Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Tanaman Kentang. Studi kasus: di Lembang, Jawa barat

Sastrika Anindita, Mahfud Arifin, Apong Sandrawati

Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor
Korespondensi: sastrika.anindita@unpad.ac.id

ABSTRACT

The potential impacts of global warming on agricultural production warrant careful consideration, as they could pose threats to food security. This study aims to evaluate the effects of global warming on potatoes in the Lembang region, West Java, where is renowned for its horticultural production. We used climate data taken from Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment for Southeast Asia (CORDEX-SEA), using MPI-ESM-LR_REMO2015 model under the Representative Concentration Pathway (RCP8.5) scenario. Addititionally, potato crop yield was simulated Ausing Aquacrop software. The results showed that the potential yield under the influence of climate change increased potato yield by 16%. The study identified that the increase of temperature in Lembang has positive impact on potato production.

Keyword: global warming, model, potato

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim dapat mengancam ketahanan pangan baik di skala gobal, regional, dan lokal (Pulatov et al., 2015). Peningkatan suhu diprediksi akan meningkat hingga mencapai 4.8°C pada akhir abad ke 21 ((IPCC WGI, 2001)) dapat berdampak pada produktivitas tanaman (Tariq *et al*., 2018; Fatima *et al*., 2021). Peningkatan suhu dan peningkatan kadar CO_2 di atmosfer dapat mempercepat laju fotosintesis tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat merusak jaringan tanaman.

Perubahan pola curah hujan juga dapat mempengaruhi produtivitas tanaman. Intensitas hujan yang tinggi dapat meningkatkan penyakit tanaman sehingga menurunkan produktivitas, sedangkan intensitas hujan yang rendah dapat mengurangi ketersediaan air untuk tanaman sehingga tanaman mengalami stress yang bisa mengakibatkan hasil yang signifikan. Selain itu, perubahan iklim dapat meningkatkan kejadian cuaca ekstrim, seperti banjir dan gelombang panas. Dampak dari perubahan iklim bervariasi dari skala regional hingga lokal. Perlu adanya analisis untuk melihat dampak dari perubahan iklim pada skala lokal.

Tanaman kentang merupakan salah satu dari tanaman pokok utama selain beras dan gandum (FAO, 2008; Pulatov et al., 2015). Produksi kentang pada di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2021, produksi kentang di Indoensia mencapai 1.36 juta ton, meningkat sekitar 6.1% dari tahun sebelumnya (Wahyuningsih, 2022). Kentang dapat tumbuh dengan optimal di dataran tinggi 800 – 2000 mdpl dengan suhu optimal antara 15 - 25°C. Tanaman kentang membutuhkan curah hujan yang cukup, 1000 – 1500 mm per tahun. Dengan syarat tumbuh seperti ini, kentang dapat dibudidayakan dengan baik di Indonesia terutama di daerah dataran tinggi dengan iklim sejuk. Kentang yang merupakan salah satu bahan makanan pokok dan bahan baku utama sebagai produk olahan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Oleh karena itu, analisis mengenai dampak dari perubahan iklim terhadap produktivitas kentang perlu dilakukan untuk dapat memenuhi permintaan pasar yang tinggi.

Strategi adaptasi untuk produksi kentang terhadap perubahan iklim di masa depan dapat berbeda di berbagai wilayah dikarenakan perbedaan landskap, ketinggian tempat, dan sistem budidaya yang berbeda. Analisis terhadap produktivitas kentang dengan adanya pemasasan global dapat membantu mengembangkan langkah-langkah yang tepat.

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan respon hasil panen kentang terhadap peningkatan suhu di masa depan.

2.1 BAHAN DAN METODE

2.1 Daerah Penelitian

Lokasi Penelitian dilakukan di daerah Lembang, Jawa Barat, Indonesia (6°48'48.60" Lintang Selatan & 107°38'30.30 Bujur Timur). Lokasi ini memiliki rata-rata curah hujan 2000 – 3000 mm pertahun dan rata-rata suhu antara 19 – 21°C.

Wilayah penelitian merupakan lahan pertanian (hortikultura) yang intensif. Tanah di daerah ini berasal dari bahan induk basalt-andesit tuff dengan jenis tanah Andisols (BBSDLP, 2017; Anindita *et al.*, 2022). Tanaman utama yang ditanam adalah kentang dengan pengaplikasian pupuk organik and pupuk anorganik, dan pengolahan tanah yang intensif. Detail karakteristik tanah dan penggunaan lahan dari daerah penelitian ini dapat merujuk kepada (Anindita *et al*., 2022).

2.2 Data Input

Data iklim dan karakteristik tanah yang digunakan dalam simulasi adalah:

- Data prediksi iklim seperti curah hujan, evapotranspirasi potensial, dan suhu pada tahun 2024, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080, 2090, dan 2099 didapatkan dari Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX) untuk wilayah Asia Tenggara (CORDEX-SEA) dengan model MPI-ESM-LR_REMO2015 (Giorgetta *et al*., 2013; Remedio *et al*., 2019). Model iklim ini memiliki resolusi spasial 25 km, dan performanya dari CORDEX-SEA ini telah dibahas di penelitian sebelumnya (Nguyen et al., 2022). Penelitian ini menggunakan skenario emisi RCP 8.5 (Representative Concentration Pathway) dimana didalam skenario ini terjadi peningkatan suhu dan peningkatan konsentrasi CO_2.
- Data pertumbuhan tanaman kentang menggunakan data yang sudah tersedia pada aplikasi Aquacrop (Foster *et al*., 2017). Periode pertumbuhan tanaman kentang adalah 105 hari, dimulai dari bulan Januari hingga April. Simulasi ini tidak menggunakan irigasi teknis (*rainfed irrigation*) dan mulsa, dan tidak ada praktek konservasi yang dapat mencegah terjadinya erosi. Data karakteristik tanah di daerah penelitian merujuk kepada (Anindita *et al*., 2022). Data input untuk karakteristik tanah di di lokasi penelitian yaitu: terdiri dari 5 horizon (maksimum horizon tanah yang dapat dimasukkan kedalam Aquacrop), memiliki tekstur lempung berpasir dan lempung liat berdebu, dan tidak ada air permukaan tanah (*groundwater*) pada kedalaman tanah dimana akar tumbuh.

2.3. Tahapan penelitian

Data prediksi iklim (curah hujan, evapotranspirasi, dan suhu) diunduh dari website https://cordex.org/. Data tersebut kemudian diturunkan skalanya menjadi data iklim lokal berdasarkan peta curah hujan lokal dan ketinggian tempat. Data iklim yang diperoleh kemudian menjadi data input iklim pada aplikasi Aquacrop. Bersama dengan data iklim, data pengolahan tanah dan karakteristik tanah juga dimasukkan kedalam Aquacrop untuk memprediksi potensi hasil dari tanaman kentang.

3.1 HASIL DAN PEMBAHASAN

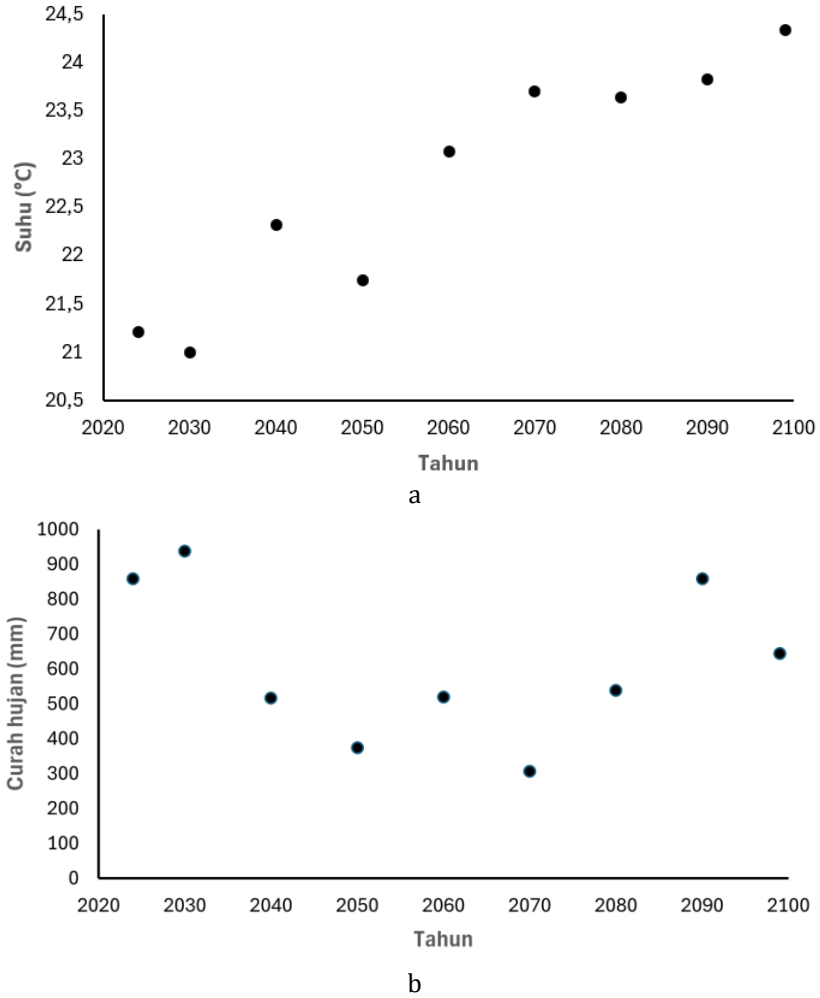
3.1 Perubahan Iklim Makro

Berdasarkan data yang diunduh dari CORDEX-SEA dengan menggunakan skenario RCP 8.5 diperoleh bahwa pada periode musim tanam Januari – April terjadi peningkatan suhu rata-rata sebesar tiga derajat dari tahun 2024 – 2099. Sementara itu, jumlah intensitas hujan di periode tanam tersebut lebih berfluktuatif, dimulai dari adanya penurunan curah hujan dari dari tahun 2030 – 2070 kemudian curah hujan diprediksi meningkat dari tahun 2070 ke 2090 dan turun lagi di tahun 2100 (Gambar 1).

Prediksi curah hujan yang lebih dinamis dibandingkan dengan suhu dikarenakan curah hujan dipengaruhi oleh siklus air yang

berlangsung daratan, lautan dan atmosfer. Proses tersebut lebih kompleks dan sulit diprediksi sehingga variabilitasnya lebih besar dibandingkan perubahan suhu. Selain itu, pola curah hujan sangat bervariasi bahkan dalam jarak yang pendek karena adanya perbedaan topografi, landskap, kedekatan dengan badan air.

Variabilitas ini menimbulkan banyak ketidakpastian dalam prediksi curah hujan dibandingkan dengan suhu yang cenderung memiliki tren lebih seragam pada skala global. Rata-rata faktor ketidakpastian pada siklus air di berbagai daerah tangkapan air adalah 57% untuk model iklim global dan 27% untuk model iklim regional (Krysanova *et al*., 2017).



Gambar 1 Prediksi suhu (a) dan curah hujan (b) pada periode musim tanam (Januari – April) dari tahun 2024 - 2099

3.2 Dampak Perubahan Iklim Terhadap Biomasa dan Produksi Kentang

Dampak dari perubahan iklim terhadap potensi biomassa dan hasil tanaman kentang menunjukkan adanya peningkatan dari tahun 2024 hingga tahun 2099 (Tabel 1; Gambar 2). Prediksi peningkatan biomassa sejalan dengan hasil tanaman tomat, yaitu sekitar 16.18%. Jumlah potensi biomassa dan hasil ini melebihi dari hasil yang diukur di lapangan berdasarkan penelitian sebelumnya (Naz et al., 2022). Di lapangan, kondisi optimal biomassa kering tanaman kentang biasanya sekitar 5 – 10 ton ha^{-1}, sementara hasil panen tanaman kentang pada umumnya berkisar antara 15 – 40 ton ha^{-1} bergantung kepada varietas, kondisi lingkungan, praktik budidaya, dan input agronomi (referensi).

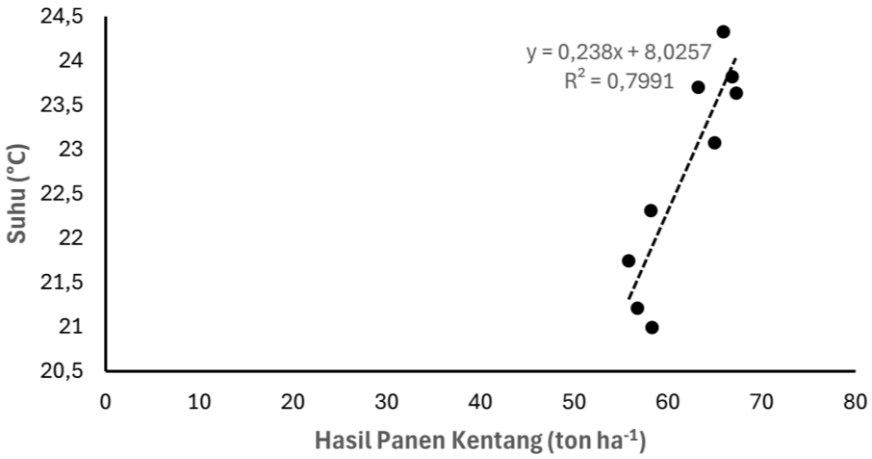
Potensi biomassa dan hasil panen yang lebih tinggi dibandingkan dengan data

lapangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti adanya organisme pengganggu tanaman, pengaruh iklim mikro, perbedaan varietas, dan adanya keterbatasan hara tanah yang tidak masuk kedalam input data simulasi karena variabilitas yang tinggi. Hasil panen yang lebih tinggi pada simulasi dibandingkan data lapangan juga ditemukan pada penelitian sebelumnya (Dadrasi *et al*., 2022).

Hasil simulasi dari perubahan iklim, peningkatan suhu mempengaruhi hasil panen kentang (r = 0,8; p< 0,05). Peningkatan sekitar 3,5 derajat dapat meningkatkan hasil panen kentang sebsar 9 ton. Dampak peningkatan suhu terhadap hasil produksi pertanian juga dilaporkan oleh Ahrari *et al*. (2024), Tang *et al*., (2022). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil panen kentang 3,4 – 44,2% dengan peningkatan suhu sebesar 1,5°C dan peningkatan hingga 49% dengan peningkatan suhu sebesar 2°C di China.

Tabel 1 Potensi biomassa dan hasil tanaman kentang tahun 2024 - 2099

Tahun	Biomassa kering (ton ha^{-1})	Hasil (ton ha^{-1})
2024	15,12	56,72
2030	15,60	58,29
2040	15,51	58,13
2050	14,89	55,80
2060	17,30	64,97
2070	16,91	63,20
2080	17,93	67,23
2090	17,81	66,80
2099	17,57	65,90



Gambar 2 Hubungan antara hasil panen kentang dan suhu pada periode tanam bulan Januari - April

Peningkatan hasil panen dengan meningkatnya suhu dapat disebabkan oleh proses fotosinthesis yang optimal, ditambah dengan jika ketersediaan air cukup selama periode tanam. Namun, peningkatan suhu pada dasarnya tidak selalu berkorelasi positif dengan peningkatan produksi pertanian. Dalam banyak kasus, suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan produksi pertanian. Suhu yang terlalu tinggi (diatas 30°C dapat menyebabkan stress pad tanaman kentang. Stress ini mengurangi efisiensi fotosintesis, memperlambat pertumbuhan tanaman, dan menghambat pembentukan ubi. Pada penelitian ini, hasil panen kentang meningkat karena peningkatan suhu masih dalam rentan suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman kentang, 15 - 24°C. Sementara hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan suhu hingga 24°C. Jika suhu naik diatas 25°C, pertumbuhan tanaman akan terhambat.

Pada penelitian ini, pengaruh curah hujan terhadap hasil panen kentang tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Hal ini dikarenakan variabilitas curah hujan sangat tinggi sehingga terdapat bias yang tinggi.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan, > 400 mm dapat menurunkan hasil panen kentang. Curah hujan yang ekstrim memiliki dampak yang lebih besar terhadap hasil panen kentang (38%) dibandingkan peningkatan suhu (10%) (Ahrari *et al*., 2024; Zhao *et al*., 2024). Faktor iklim mempengaruhi hasil panen kentang sebesar 63% (Zhao *et al*., 2024).

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi menggunakan proyeksi skenario RCP 8.5, dimana terjadi peningkatan suhu dan konsentrasi CO_2, memberikan hasil yang positif terhadap potensi biomassa dan hasil panen kentang di Lokasi penelitian, di Lembang, Jawa Barat. Peningkatan suhu sebesar 3°C pada tahun 2099 dapat meningkatkan hasil panen dan biomassa di Lokasi penelitian sebesar 16%. Hasil simulasi menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan data actual di lapangan karena beberapa faktor seperti organisme pengganggu tanaman dan iklim mikro tidak diperhitungkan pada saat melakukan simulasi. Perlu adanya kalibrasi yang menggunakan data lapangan untuk memberikan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Ahrari, A., Ghag, K., Mustafa, S., Panchanathan, A., Gemitzi, A., Oussalah, M., Klöve, B., & Torabi Haghighi, A. 2024. Assess the impact of Climate Variability on potato yield using remote sensing data in Northern Finland. Smart Agricultural Technology. 8(June).

Anindita, S., Sleutel, S., Vandenberghe, D., Grave, J. De, Vandenhende, V., & Finke, P. 2022. Land use impacts on weathering, soil properties, and carbon storage in wet Andosols, Indonesia. *Geoderma*, *423*(May), 115963. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115963

Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP). 2017. Atlas Peta Tanah Semi Detail *Skala 1:50.000 Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat* (S. Ritung, K. Nugroho, & M. H. Suwanda (eds.)). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.

Dadrasi, A., Torabi, B., Rahimi, A., Soltani, A., & Zeinali, E. 2022. Modeling Potential production and yield gap of potato using modelling and GIS approaches. *Ecological Modelling*, *471*(March), 110050. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.110050

Foster, T., Brozović, N., Butler, A. P., Neale, C. M. U., Raes, D., Steduto, P., Fereres, E., & Hsiao, T. C. 2017. AquaCrop-OS: An open source version of FAO's crop water productivity model. *Agricultural Water Management*, *181*, 18–22. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.11.015

Giorgetta, M. A., Jungclaus, J., Reick, C. H., Legutke, S., Bader, J., Böttinger, M., Brovkin, V., Crueger, T., Esch, M., Fieg, K., Glushak, K., Gayler, V., Haak, H., Hollweg, H.-D., Ilyina, T., Kinne, S., Kornblueh, L., Matei, D., Mauritsen, T., … Stevens, B. 2013. Climate and carbon cycle changes from 1850 to 2100 in MPI-ESM simulations for the Coupled Model Intercomparison Project phase 5. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, *5*(3), 572–597. https://doi.org/10.1002/jame.20038

IPCC WGI. 2001. Climate change 2001: The scientific basis. In *Cambridge University Press*.

Krysanova, V., Vetter, T., Eisner, S., Huang, S., Pechlivanidis, I., Strauch, M., Gelfan, A., Kumar, R., Aich, V., Arheimer, B., Chamorro, A., Van Griensven, A., Kundu, D., Lobanova, A., Mishra, V., Plötner, S., Reinhardt, J., Seidou, O., Wang, X., … Hattermann, F. F. 2017. Intercomparison of regional-scale hydrological models and climate change impacts projected for 12 large river basins worldwide - A synthesis. Environmental Research Letters, 12(10).

https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8359

Naz, S., Ahmad, S., Abbas, G., Fatima, Z., Hussain, S., Ahmed, M., Khan, M. A., Khan, A., Fahad, S., Nasim, W., Ercisli, S., Wilkerson, C. J., & Hoogenboom, G. 2022. Modeling the impact of climate warming on potato phenology. *European Journal of Agronomy*, *132*(October 2021), 126404. https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126404

Nguyen, P. L., Bador, M., Alexander, L. V., Lane, T. P., & Ngo-Duc, T. 2022. More intense daily precipitation in CORDEX-SEA regional climate models than their forcing global climate models over Southeast Asia. International Journal of Climatology, August 2021: 1–25. https://doi.org/10.1002/joc.7619

Pulatov, B., Linderson, M.-L., Hall, K., JÖnsson, A.M. 2015. Modeling climate change impact on potato crop phenology, and risk of frost damage and heat stress in Northern Europe. Agr. Forest Meteorol. 8 (16), 89 - 107

Remedio, A. R., Teichmann, C., Buntemeyer, L., Sieck, K., Weber, T., Rechid, D., Hoffmann, P., Nam, C., Kotova, L., & Jacob, D. 2019. Evaluation of new CORDEX simulations using an updated köppen-trewartha climate classification. Atmosphere, 10(11), 1–25. https://doi.org/10.3390/atmos10110726

Tang, J., Xiao, D., Wang, J., Li, Y., Bai, H., & Pan, X. 2022. Optimizing planting dates and cultivars can enhance China's potato yield under 1.5 °C and 2.0 °C global warming. *Agricultural and Forest Meteorology*, *324*(January), 109106. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109106

Tariq, M.., Ahmad, S., Fahad, S., Abbas, G., Hussain, S., Fatima, Z., Nasim, W., Mubeen, M., Habib ur Rehman, M., Khan, M.A., Adnan, M., Wilkerson, C.J., Hoogenboom, G. 2018. The impact of climate warming and crop management on phenology of sunflower-based cropping systems in Punjab, Pakistan. Agr. Forest Meterol 256-257, 270-282

Wahyuningsih, S. dan M. 2022. Analisis Kinerja Perdagangan Kentang. *Pusat Data Dan* Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. 12: 57.

Zhao, F., Zhang, Q., Lei, J., Wang, H., Zhang, K., & Qi, Y. 2024. Environmental factors influence the responsiveness of potato tuber yield to growing season precipitation. *Crop and Environment*, *3*(2), 112–122.