

Model Prediksi Kadar Air Media Tanam Menggunakan Regresi Linear Berganda (Studi Kasus Kebun Tomat Beef di Serenity Farm Mitra Habibi Garden)

Prediction Model of Growing Media Moisture Content Using Multiple Linear Regression (Case Study of Tomato Beef Gardens at Serenity Farm Partner of Habibi Garden)

Sintia Ayu Listina*, Rizky Mulya Sampurno, Drupadi Ciptaningtyas, Ahmad Thoriq

Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung – Sumedang Km 21 Jatinangor, Sumedang, 45363, Indonesia
*E-mail: sintia18001@mail.unpad.ac.id

Diterima: 6 September 2022; Disetujui: 28 November 2022

ABSTRAK

Permintaan yang cukup tinggi akan tomat beef kepada Serenity Farm sebagai salah satu produsen tomat *beef* di daerah Lembang, Kabupaten Bandung masih belum sepenuhnya terpenuhi. Salah satu penyebab hal tersebut adalah kurang optimalnya pengelolaan kadar air pada media tanam yang digunakan. Kadar air media tanam yang stabil dapat mencegah penguapan air berlebih dari permukaan tanah, serta mencegah tanaman mengalami stres. Selain itu, kadar air media tanam dipengaruhi oleh iklim, spesifikasi tanaman dan media tanam itu sendiri, sehingga cukup sulit diprediksi. Kadar air media tanam dapat mencapai titik kritis bila telat melakukan penyiraman dan menyebabkan kelayuan permanen tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi kadar air media tanam budidaya tomat *beef* di *greenhouse* Serenity Farm menggunakan *machine learning*. Model prediksi kadar air ini dikembangkan untuk mencegah tanaman mengalami kekeringan, dengan membantu petani dalam pengambilan keputusan penyiraman. Algoritma pembelajaran yang digunakan adalah regresi linear berganda dengan variabel bebas yang terdiri dari data Hari Setelah Tanam (HST), jumlah penggunaan air penyiraman (mL/3 jam), suhu media tanam (°C/3 jam), dan kadar air media tanam (%/3 jam) 3 jam sebelumnya. Sedangkan nilai prediksi kadar air media tanam (%/3 jam) 3 jam berikutnya dijadikan variabel terikat. Model yang dibuat telah diuji dan divalidasi dengan tingkat akurasi masing-masing 83,80% dan 72,02%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model prediksi yang dikembangkan dapat diterapkan dalam memprediksi kadar air media tanam tomat beef di Serenity Farm.

Kata kunci: kadar air media tanam; *machine learning*; prediksi; regresi linear berganda; tomat beef

ABSTRACT

The high demand for beef tomatoes for Serenity Farm, as one of the beef tomato producers in Lembang, Bandung Regency, has not been fulfilled yet. The suspected reason is the non-optimal moisture content management in the growing media. The stable growing media moisture content can prevent evaporation of excess water from the soil surface and prevent plants from experiencing stress. In addition, the growing media moisture content is influenced by climate, plant specifications, and the growing media itself, so it's quite difficult to predict. The growing media moisture content can reach a critical point if watering is late and causes permanent wilting of plants. The study aimed to develop a machine learning prediction model of the moisture content for beef tomato growing media. This model was developed to prevent plants from experiencing drought by helping farmers make watering decisions. The learning algorithm used was multiple linear regression with independent variables consisting of Days after Sowing (HST), the amount of water used for watering (mL/3 hours), growing media temperature (°C/3 hours), and growing media moisture content (%/3 hours) 3 hours previously. While the predicted value of the growing media moisture content (%/3 hours) for the next 3 hours as the dependent variable. The model created has been tested and validated with 83,80% and 72,02% accuracy, respectively. The results indicated that the prediction model fits the model criteria and can be applied in predicting the moisture content of tomato growing media at Serenity Farm.

Keywords: beef tomato; growing media moisture content; machine learning; multiple linear regression; prediction

PENDAHULUAN

Tomat beef merupakan jenis buah tomat yang termasuk ke dalam komoditas eksklusif karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Nasrulloh et al., 2016). Hal tersebut didukung dengan tomat beef yang memiliki kelebihan seperti bobot dan diameter yang lebih besar dibanding tomat lainnya, dimana berdasarkan sebuah penelitian, bobotnya dapat mencapai kurang lebih 700 gram dan diameternya mencapai 7 cm (Fakhrunnisa et al., 2018). Secara umum tomat juga mengandung vitamin A dan C sebagai sumber antioksidan, sehingga tomat beef biasa digunakan sebagai penghias makanan, pelengkap irisan *burger* dan dapat dikonsumsi

segar (Onggo et al., 2017). Berdasarkan keunggulan tomat beef tersebut, maka tidak heran jika jumlah permintaan tomat beef terbilang besar, dimana di Serenity Farm yang merupakan salah satu kelompok tani yang memproduksi tomat beef pada tahun 2020 mendapat jumlah permintaan sebesar 26.160 kg/tahun. Namun jumlah produksi tomat beef di Serenity Farm masih belum dapat memenuhi jumlah permintaannya, yaitu terdapat selisih sebesar 15.240 kg/tahun (Himawan, 2020).

Jumlah permintaan tomat beef di Serenity Farm yang belum terpenuhi dapat disebabkan karena kurang optimalnya kesediaan air saat masa pertumbuhan tanaman tomat beef. Pernyataan tersebut didukung berdasarkan

penelitian Desmarina et al. (2009) dan Jumawati et al. (2014), bahwa variasi frekuensi pemberian air pada tanaman tomat dapat berpengaruh pada bobot dan hasil buah tomat, yaitu memiliki hubungan yang berbanding lurus. Adapun berdasarkan penelitian Ciptaningtyas et al. (2017), media tanam tanaman tomat yang diberi perlakuan *water stress treatment* atau keadaan dimana kadar air media tanamnya menjadi di bawah batas normal menghasilkan jumlah buah yang lebih rendah. Frekuensi pemberian air ini tentunya akan berhubungan dengan kadar air media tanam tanaman tomat beef. Menjaga kadar air media tanam tetap optimal dapat mencegah *stress* atau cekaman kekeringan pada tanaman tomat (Anetasia et al., 2013).

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa kadar air media tanam merupakan kunci air global (Ali et al., 2015) yang berpengaruh dalam pengoptimalan penggunaan sumber daya air di bidang pertanian (Karandish & Šimůnek, 2016). Namun kadar air media tanam merupakan bagian dari sifat tanah yang sulit dipahami (Liakos et al., 2018), dinamis dan dipengaruhi oleh iklim dan parameter lainnya seperti jenis tanaman dan media tanam itu sendiri. (Porporato & Rodriguez-iturbe, 2002). Menurut Karandish dan Šimůnek (2016) dan Togneri et al. (2022), memprediksi kadar air media tanam dibutuhkan untuk menentukan estimasi kebutuhan irigasi bagi tanaman, yang kemudian akan digunakan untuk membuat jadwal penyiraman. Selain itu, melalui penelitian ini memprediksi kadar air media tanam juga dapat mencegah tanaman mencapai titik kelayuan permanen sebelum waktu penyiraman berikutnya. Model prediksi kadar air media tanam dapat menjadi solusi efektif yang ditawarkan untuk menghasilkan nilai prediksi kadar air media tanam di masa yang akan datang, sebab menurut Liakos et al. (2018) dan Benos et al. (2021) pengukuran secara langsung umumnya memakan waktu dan biaya lebih. Hasil prediksi dari model tersebut dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi petani untuk kegiatan penyiraman berikutnya, sehingga kadar air media tanam tanaman tomat beef tetap optimal. Model prediksi kadar air media tanam juga belum dikembangkan pada sistem pertanian terintegrasi Habibi Garden yang diterapkan di Serenity Farm.

Habibi Garden merupakan sebuah *start-up* yang bergerak dibidang teknologi pertanian berbasis *Internet of Things* (IoT). Alat Habibi Garden yang digunakan oleh *greenhouse* Serenity Farm untuk monitoring adalah HabibiClimate Pro. Data monitoring dari sensor pada alat Habibi Garden di Serenity Farm adalah data kondisi media tanam yang meliputi data suhu media tanam ($^{\circ}\text{C}$), kadar air media tanam (%) dan lain-lain. Adapun tersedia data jumlah penggunaan air selama penyiraman dan data usia tanaman tomat beef (Habibi Garden, 2020). Ketersediaan data tersebut memungkinkan model prediksi kadar air media tanam untuk dikembangkan.

Data kondisi media tanam di Serenity Farm memiliki volume yang besar (Habibi Garden, 2020). Pengolahan data bervolume besar dan beragam dapat menjadi kelemahan jika menggunakan metode konvensional karena membutuhkan waktu dan usaha lebih. Penggunaan *machine learning* dapat menjadi solusi karena dapat menganalisis data dengan cepat, akurat dan mudah (Liakos et al., 2018). Algoritma regresi linear berganda dapat menjadi pilihan metode *machine learning* yang tepat karena menurut Dewi (2012), regresi linear berganda dapat digunakan untuk memprediksi sebuah variabel terikat yang dipengaruhi oleh dua atau lebih variabel bebas. Penelitian memprediksi kadar air media tanam menggunakan regresi linear berganda telah dilakukan sebelumnya, namun dengan variabel bebas (prediktor) yang berbeda-beda. Penelitian Karandish dan Šimůnek (2016) menggunakan data evaporasi, suhu udara, hari tingkat pertumbuhan kumulatif, koefisien tanaman (K_c),

defisit air, dan kedalaman irigasi sebagai variabel bebas, namun kinerja model regresi linear berganda yang dihasilkan masih kurang baik, karena terdapat variabel yang tidak linear. Hasil yang sama pun diperoleh dari penelitian Esmaeelnejad et al. (2015) yang menggunakan sifat-sifat tanah sebagai variabel bebas. Penelitian ini diharapkan menghasilkan model dengan kinerja yang lebih baik karena variabel bebas yang digunakan berbeda dengan penelitian sebelumnya. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah data jumlah penggunaan air penyiraman, Hari Setelah Tanam (HST) tanaman, suhu media tanam, dan kadar air media tanam sebelumnya. Menurut Ciptaningtyas et al. (2017) jumlah penggunaan air penyiraman memiliki hubungan linear berbanding lurus dengan kadar air media tanam, namun memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan suhu tanah (Anetasia et al., 2013). Semakin bertambah usia tanaman, maka kebutuhan air tanaman juga akan semakin banyak (Furqon et al., 2020), yang berarti akan berbanding lurus juga dengan kadar air media tanamnya. Secara keseluruhan variabel bebas yang akan digunakan pada penelitian ini bersifat linear.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan model yang dapat memprediksi kadar air media tanam di masa mendatang, serta mengetahui kinerja dan akurasi model dengan menghitung nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan nilai koefisien determinasi (R^2).

METODOLOGI

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2022 di tiga lokasi berbeda yaitu Laboratorium Teknik Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, PT. Habibi Digital Nusantara (Habibi Garden) dan Serenity Farm, Desa Cibodas, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari laptop, HabibiClimate Pro, dan *handphone*. Perangkat lunak yang digunakan terdiri dari MQTT Explorer versi 0,4,0 beta1, dan Spyder (Anaconda3) versi 5.1.5.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data historis per jam jumlah penggunaan air penyiraman (mL/jam), HST tanaman tomat beef dan data monitoring kondisi media tanam pada *greenhouse* Serenity Farm saat masa pertumbuhan tanaman tomat beef atau selama 35 HST. Data monitoring kondisi media tanam tersebut meliputi data suhu media tanam ($^{\circ}\text{C/jam}$) dan kadar air media tanam ($\%/jam$). Lalu bahan lainnya adalah 480 tanaman tomat beef yang dibudidayakan di dalam *greenhouse* Serenity Farm dengan luas lahan $2190,18 \text{ m}^2$, ditanam dalam *polybag* dengan media tanam *cocopeat* dan disiram dengan sistem irigasi tetes menggunakan *drip stick* berdebit 4 L/jam atau $66,7 \text{ mL/menit}$.

Menentukan Kriteria Model

Kriteria model ditentukan sebagai dasar dalam pengembangan model dan dalam menentukannya disesuaikan dengan model dan algoritma *machine learning* yang akan digunakan. Kriteria model akan berlaku pada proses validasi hasil simulasi dan pengujian model. Kriteria model prediksi kadar air media tanam adalah menghasilkan nilai prediksi kadar air media tanam ($\%/3 \text{ jam}$) 3 jam

berikutnya untuk tanaman tomat beef di *greenhouse* Serenity Farm dengan akurasi berupa nilai RMSE kurang dari 5% dan nilai R² lebih dari 67% atau minimal termasuk kategori moderat. Kriteria nilai RMSE dan R² ditentukan berdasarkan literatur dari Utomo et al. (2019) dan Lasulika (2017) bahwa kualifikasi nilai RMSE bergantung pada nilai parameter yang diprediksi, sehingga kualifikasinya adalah jika semakin kecil nilai RMSE maka semakin baik model yang dibuat, kemudian menurut Ghozali (2016) bahwa jika nilai R² semakin mendekati 1, maka variabel bebas semakin kuat mempengaruhi variabel terikat atau akurasi pemilihan variabel bebas untuk model semakin baik. Adapun kategori nilai R² menurut (Hair et al., 2019), dimana nilai R² yang lebih dari 75% termasuk ke dalam kategori kuat, lalu jika lebih dari 50% namun kurang dari 75% maka termasuk moderat, kemudian jika kurang dari 25% maka termasuk lemah.

Persiapan Data Jumlah Penggunaan Air Penyiraman, HST Tanaman dan Data Monitoring Kondisi Media Tanam

Proses persiapan data terdiri dari proses pengumpulan data, pembersihan data, pengolahan data dan persiapan data menjadi *dataset*. Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh data pada *dashboard* Habibi Garden. Data yang terunduh adalah data historis monitoring per jam kondisi media tanam seperti suhu media tanam (°C/jam) dan kadar air media tanam (%/jam), serta data jumlah penggunaan air penyiraman (mL/jam) dan HST tanaman tomat *beef* pada *greenhouse* Serenity Farm. Data yang diunduh jumlahnya sama dan dengan runtun waktu yang sama. Selanjutnya proses pembersihan data dilakukan terutama pada data historis jumlah penggunaan air penyiraman, suhu media tanam dan kadar air media tanam yang terdapat nilai 0 pada waktu tertentu karena sistem monitoring yang dimatikan. Data awal sebelum dibersihkan berjumlah 192 baris, kemudian setelah dibersihkan berkurang menjadi 185 baris. Setelah data dibersihkan, proses pengolahan dilakukan, dimana untuk data suhu media tanam dan kadar air media tanam akan dihitung nilai rata-ratanya per 3 jam, lalu untuk data jumlah penggunaan air penyiraman akan dihitung total jumlah penggunaan air penyiramannya per 3 jam sejak pukul 05.00 WIB hingga pukul 23.00 WIB. Keluaran dari proses pengolahan data dapat sekaligus menyelesaikan proses persiapan *dataset*, yaitu menghasilkan *dataset* pembelajaran dalam format Excel yang telah rapih berisi hasil pengolahan data per 3 jam untuk suhu media tanam, kadar air media tanam, jumlah penggunaan air penyiraman, dan HST tanaman tomat *beef* selama 35 HST.

Pembuatan Model dengan Algoritma Regresi Linear Berganda

Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.9 dan menggunakan aplikasi Spyder (Anaconda3) sebagai *code editor*. Algoritma yang digunakan adalah regresi linear berganda. Variabel bebas (masukan) dan variabel terikat (keluaran) untuk model telah ditentukan. berikut tercantum pada Tabel 1. Proses pembuatan model akan melalui beberapa tahap, yaitu tahap membagi *dataset* pembelajaran, kemudian tahap membuat model, tahap simulasi dan validasi hasil simulasi model, tahap pengujian model, dan terakhir tahap validasi hasil pengujian model.

Tabel 1. Ketentuan variabel bebas dan terikat untuk model

Variabel Bebas (Data 3 Jam Sebelumnya)		Variabel Terikat
No	Variabel	
1	Suhu media tanam (°C) per 3 jam	Prediksi kadar air media tanam (%/3 jam) 3 jam berikutnya
2	Kadar air media tanam (%) per 3 jam	
3	HST tanaman tomat beef	
4	Jumlah penggunaan air penyiraman (mL) per 3 jam	

Tahap pembagian *dataset* pembelajaran dilakukan dengan membagi *dataset* tersebut menjadi data uji dan data latih. Pembagian *dataset* ini dilakukan untuk menghindari *overfitting*, yaitu masalah ketika model dapat memprediksi dengan baik saat menggunakan *input* data uji, namun kesulitan saat menggunakan data baru. Jumlah *dataset* pembelajaran adalah 185 baris. Pembagian *dataset* dilakukan secara acak dan menggunakan perbandingan sesuai pada umumnya yaitu 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji (Prasetyo et al. (2021) dan Amrin (2016)), sehingga *dataset* terbagi ke dalam 148 baris data latih dan 37 baris data uji. Data latih akan digunakan untuk melatih sekaligus membangun model, lalu data uji digunakan untuk simulasi model (Widodo et al., 2021).

Tahap kedua adalah membuat model dengan algoritma regresi linear berganda. Model dibuat dengan melibatkan *library* LinearRegression dari *sklearn* yang tersedia pada Python. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan data latih, kemudian model yang telah dilatih akan disimulasikan menggunakan data uji.

Persamaan model regresi linear berganda untuk memprediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya juga dihasilkan pada tahap pembuatan model. Berikut adalah persamaan umum untuk model regresi linear berganda ditunjukkan pada Persamaan 1 (Herwanto et al., 2019).

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n \quad (1)$$

Keterangan:

- Y = Variabel terikat (nilai yang diprediksi)
- a₀ = Konstanta (*intercept*)
- a₁, a₂, a_n = Koefisien regresi
- X₁, X₂, ..., X_n = Variabel bebas

Tahap ketiga adalah simulasi model dan validasi hasil simulasi. Simulasi model dilakukan menggunakan 37 baris data uji sebagai masukan. Simulasi model dilakukan untuk melihat performa model sebelum nanti diuji kembali menggunakan data baru (data *real*). Hasil simulasi model akan divalidasi, kemudian hasil validasi tersebut akan menentukan kinerja model apakah sudah baik atau masih memerlukan optimasi (Nugraha et al., 2022). Model dikatakan sudah baik atau dapat diuji dengan data baru jika hasil validasi dari simulasi model sudah memenuhi kriteria model yang telah ditentukan, yaitu memiliki nilai R² lebih besar dari 67% dan RMSE lebih kecil dari 5%.

Tahap keempat adalah pengujian model menggunakan data baru, dimana model akan diuji dengan *input* berupa 45 baris data baru. Data baru merupakan data 4 variabel bebas yang menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan, sehingga datanya berurutan dari 7 HST sampai 14 HST. Hasil dari proses pengujian adalah prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya selama 8 hari pengujian.

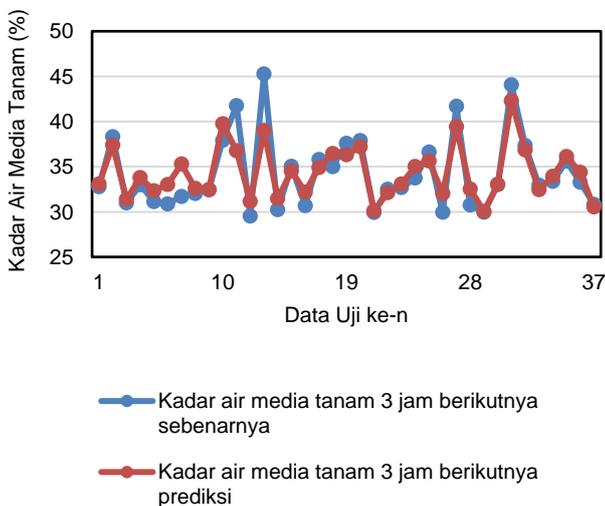
Tahap terakhir adalah tahap validasi hasil pengujian model, yaitu untuk melihat kinerja model setelah diuji menggunakan data baru. Validasi dilakukan dengan melakukan analisis terhadap data hasil pengujian dengan menghitung nilai RMSE dan R² menggunakan *spreadsheet*. Nilai RMSE akan memberikan gambaran variasi nilai prediksi dengan nilai sebenarnya (Herwanto et al., 2019), maka dalam penelitian ini adalah variasi nilai prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya dengan nilai sebenarnya. Lalu nilai R² akan menunjukkan akurasi berupa pengaruh variabel bebas yang digunakan terhadap variabel terikat (nilai yang diprediksi), sehingga semakin kuat pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat, maka semakin sesuai variabel bebas dan algoritma yang digunakan untuk pengembangan model (Herwanto et al., 2019). Nilai R² dihasilkan berdasarkan *good of fitness* antara nilai prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya dengan nilai sebenarnya kadar air media tanam 3 jam berikutnya.

Hasil dari tahap validasi hasil pengujian model diharapkan diperoleh nilai RMSE dan R² yang memenuhi kriteria model, dimana untuk nilai RMSE kurang dari 5% dan nilai R² lebih dari 67%. Nilai R² yang dihasilkan minimal termasuk dalam kategori moderat sesuai dengan literatur pada sub "Menentukan Kriteria Model".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi dan Validasi Hasil Simulasi Model

Simulasi model dilakukan menggunakan 37 baris data uji. Hasil validasi dari simulasi model menghasilkan nilai akurasi berupa nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,8380 atau 83,80%, dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 1,81%. Nilai R² dan RMSE yang dihasilkan sudah menyatakan kinerja model yang baik, dimana dibuktikan berdasarkan literatur, bahwa jika nilai R² semakin mendekati 1 dan nilai RMSE semakin kecil maka akurasi model semakin baik (Putri & Kariyam (2019) dan Herwanto et al. (2019)). Nilai R² dan RMSE yang dihasilkan pada simulasi model pun sudah memenuhi kriteria model yang telah ditentukan, dimana untuk nilai R² sudah lebih dari 67% dan RMSE sudah kurang dari 5%. Hasil simulasi model yang sudah memenuhi kriteria tersebut menandakan bahwa model sudah dapat digunakan pada proses pengujian, dimana model akan memprediksi kadar air media tanam dengan masukan berupa data *real* sesuai kondisi yang ada di lapangan. Berikut grafik hasil simulasi model disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil simulasi model menggunakan data uji

Persamaan Model Prediksi Kadar Air Media Tanam

Persamaan model prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya ditunjukkan pada Persamaan 2. Persamaan model tersebut dihasilkan dari model prediksi yang telah dibuat dan telah melalui proses pelatihan dan simulasi model. Nilai prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya dapat dihasilkan menggunakan persamaan tersebut, berdasarkan perhitungan nilai konstanta yaitu 10,998 dengan nilai koefisien untuk keempat variabel bebas.

$$Y = 10,998 - 0,04695X_1 + 0,6364X_2 + 0,07387X_3 + 0,00100X_4 \tag{2}$$

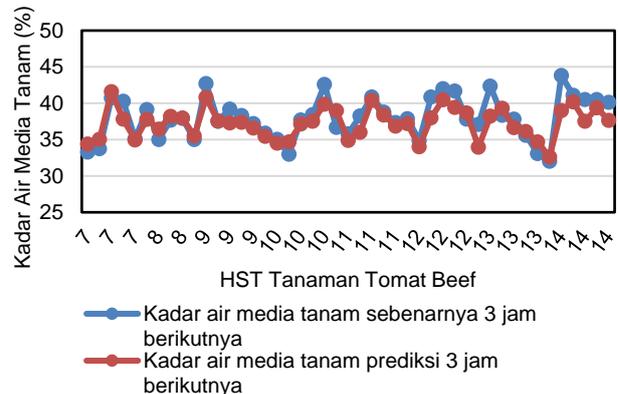
Keterangan:

- Y = Nilai prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya (%)
- X₁ = HST tanaman tomat beef 3 jam sebelumnya
- X₂ = Kadar air media tanam (%/3 jam) 3 jam sebelumnya
- X₃ = Suhu media tanam (°C/3 jam) 3 jam sebelumnya
- X₄ = Jumlah penggunaan air penyiraman (mL/3 jam) 3 jam sebelumnya

Hasil Pengujian dan Validasi Hasil Pengujian Model

Pengujian model dilakukan menggunakan 45 data baru (data *real*) yang berurutan mulai dari 7 HST sampai dengan 14 HST. Pengujian model menggunakan data *real* dilakukan untuk melihat kinerja model saat benar-benar digunakan pada kondisi sebenarnya. Grafik hasil pengujian dengan data baru ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan pergerakan data hasil prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya dengan data sebenarnya kadar air media tanam 3 jam berikutnya, dan dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa hasil prediksi hampir mendekati nilai sebenarnya. Tentu saja hal tersebut dibuktikan pada proses validasi model yang menghasilkan perhitungan nilai akurasi atau R² dan RMSE.

Validasi model dilakukan kembali terhadap data hasil pengujian. Validasi pada hasil pengujian model sangat penting karena akan memperlihatkan kinerja model pada kondisi sebenarnya di lapangan. Hasil validasi diperoleh nilai akurasi berupa nilai R² sebesar 0,7202 atau 72,02% dan nilai RMSE sebesar 1,74%. Nilai R² pada proses validasi model menyatakan bahwa variabel bebas 1,2,3, dan 4 pada Tabel 1 memiliki pengaruh sebesar 72,02% terhadap dinamika nilai kadar air media tanam di 3 jam berikutnya (variabel terikat). Lalu nilai RMSE menyatakan bahwa terdapat variasi nilai kadar air media tanam sebesar 1,74% antara nilai kadar air media tanam prediksi 3 jam berikutnya dengan nilai kadar air media tanam sebenarnya 3 jam berikutnya.



Gambar 2. Hasil pengujian model menggunakan data baru

Terdapat penelitian sebelumnya yang mengembangkan model untuk memprediksi kadar air media tanam menggunakan regresi linear berganda, namun belum berkinerjanya dengan baik. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian tersebut cenderung belum cukup relevan karena hanya menggunakan suhu media tanam saja, hal tersebut pun ditandai dengan nilai R^2 yang dihasilkan yaitu hanya mencapai 33,64% (Heddham, 2021). Sementara pada penelitian ini, variabel bebas yang digunakan sudah cukup relevan, karena nilai R^2 yang dihasilkan mencapai 72,02% dan sudah termasuk kategori moderat (Hair et al., 2019). Nilai R^2 yang dihasilkan pada penelitian ini pun telah menunjukkan adanya pengaruh yang cukup kuat dari variabel bebas dalam menentukan variabel terikat. Adanya pengaruh variabel bebas tersebut sesuai dengan beberapa penelitian, seperti menurut Anetasia et al. (2013), bahwa suhu media tanam memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap kadar air media tanam, dimana penurunan suhu media tanam dapat mencegah kehilangan air dari permukaan tanah sehingga lengas atau kadar air media tanam dapat terjaga. Adapun menurut Ciptaningtyas et al. (2017) yang menyatakan bahwa jumlah air yang diberikan kepada tanaman berbanding lurus dengan nilai kadar air media tanamnya. Pengaruh bertambahnya usia tanaman pun menyebabkan jumlah air yang dibutuhkan tanaman semakin banyak (Furqon et al., 2020). Berdasarkan literatur tersebut, maka pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat pada penelitian ini bersifat linear, sehingga ketika menggunakan algoritma regresi linear berganda diperoleh hasil yang cukup baik.

KESIMPULAN

Model prediksi kadar air media tanam berhasil dikembangkan dengan menggunakan algoritma regresi linear berganda. Model dapat menghasilkan nilai prediksi kadar air media tanam 3 jam berikutnya dengan telah divalidasi sebanyak dua kali, yaitu pada tahap simulasi dan pengujian model. Diperoleh akurasi model berupa nilai R^2 dan nilai RMSE, dimana pada tahap simulasi model sebesar 83,80% dan 1,81%, lalu pada tahap pengujian model sebesar 72,02% dan 1,74%. Akurasi model yang dihasilkan telah memenuhi kriteria model, sehingga membuktikan bahwa algoritma regresi linear berganda relevan digunakan untuk pengembangan model prediksi kadar air media tanam tanaman tomat beef di *greenhouse* Serenity Farm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapkan terimakasih kepada Habibi Garden yang telah menyediakan data dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I., Greifeneder, F., Stamenkovic, J., Neumann, M., & Notarnicola, C. (2015). Review of machine learning approaches for biomass and soil moisture retrievals from remote sensing data. *Remote Sensing*, 7(12), 16398–16421. <https://doi.org/10.3390/rs71215841>
- Amrin. (2016). Data Mining Dengan Regresi Linier Berganda Untuk Peramalan Tingkat Inflasi. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 13(1), 74–79. <http://ejournal.nusamandiri.ac.id/ejournal/index.php/techno/article/view/268>
- Anetasia, M., Afandi, A., Novpriansyah, H., Manik, K. E. S., & Cahyono, P. (2013). Perubahan Kadar Air dan Suhu

- Tanah Akibat Pemberian Mulsa Organik Pada Pertanaman Nanas Pt Great Giant Pineapple Terbangi Besar Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(2), 213–218. <https://doi.org/10.23960/jat.v1i2.2022>
- Benos, L., Tagarakis, A. C., Dolias, G., Berruto, R., Kateris, D., & Bochtis, D. (2021). Machine learning in agriculture: A comprehensive updated review. *Sensors*, 21(11), 1–55. <https://doi.org/10.3390/s21113758>
- Ciptaningtyas, D., Kurniati, D., Ulfah, N., Fajrin, M. I., P, R. A. T., & Bafdal, N. (2017). Effect of Water Stress Treatment on Growth and Productivity of Tomato Crops (*Solanum lycopersicum* . L), with substrate hydroponic Culture in a greenhouse in Tropical Regions. *Jurnal Teknotan Vol. 11 No 2*, 11(2), 34–42. <https://doi.org/10.24198/jt.vol11n2.4>
- Desmarina, R., Adiwirman, & Widodo, W. D. (2009). Respon Tanaman Tomat Terhadap Frekuensi dan Taraf Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Tomat. *Makalah Seminar Departemen Agronomi Dan Hortikultura*, 6–9. <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/36253/MAKALAH%20SEMINAR%20RISZKY%20D/ESMARINA.pdf>
- Dewi, S. P. (2012). Pengaruh Pengendalian Internal Dan Gaya Kepemimpinan Terhadap Kinerja Karyawan Spbu Yogyakarta. *Nominal*, 1(1), 1689–1699. <https://doi.org/10.21831/nominal.v1i1.993>
- Esmaeelnejad, L., Ramezanpour, H., Seyedmohammadi, J., & Shabanpour, M. (2015). Selection of a suitable model for the prediction of soil water content in north of Iran. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.5424/sjar/2015131-6111>
- Fakhrunnisa, E., Kartika, J. G., & Sudarsono. (2018). Produksi Tomat Cherry dan Tomat Beef dengan Sistem Hidroponik di Perusahaan Amazing Farm, Bandung. *Bul. Agrohorti*, 3(2), 316–325. <https://doi.org/10.29244/agrob.v6i3.21094>
- Furqon, H. Z., Bafdal, N., & Suryadi, E. (2020). Kajian Kualitas Air Hujan yang Diberi Nutrisi AB Mix dan Kebutuhan Air Tanaman pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat Beef (*Solanum lycopersicum* L . var Validum) Menggunakan Media Tanam Campuran A. *Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-44 UNS Tahun 2020*, 4(1), 231–237. <https://jurnal.fp.uns.ac.id/index.php/semnas/article/view/1668>
- Lasulika, M. E. (2017). Prediksi Harga Komoditi Jagung Menggunakan K-Nn Dan Particle Swarm Optimazation Sebagai Fitur Seleksi. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), 233–238. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.148.233-238>
- Ghozali, I. (2016). Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23. Edisi 8. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Habibi Garden. (2020). *HabibiClimate Pro (Habibi Garden - Bertani dengan cara modern menggunakan teknologi IoT)*. Habibi Garden. <http://habibigarden.com/habibiclimat-pro.html>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Rolph E, A. (2019). *Multivariate Data Analysis (8th)* (8th ed.). Cengage Learning.
- Heddham, S. (2021). New formulation for predicting soil moisture content using only soil temperature as predictor: multivariate adaptive regression splines versus random forest, multilayer perceptron neural network, M5Tree, and multiple linear regression. *Water Engineering Modeling and Mathematic Tools*, 45–62. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820644-7.00027-X>

- Herwanto, H. W., Widiyaningtyas, T., & Indriana, P. (2019). Penerapan Algoritme Linear Regression untuk Prediksi Hasil Panen Tanaman Padi. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 8(4), 364–370. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v8i4.537>
- Himawan, A. (2020). Peningkatan Pproduksi Komoditas Tomat Beef pada Serenity Farm Lembang Kabupaten Bandung Barat. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jumawati, R., Sakya, A. T., & Rahayu, M. (2014). Pertumbuhan Tomat pada Frekuensi Pengairan yang Berbeda. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 16(1), 13. <https://doi.org/10.20961/agsipa.v16i1.18906>
- Karandish, F., & Šimůnek, J. (2016). A comparison of numerical and machine-learning modeling of soil water content with limited input data. *Journal of Hydrology*, 543, 892–909. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2016.11.007>
- Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors (Switzerland)*, 18(8), 1–29. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
- Nasrulloh, N., Mutiarawati, T., & Sutari, W. (2016). Pengaruh penambahan arang sekam dan jumlah cabang produksi terhadap pertumbuhan tanaman, hasil dan kualitas buah tomat kultivar doufu hasil sambung batang pada Inceptisol Jatinangor. *Kultivasi*, 15(1), 26–36. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i1.12010>
- Nugraha, R. H., Yuwono, E., Prasetyohadi, L., Arief, Y. B., & Patria, H. (2022). Analisis Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Dan Biaya Pokok Produksi Penyediaan Energi Listrik dengan Machine Learning. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 6(1), 47–56. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v6i1.424>
- Onggo, T. M., Kusumiyati, K., & Nurfitriana, A. (2017). Pengaruh penambahan arang sekam dan ukuran polybag terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat kultivar 'Valouro' hasil sambung batang. *Kultivasi*, 16(1), 298–304. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i1.11716>
- Porporato, A., & Rodriguez-iturbe, I. (2002). Ecohydrology-a challenging multidisciplinary research perspective. *Hydrological Sciences Journal*, 47(5), 811–821. <https://doi.org/10.1080/02626660209492985>
- Prasetyo, A., Salahuddin, & Amirullah. (2021). Prediksi Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan*, 6(2), 76–80. <https://doi.org/10.30811/jim.v6i2.2343>
- Putri, C., & Kariyam, K. (2019). Perbandingan Metode Triple Exponential Smoothing dan Metode Seasonal ARIMA untuk Peramalan Inflasi di Kota Tamjung Pandan. *Prosiding Sendika*, 76–83.
- Togneri, R., Felipe dos Santos, D., Camponogara, G., Nagano, H., Custódio, G., Prati, R., Fernandes, S., & Kamienski, C. (2022). Soil moisture forecast for smart irrigation: The primetime for machine learning. *Expert Systems with Applications*, 207, 117653. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2022.117653>
- Utomo, B. P., Utami, E., & Raharjo, S. (2019). Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Dan Regresi Linear Dalam Prediksi Harga Emas. *Informasi Interaktif*, 4(3), 155–159. <http://dx.doi.org/10.52453/t.v12i2.384>
- Widodo, R. B., Swastika, W., Setiawan, H., & Subianto, M. (2021). Studi Pemrosesan Data Pengenalan Gestur Tangan Menggunakan Metode Knn. *The 4th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2021)*, 277–286. <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/3320>