *software* yang digunakan adalah *Microsoft office 2021* dan *SPSS 12*. Secara spasial untuk menginterpolasi dengan menggunakan kriging (Childs, 2004; Arun, 2013) dengan menggunakan beberapa pendekatan yaitu keadaan topografi dan sifat fisik khususnya. Hasil dari estimasi ini divalidasi dengan hasil produksi lainnya pada tempat berbeda dengan menggunakan rumus perhitungan dari Loague dan Green (1991).

$$ME = \text{Max} |P_i - O_i|_{i=1}^n \quad (1)$$

$$RMSE = \left[\sum_{i=0}^n \frac{(P_i - O_i)^2}{n} \right]^{0.5} \times \frac{100}{\bar{O}} \quad (2)$$

$$RE = \frac{RMSE}{\bar{O}} \times 100 \quad (3)$$

$$EF = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2 \right]}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (4)$$

Keterangan: ME= *Maximum Error*, RMSE=*root mean square error*, RE= *Relative Error*, EF= *Modelling Efficiency*, P_i = produktivitas model, O_i = produktivitas lapangan, n= jumlah pengamatan dan \bar{O} = rata-rata produktivitas lapangan.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi topografi, tanah dan produksi tanaman

Hasil dari pembagian daerah berdasarkan lereng L1 (0-8%) dengan luasan 115 ha, lereng L2 (8-15%) dengan luasan 500 ha, lereng L3 (15-30%) dengan luasan 688 ha serta lereng L4 (>30%) luasan mencapai 121 ha. Tekstur tanah di daerah penelitian didominasi oleh fraksi pasir. Fraksi pasir umumnya lebih dari 60%, fraksi debu antara 30-50%, sedang fraksi liat umumnya kurang dari 20%. Kandungan bahan organik (C organik) bervariasi mulai sangat

rendah-rendah dengan luasan 52,3 ha (3,57%), sedang dengan luas 1.086 ha (74,12%) dan tinggi dengan luas 327 ha (22,31%) (Agustina *et al.*, 2020). Kemasaman tanah (pH H₂O) sebagian besar termasuk agak masam antara pH 5,5-6,5 dengan luasan 1.265 ha (86,36%), sebagian sangat masam dengan luas 192 ha (13,13%) dan netral dengan luas 7 ha (0,51%). Hasil interpolasi produktivitas tanaman, pada daerah observasi terdiri atas 5 kelas produktivitas mulai sangat rendah (<15 t ha⁻¹), rendah (15-20 t ha⁻¹), sedang (20-25 t ha⁻¹), tinggi (25-30 t ha⁻¹) dan sangat tinggi (>30 t ha⁻¹) masing masing dengan luas 13 ha (0,88%), 170 ha (11,62%), 726 ha (49,59%), 491 ha (33,54%) dan 64 ha (4,37%) yang masih relevan dengan penelitian Sugiharyanto (2017).

Pengaruh topografi terhadap produktivitas kentang

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa ada hubungan eksponensial antara kemiringan lereng dengan produktivitas lahan dengan persamaan $y = 52,154 \text{ lereng}^{-0,298}$, dimana y merupakan nilai produktivitas lahan (Gambar 2). Penurunan produktivitas lahan diduga karena terjadinya penurunan kesuburan tanah akibat erosi semakin hebat apabila kemiringan lahan semakin meningkat. Bersamaan dengan erosi, selain tanah yang terangkut juga terangkut bahan organik dan unsur hara. Edi (2005) melaporkan bahwa kentang yang ditanam pada kelerengan lahan 0-3% diperoleh produksi 35 t ha⁻¹, sedangkan pada kelerengan lahan

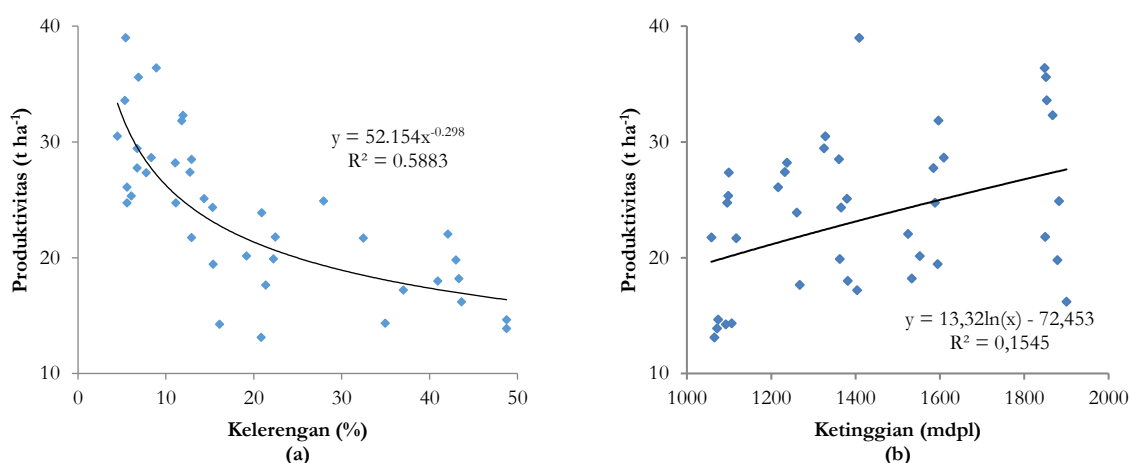
15-30% produksinya menurun menjadi 31 t ha⁻¹. Hal tersebut selaras dengan hasil yang diperoleh dari hasil penelitian di lapangan di mana produktivitas tanaman kentang masing-masing adalah 30,0 t ha⁻¹, 28,5 t ha⁻¹, 20,0 t ha⁻¹, serta 17,6 t ha⁻¹, untuk lahan dengan kemiringan lereng 0-8%, 8-15%, 15-30% dan >30%.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa korelasi antara ketinggian tempat dengan produktivitas tanaman kentang sangat lemah dengan nilai $r = 0,348$.

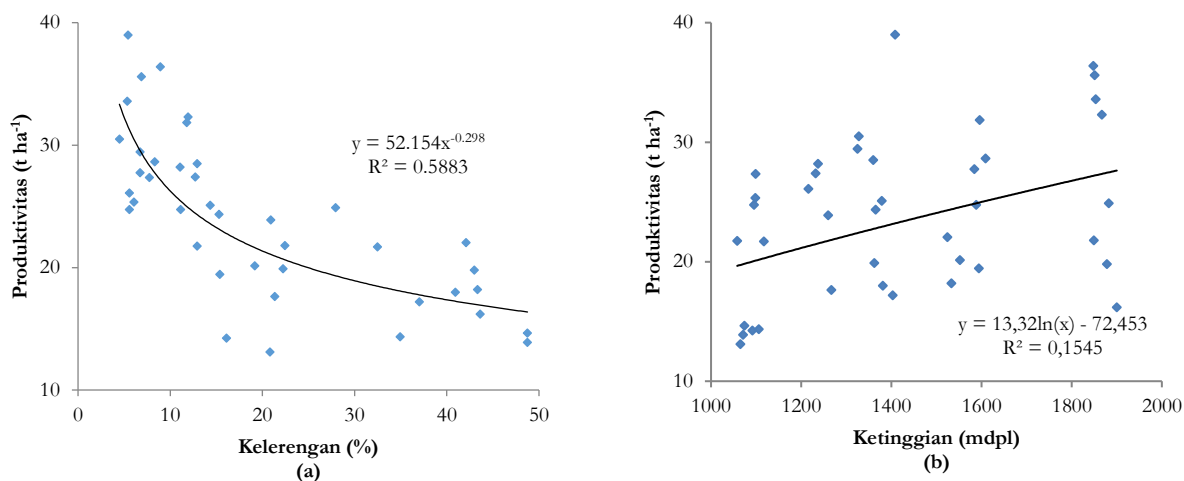
Pengaruh tekstur tanah terhadap produktivitas kentang

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa ada korelasi negatif sangat nyata antara kandungan fraksi liat dengan produksi kentang, dengan $r = 0,565$. Korelasi positif yang lemah antara kandungan fraksi pasir dengan produksi kentang, dengan $r = 0,352$. Kandungan fraksi debu tidak berpengaruh nyata terhadap produksi kentang.

Persamaan yang dihasilkan dari hasil analisis regresi antara kandungan fraksi tanah dengan produktivitas lahan adalah: hubungan antara kandungan fraksi pasir dan liat dengan produksi tanaman kentang disajikan pada Gambar 3. Kondisi ini sangat cocok untuk tanaman kentang yang membutuhkan tanah dengan konsistensi gembur untuk perkembangan akar dan umbinya. Semakin banyak pasir dan semakin sedikit kandungan liat, produktivitas tanaman juga semakin meningkat.



Gambar 2. Pengaruh kelerengan lahan (a) dan ketinggian tempat (b) terhadap produktivitas tanaman kentang.

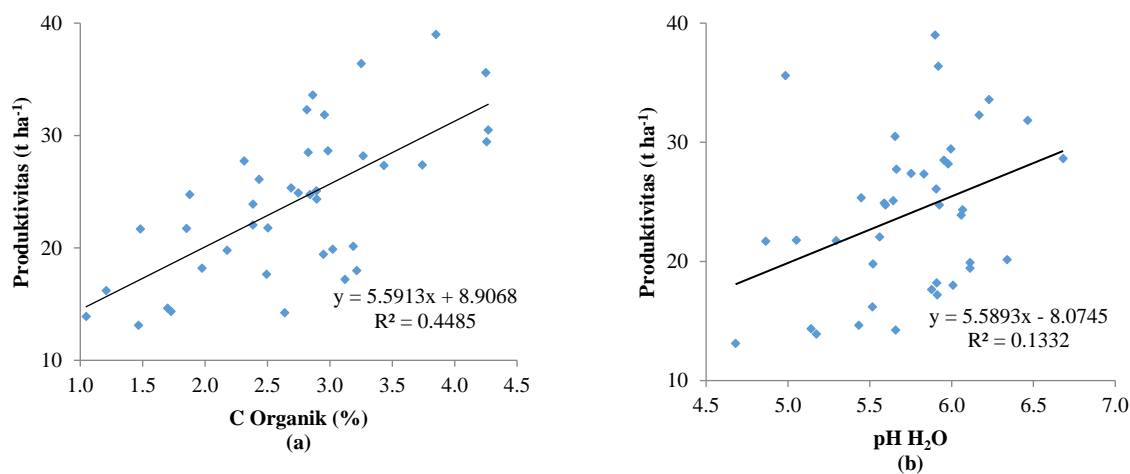


Gambar 3. Pengaruh fraksi pasir (a) dan liat (b) terhadap produktivitas kentang.

Pengaruh sifat fisika-kimia tanah terhadap produktivitas kentang

Bahan organik tanah (C organik) berpengaruh sangat nyata terhadap produktivitas tanaman, dengan koefisien korelasi 0,67. Selanjutnya dari analisis regresi dihasilkan persamaan $y = 5,5913 C \text{ organik} + 8,9068$, di mana y merupakan produktivitas kentang, dengan nilai $R^2 = 0,4485$ (Gambar 4). Pengaruh yang sangat nyata ini diduga karena pengaruh bahan organik dalam agregasi tanah dan penyediaan hara. Prasetya (2008) menyatakan bahwa rendahnya agregasi tanah erat hubungannya dengan kandungan C organik tanah dan perakaran tanaman. Stevenson (1995)

menjelaskan bahwa pengaruh bahan organik terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah, yaitu sebagai penyedia unsur hara seperti N, P dan S bagi tanaman, sebagai sumber energi bagi organisme tanah, sebagai penyangga (*buffer*) terhadap perubahan pH, dapat mengikat logam-logam, berasosiasi dengan mineral liat memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK). Reaksi tanah (pH-H₂O) pada kisaran pH 4,5-6,5 memiliki hubungan yang lemah dengan produktivitas tanaman dengan koefisien korelasi $r = 0,365$. Persamaan yang dihasilkan adalah $y = 5,589 \text{ pH H}_2\text{O} - 8,074$, dengan nilai $R^2 = 0,1332$ (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh C organik (a) dan kemasaman tanah aktual (pH H₂O) (b) terhadap produktivitas kentang.

Produktivitas tanaman kentang di Kecamatan Bumiaji

Analisis regresi *stepwise* menunjukkan bahwa variabel yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kentang adalah kemiringan lereng, ketinggian tempat dan kandungan bahan organik. Persamaan yang dihasilkan adalah $y = 11,845 - 0,258x_1 + 0,007x_2 + 2,454x_3$, di mana y adalah produktivitas kentang, x_1 adalah kemiringan lereng, x_2 adalah ketinggian tempat, serta, x_3 adalah C organik tanah. Koefisien korelasi (r) yang dihasilkan adalah 0,846 dengan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,715 dan nilai $p < 0,05$. Kemiringan lereng berkaitan dengan tingkat limpasan permukaan dan erosi tanah di lapangan. Semakin curam lereng, maka semakin banyak limpasan permukaan dan erosi. Bersamaan dengan hal tersebut, terangkut pula unsur hara dan bahan organik yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman (Stevenson, 1995). Ketinggian tempat berkaitan dengan lingkungan yang nyaman, khususnya suhu udara bagi pertumbuhan tanaman. Sampai ketinggian 2.000 m masih memberikan respon positif bagi produktivitas tanaman kentang.

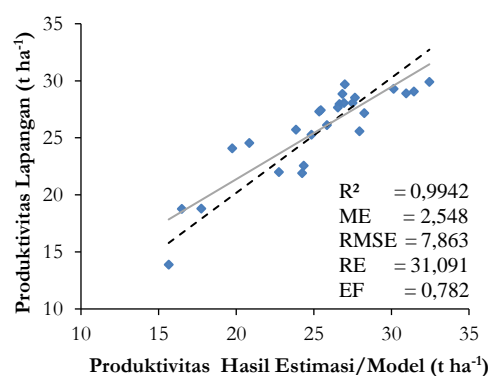
Validasi model produktivitas dengan produktivitas lapangan

Validasi model dilakukan pada 26 titik pada tersebar pada berbagai kemiringan lereng dan ketinggian tempat (Gambar 5). Hasil analisis korelasi dan regresi menunjukkan bahwa ada korelasi yang sangat erat dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9942$. Berdasarkan rumus Loague dan Green (1991) diperoleh nilai ME 2,548, nilai RMSE 7,863 t ha⁻¹ (nilai optimum = 0) nilai RMSE tinggi karena mendekati 0, RE 31,091%, nilai EF 0,782 atau setara 78,2% (nilai optimum = 1) nilai dari EF cukup tinggi karena hampir mencapai angka 1. Hubungan antara produktivitas tanaman kentang hasil simulasi dengan hasil ubinan di lapangan disajikan pada. Uji t diperoleh hasil dengan nilai t hitung adalah (-) 0,369, de-rajat bebas 26, *sig.2-tailed* hasil 0,369 sehingga nilai $p > 0,05$.

Potensi produksi tanaman kentang di Kecamatan Bumiaji

Potensi produktivitas dilakukan khusus lahan budidaya yang memungkinkan untuk tanaman kentang. Interpolasi data spasial dilakukan data lereng, ketinggian dan interpolasi C organik. Simulasi dilakukan pada perangkat lunak ArcGIS versi 10.8 dengan menggunakan formula hasil dari metode *stepwise*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa

produktivitas tertinggi 32,48 t ha⁻¹, sedang produktivitas terendah 4,84 t ha⁻¹. Jumlah potensi produksi kentang total 35.891 ton dengan luasan 1.464,66 ha rata-rata produktivitas 24,5 t ha⁻¹. Secara spasial, produktivitas lahan di Kota Batu disajikan pada Gambar 6.



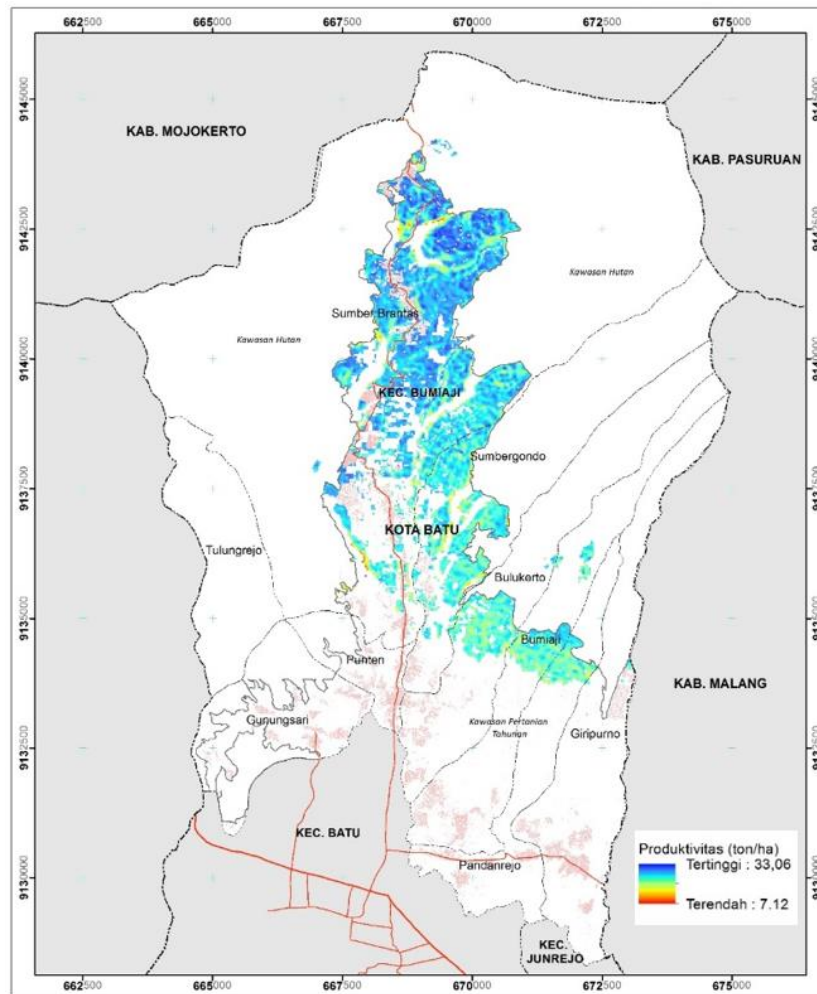
Gambar 5. Hubungan antara produktivitas lapangan dengan produktivitas model. Garis kontinyu menggambarkan kurva regresi, sedangkan garis putus-putus menggambarkan garis 1:1.

Kesimpulan

Varibilitas dari lereng berpengaruh dalam produktivitas tanaman kentang dengan persamaan $y = -0,3436 \text{ lereng} + 30,814$, dengan nilai $R^2 = 0,53$. C organik berpengaruh terhadap produktivitas kentang dengan persamaan $y = 5,5913 \text{ C organik} + 8,9068$, dengan nilai $R^2 = 0,4485$. Menggunakan regresi *stepwise* diperoleh persamaan: $y = 11,845 - 0,258x_1 + 0,007x_2 + 2,454x_3$, di mana y adalah produktivitas kentang, x_1 adalah kemiringan lereng, x_2 adalah ketinggian tempat, serta, x_3 adalah C organik tanah dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,7404 dan nilai $p < 0,05$. Potensi produktivitas khusus Kecamatan Bumiaji tertinggi mencapai 33,06 t ha⁻¹ dan terendah mencapai 7,12 t ha⁻¹. Jumlah produksi kentang mencapai 36.028 t dengan luasan lahan mencapai 1.464,66 ha sehingga rata-rata produktivitas mencapai 24,6 t ha⁻¹.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, dan pranata laboratorium Fisika Tanah, Kimia Tanah, dan PSISDL, Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.



Gambar 6. Potensi produksi berdasarkan model.

Daftar Pustaka

- Agustina, C., Rayes, M.L., Kusumarini, N. dan Sudharta, K.A. 2020. Pemetaan bahan organik tanah pada sawah irigasi dan tadah hujan di Kecamatan Turen, Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 7(1):69-75, doi:10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.9.
- Arun, P.V. 2013. A comparative analysis of different DEM interpolation methods. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 16(2):133-139.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- BPS. 2019. *Luasan dan Produksi Tanaman Padi*. <https://www.bps.go.id/>.
- Childs, C. 2004. Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst. *ArcUser*, July-September, 3235(569): 32-35.
- Dadrasi, A., Torabi, B., Rahimi, A., Soltani, A. and Zeinali, E. 2022. Modeling Potential production and yield gap of potato using modelling and GIS approaches. *Ecological Modelling* 471:110050, doi:10.1016/j.ecolmodel.2022.110050.
- Edi, S. 2005. Pengaruh ketinggian tempat terhadap produksi dan kelayakan usahatani kentang di Kabupaten Kerinci Jambi. *Prosiding Seminar Nasional PLTT dan Hasil-hasil Penelitian/Pengkajian Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Jambi*, 207-214.
- Iticha, B. and Takele, C. 2019. Digital soil mapping for site-specific management of soils. *Geoderma* 351:85-91, doi:10.1016/j.geoderma.2019.05.026.
- Law, M. and Collins, A. 2019. Getting to know ArcGIS PRO.
- Loague, K. and Green, R.E. 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. *Journal of Contaminant Hydrology* 7(1-2):51-73, doi:10.1016/0169-7722(91)90038-3.
- Muttaqin, T. 2017. Laju erosi terhadap perubahan tata guna lahan kawasan hutan lindung pada area pertanian Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* 4(2):119-125, doi:10.33084/daun.v4i2.86.

- Nyawade, S.O., Gachene, C.K.K., Karanja, N.N., Gitari, H.I., Schulte-Geldermann, E. and Parker, M.L. 2019. Controlling soil erosion in smallholder potato farming systems using legume intercrops. *Geoderma Regional* 17, doi:10.1016/j.geodrs.2019.e00225.
- Peng, Q., Liu, B., Hu, Y., Wang, A., Guo, Q., Yin, B., Cao, Q. and He, L. 2023. The role of conventional tillage in agricultural soil erosion. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 348, doi:10.1016/j.agee.2023.108407.
- Prasetya, B., S. Prijono, S. dan Widjiawatim Y. 2008. Agregasi tanah pada berbagai penggunaan lahan di tanah Andisol. *Malang. Agritek* 16:600-780.
- Price, M.H. 2019. *Mastering ArcGIS Pro*. McGraw Hill.
- Stevenson, F.J. 1995. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. *Journal of Chemical Education* 72(4):A93, doi:10.1021/ed072pA93.6.
- Sugiharyanto, S. 2017. Prospek pengembangan budidaya tanaman kentang di Indonesia. *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian* 6(2):43-52, doi:10.21831/gm.v6i2.15388.
- Sunaryono, H.H. 2007. *Petunjuk Praktis Budi Daya Kentang*. AgroMedia.
- Suryana, D. 2013. *Budidaya Kentang: Tanaman Kentang*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Tripp Corbin, G. 2015. *Learning ArcGIS Pro*. Packt Publishing Ltd.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An Examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37(1):29-38.