

SKRIPSI
PREDIKSI HASIL PANEN KAKAO DI DESA MINANGA
MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*
REGRESSION

PREDICTION OF COCOA HARVEST RESULTS IN MINANGA
VILLAGE USING RANDOM FOREST REGRESSION
ALGORITHM

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

ANDRIAN

D0220348

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2025

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PREDIKSI HASIL PANEN KAKAO DI DESA MINANGA
MENGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST REGRESSION***

Telah dipersiapkan dan disusun oleh

ANDRIAN

D0220348

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 13 Februari 2025

Susunan Tim Penguji

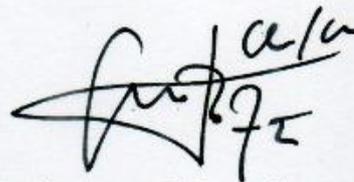
Pembimbing I



Arnita Irianti, S.Si., M.Si.

NIP. 198708062018032001

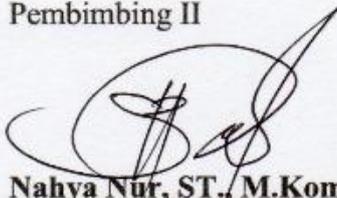
Penguji I



Ir. Sugiarto Cokrowibowo, S.Si., M.T.

NIP: 198605242015041004

Pembimbing II



Nahya Nur, ST., M.Kom

NIP. 199111052019032024

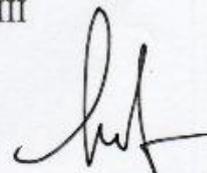
Penguji II



Muh. Fahmi RUSTAN, S.Kom., M.T.

NIP: 199112272019031010

Penguji III



Wawan Firgiawan, S.T., M.Kom.

NIDK : 8948080023

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PREDIKSI HASIL PANEN KAKAO DI DESA MINANGA MENGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST REGRESSION*

Disusun dan diajukan oleh:

ANDRIAN

D0220348

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Informatika Fakultas Teknik Universitas
Sulawesi Barat

Pada Tanggal 13 Februari 2025

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing I

Arnita Irianti, S.Si., M.Si.

NIP. 198708062018032001

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Sulawesi Barat

Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T

NIP. 19640405199003200

Pembimbing II

Nahya Nur, ST., M.Kom

NIP. 199111052019032024

Ketua Program Studi
Informatika,

Muh. Rafli Rasvid, S.Kom., M.T

NIP. 198808182022031006



ABSTRAK

Hasil produksi tanaman kakao di Desa Minanga sering mengalami fluktuasi, baik dalam bentuk penurunan maupun peningkatan yang tidak menentu disetiap musimnya. Kondisi ini berdampak pada ketidakpastian pendapatan, sehingga para petani kesulitan dalam merencanakan keuangan mereka dengan baik. Penelitian ini menggunakan algoritma *random forest regression* dengan tujuan untuk membantu dalam memprediksi hasil panen kakao pada petani Desa Minanga, dengan menggunakan kriteria luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis bibit, jenis pupuk, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, tenaga kerja, dan hasil. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data hasil panen kakao dari tahun 2019 hingga 2023, dengan total 2980 data yang akan diolah. Berdasarkan hasil pengujian jumlah pohon yang paling optimal adalah 100 pohon, dengan tingkat akurasi sebesar 98.95% dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) diperoleh adalah 1.04%, *Root Mean Square Error* (RMSE) yaitu 6.26 dan Koefisien Determinasi (R²) sebesar 0.99 pada rasio data 80:20. Variabel yang memiliki nilai *importance* paling tinggi yaitu variabel hama dan penyakit.

Kata kunci : hasil panen kakao prediksi, *random forest regression*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertanian merupakan fondasi utama bagi perekonomian sebuah negara. Dengan pertumbuhan sektor pertanian yang kuat, maka akan memberikan dampak positif bagi stabilitas ekonomi secara keseluruhan (Puspitasari, 2020). Indonesia sebagai Negara agraris banyak mengandalkan kebutuhan hidupnya dari hasil pertanian, karena itu sektor pertanian menjadi salah satu sektor yang terus diprioritaskan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi nasional (Bramastyo et al., 2019). Sumber daya alam hayati yang dimiliki oleh Indonesia sangat beragam, salah satunya adalah jenis tumbuhan atau tanaman yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan pangan salah satunya adalah kakao yang masih menjadi komoditas andalan sebagian besar masyarakat Indonesia.

Kakao (*Theobroma Cacao*) merupakan satu tanaman yang memberikan nilai ekonomis yang tinggi. Di Indonesia, pertumbuhan devisa juga dipicu oleh peningkatan produksi kakao. Beragam produk dapat dibuat melalui proses pengolahan dari biji hingga lemaknya, seperti cokelat yang bahan bakunya berasal dari kakao. Tidak hanya memiliki nilai jual tinggi kakao juga memiliki manfaat yang baik dalam bidang kesehatan karna buah kakao memiliki atau mengandung antioksidan yaitu *fenol* dan *flavonoid* yang berkhasiat meningkatkan kekebalan tubuh (Meniati et al., 2022). Kakao, bersama dengan minyak dan gas, menjadi salah satu barang ekspor Indonesia yang berkontribusi pada penerimaan devisa negara. Indonesia menduduki peringkat ketiga sebagai produsen dan pengeksport kakao terbesar di dunia, setelah Ghana dan Pantai Gading (Izzah & Damayanti, 2023).

Kakao sendiri merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia sebagai komoditas perkebunan yang memiliki prospek menjanjikan. Salah satu daerah yang banyak membudidayakan tanaman kakao adalah Desa Minanga yang berada di Kabupaten Mamasa. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti dengan beberapa petani yang ada di Desa

Minanga, disebutkan bahwa tiap musimnya hasil panen mereka mengalami perubahan yakni terjadi penurunan atau pun peningkatan yang tidak stabil. Kurangnya pengetahuan tentang prediksi hasil panen menyebabkan kesulitan dalam pengelolaan anggaran untuk menentukan biaya perawatan tanaman dikemudian hari dan ketidakpastian dalam pendapatan bagi para petani sehingga sulit dalam merencanakan keuangan mereka dengan baik. Oleh karena itu, strategi yang lebih efektif diperlukan untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan stabilitas ekonomi desa. Dalam upaya menjawab tantangan ini, penelitian ini akan memfokuskan pada pengembangan model prediksi berdasarkan faktor-faktor seperti luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis pupuk, jenis bibit, tenaga kerja, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, hasil sebelumnya. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi para petani dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha mereka.

Peramalan merupakan upaya untuk memproyeksikan atau mengestimasi peristiwa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan informasi yang relevan dari masa lampau menggunakan metode ilmiah. Tujuannya adalah untuk memperoleh informasi tentang kemungkinan peristiwa di masa depan dengan tingkat probabilitas tertinggi (Wanto & Windarto, 2017). Dalam melakukan prediksi hasil panen kakao dibutuhkan sebuah metode berupa algoritma. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini yaitu algoritma *Random forest regression*.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (1) (Fitri, 2023) Perbandingan algoritma metode Regresi Linier, *Random forest regression* dan Gradient Boosted Trees *Regression Method* untuk prediksi harga rumah, menyatakan bahwa penggunaan metode random forest dalam memprediksi harga rumah menghasilkan tingkat akurasi tertinggi sebesar 81,5%, (2) Perbandingan metode *Random Forest* dan Naïve Bayes dalam prediksi keberhasilan klien telemarketing (Leonardo et al., 2020), menyatakan bahwa penggunaan metode *Random Forest* memiliki performa paling baik dibandingkan dengan metode *Naive Bayes*, (3) Perbandingan algoritma *Regresi Linier* dan *Regresi Random Forest* dalam memprediksi kasus positif Covid-19, menyatakan bahwa model *Random Forest* lebih baik dari pada *Regresi Linier*, karena tingkat akurasinya 97.7 % lebih tinggi dari model *Regresi Linier* (Fachid &

Triayudi, 2022), (4) Pada penelitian yang dilakukan oleh (M. B. Darmawan et al., 2023) tentang analisis Perbandingan Algoritma *Decision Tree*, *Random Forest*, dan *Naive Bayes* untuk Prediksi Banjir di Desa Dayeuhkolot menyatakan bahwa algoritma dengan akurasi dan performa yang paling baik didapatkan oleh algoritma *Random Forest* jika dibandingkan dengan algoritma *Decision Tree* dan *Naive Bayes*.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka penulis mengangkat judul penelitian tentang “**Prediksi Hasil Panen Kakao di Desa Minanga Menggunakan Algoritma *Random Forest Regression***”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana hasil implementasi algoritma *random forest regression* dalam memprediksi hasil panen kakao?

C. Batasan Masalah

1. Data yang digunakan adalah data sekunder yang bersumber dari kantor Desa Minanga pada tahun 2019 sampai dengan 2023, tentang hasil panen kakao setiap petani yang ada di Desa Minanga, Kecamatan Bambang, Kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat.
2. Penelitian ini menitikberatkan pada prediksi hasil panen kakao berdasarkan kriteria atau atribut yang digunakan, yaitu: luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis pupuk, jenis bibit, tenaga kerja, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, tenaga kerja dan hasil.
3. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma *random forest regression*.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil implementasi dari algoritma *random forest regression* dalam memprediksi hasil panen kakao di Desa Minanga.

E. Manfaat Penelitian

1. Membantu petani kakao di Desa Minanga dalam memprediksi hasil panen kakao.
2. Sebagai acuan/referensi untuk melakukan pengembangan penelitian selanjutnya dalam penggunaan algoritma *random forest regression*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Panen Kakao

Kakao adalah salah satu produk utama dari sektor perkebunan yang memiliki peran vital dalam ekonomi negara. Karena itu, hasil panen kakao memiliki dampak besar terhadap peningkatan ekonomi masyarakat (Ali, 2020). Seperti di daerah Kecamatan Bambang di Desa Minanga, Sebagian besar penduduknya mengandalkan sektor pertanian sebagai pendukung pembangunan ekonominya. Oleh karena itu, perkiraan hasil panen kakao pada masa yang akan datang dilakukan untuk membantu petani dalam merencanakan keuangan dengan baik dan meningkatkan kesejahteraan petani. Untuk dapat memprediksi hasil panen kakao maka dibutuhkan kriteria atau variable yaitu luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis pupuk, Jenis bibit, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, tenaga kerja, dan hasil sebelumnya.

1. Luas Lahan

Pertumbuhan komoditas pertanian dipengaruhi oleh seberapa luas lahan pertanian yang digunakan. Semakin besar area yang ditanami, semakin tinggi produksi yang bisa dihasilkan. Dengan demikian, manfaat optimal lahan menjadi kunci utama dalam meningkatkan produktivitas pertanian (Inayah Asri, 2022). Semakin besar lahan yang tersedia, semakin banyak pohon yang bisa di tanami, sedangkan semakin terbatas luas lahan tanam, semakin sedikit jumlah pohon yang dibutuhkan.

2. Jumlah Tanaman Kakao

Jumlah pohon kakao yang aktif dalam produksi memiliki dampak signifikan terhadap hasil produksi. Ketika jumlah pohon kakao yang berproduksi ditingkatkan sebesar 1%, hasil produksi kakao akan meningkat sebesar 0,316%. Ini menunjukkan dengan jelas bahwa semakin banyak pohon kakao yang berproduksi pada fase produktifnya, maka hasil produksi kakao juga akan meningkat (Saputro & Fidayani, 2020).

3. Jenis Pupuk

Pupuk memiliki peran penting dalam menyediakan atau meningkatkan ketersediaan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Terkadang, unsur-unsur hara tersebut hanya tersedia dalam jumlah yang terbatas, bahkan bisa tidak tersedia sama sekali karena kondisi tanah yang mungkin tidak mengandung unsur hara, atau karena penggunaan yang terus menerus tanpa perawatan dan pengolahan tanah yang benar (Waluyo, 2020) Untuk menanggulangi masalah tersebut dilakukan pemberian pupuk organik seperti *Green tama*, sampurna B dan sejenisnya. Oleh karena itu penggunaan pupuk pada tanaman kakao sangat mempengaruhi hasil panen tanaman kakao.

4. Jenis Bibit

Salah satu faktor kunci yang memengaruhi hasil panen kakao adalah jenis bibit yang digunakan. Jenis bibit ini memiliki dampak signifikan terhadap produktivitas serta kualitas biji kakao yang dihasilkan. Selain itu, bibit juga merupakan pembawa gen dari tanaman induk yang akan menentukan karakteristik tanaman setelah berbuah. Oleh karena itu, untuk mendapatkan tanaman dengan karakteristik tertentu diperlukan memilih bibit yang berasal dari tanaman induk yang memiliki sifat tersebut (Panna et al., 2021).

5. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan kombinasi kekuatan tubuh dan pikiran manusia yang tak terpisahkan dari individu dan diterapkan dalam aktivitas produksi. Dalam konteks pertanian, tenaga kerja merujuk pada upaya yang diberikan untuk kegiatan pertanian baik untuk keperluan pribadi maupun keluarga (Kunuti et al., n.d., 2020). Peran tenaga kerja dalam budidaya tanaman kakao sangat mempengaruhi hasil panen nantinya karena berhubungan langsung dengan perawatan tanaman.

6. Hama Dan Penyakit

Serangan hama dan penyakit merupakan salah satu faktor utama rendahnya produksi biji kakao. Selain itu, serangan hama dan penyakit juga berpengaruh besar terhadap kualitas biji kakao yang dihasilkan (Waluyo, n.d., 2019). Semakin banyak hama dan penyakit yang ada pada tanaman kakao maka juga akan mempengaruhi hasil panen kakao nantinya. Jenis hama pada tanaman kakao yaitu seperti tikus dan pengeret buah. Adapun jenis penyakit yang ada pada tanaman kakao seperti busuk buah, kanker batang, daun kering, dan parasit.

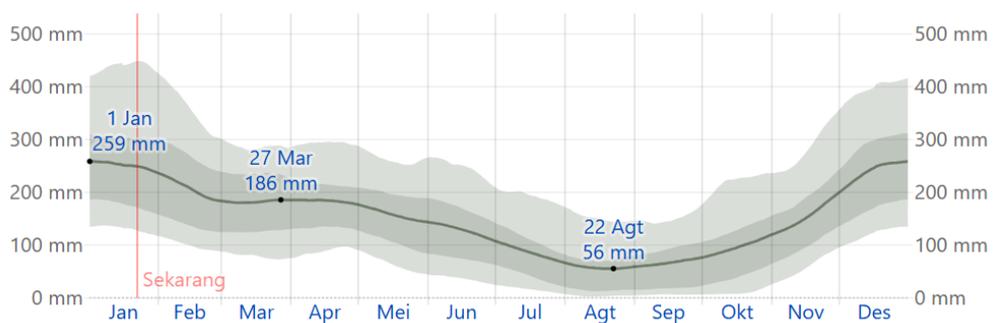
7. Penanggulangan Hama Dan Penyakit

Upaya pengendalian hama dan penyakit adalah suatu langkah untuk mengontrol jumlah hama dan *mikroorganisme* yang menyebabkan penyakit pada tanaman. Tindakan pengendalian ini penting dalam budidaya pertanian karena dapat berdampak pada hasil produksi tanaman (Qisthi et al., 2021). Menjaga kesehatan tanaman khususnya pada tanaman kakao sangat diperlukan karena dapat melawan penyakit dan hama tanaman. Petani kakao di Desa Miananga pada umumnya melakukan pengendalian hama dan penyakit dengan menggunakan beberapa cara seperti penggunaan pestisida (*Gramason dan nordox*) dan pemangkasan tanaman. Tanpa melakukan penanggulangan hama dan penyakit maka tentunya akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil produksinya nanti.

8. Tingkat Curah Hujan

Faktor penting dalam iklim adalah curah hujan yang memiliki dampak signifikan. Distribusi curah hujan sepanjang tahun berhubungan dengan pertumbuhan tunas baru, fase pertumbuhan tanaman, dan hasil produksi kakao. Curah hujan memainkan peran kunci dalam menentukan kualitas buah kakao, dimana peningkatan curah hujan selama musim hujan utama cenderung mengurangi hasil produksi kakao (Ardiani et al., 2022). Curah hujan juga dapat mempermudah penyebaran penyakit seperti busuk buah atau yang penyakit lainnya, kualitas biji kakao yang terlalu banyak air dapat mengakibatkan pembusukan biji. Tentu beberapa pengaruh curah hujan tersebut sangat

mempengaruhi hasil panen nantinya. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kantor Desa Minanga, curah hujan di Desa Minanga sepanjang tahun 2019, dari bulan Januari hingga Juli, tergolong tinggi, dengan rata-rata curah hujan berkisar antara 100 mm hingga 250 mm. Namun, dari bulan Juli hingga Desember, rata-rata curah hujan di daerah tersebut mengalami penurunan, yakni berada pada rentang 80 mm hingga 95 mm.



Gambar 2.1. Grafik curah hujan di Desa Minanga

(Sumber : Data kantor Desa Minanga)

9. Hasil

Budidaya tanaman kakao adalah salasatu perkerjaan utama dari masyarakat Desa Minanga. Dalam memperoleh hasil panen yang maksimal, diperlukan informasi mengenai luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis pupuk, jenis bibit, tenaga kerja, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, tenaga kerja hasil. Petani kakao di Desa Minanga memperoleh hasil panen yang bervariasi setiap musimnya. Biasanya, hasil panen mereka bisa mencapai 200 kg hingga 1000 kg dalam satu kali musim, pada bulan Mei sampai Juni dan bulan November sampai Desember.

B. Prediksi

Prediksi adalah suatu proses untuk meramalkan atau memperkirakan suatu variabel di masa yang akan datang berdasarkan informasi masa lalu dan masa sekarang. Prediksi dapat dibagi menjadi tiga bagian, yakni prediksi jangka panjang, menengah, dan pendek. Prediksi jangka pendek merupakan estimasi yang

didasarkan pada pola data dan memerlukan waktu singkat untuk merespons perubahan berdasarkan faktor-faktor yang membentuk pola data. Adapun prediksi jangka menengah dan jangka panjang digunakan dalam perencanaan strategis. Prediksi pada periode menengah sangat penting untuk mengatur rencana ekspansi serta mengantisipasi kebutuhan yang akan muncul. Sementara itu, prediksi jangka panjang berperan penting dalam memastikan ketersediaan kebutuhan pada masa depan (Laksmiana et al., 2019).

Hasil prediksi yang dihasilkan dapat berfungsi sebagai panduan dalam merencanakan suatu proses, seperti meramalkan hasil panen kakao dengan menggunakan algoritma *random forest regression*. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran hasil yang diperoleh atau nilai yang sejajar sebisa mungkin dengan pengalaman masa lalu.

C. *Bootstrap Aggregating*

Bootstrap aggregating, yang biasa dikenal dengan istilah *bagging*, adalah sebuah metode *ensemble* yang menggabungkan berbagai model untuk meningkatkan akurasi prediksi. Proses kerja *bagging* melibatkan pengambilan sampel acak dengan pengembalian dari data asli, sehingga menghasilkan himpunan data baru. Dataset yang baru ini kemudian digunakan untuk membangun beberapa pohon klasifikasi atau regresi sesuai dengan kebutuhan peneliti (Mulyahati, 2020). Berdasarkan namanya, analisis ini dapat dipahami dalam dua tahapan utama. Tahapan pertama adalah *bootstrap*, yang merupakan proses pengambilan sampel dari data yang telah ada (*resampling*). Tahapan kedua adalah *aggregating*, di mana berbagai nilai prediksi digabungkan menjadi satu nilai prediksi tunggal (Primandari, 2020).

Bootstrap aggregating, juga dikenal sebagai *bagging*, adalah teknik yang digunakan untuk mengambil sampel data secara acak guna menciptakan beberapa dataset baru. Tujuan utamanya adalah memastikan keragaman dalam hasil model pelatihan, sehingga model-model tersebut tidak identik secara persis karena menggunakan algoritma yang seragam (*homogen*). Berikut merupakan ilustrasi dari *bootstrap aggregating*.



Gambar 2.2. Ilustrasi *bootstrap aggregating*

D. CART (*Classification and Regression Tree*)

Classification and Regression Trees (CART) adalah algoritma yang termasuk dalam teknik pohon keputusan, yang sering disebut sebagai *Decision Tree*. CART dikenal sebagai algoritma statistik yang juga bersifat nonparametrik. Algoritma ini dapat digunakan untuk menggambarkan variabel respon berdasarkan satu atau lebih variabel prediktor atau variabel independent (Purnamawati et al., 2022). Algoritma ini menghasilkan pohon klasifikasi ketika data yang digunakan bersifat kategori, sedangkan untuk data kontinu, CART akan menghasilkan pohon regresi. Terdapat beberapa keunggulan algoritma CART dibandingkan dengan algoritma lain, antara lain hasilnya yang lebih mudah diinterpretasikan, akurasi yang lebih tinggi, serta perhitungan yang lebih cepat. Selain itu, CART juga sangat efektif digunakan pada himpunan data yang besar (Daamastuti, 2022).

Struktur pembuatan pohon dalam CART terdiri dari tiga simpul (*node*):

- a) *Root Node*, yaitu *node* paling atas, pada *node* ini tidak ada *input* dan bisa tidak memiliki *output* atau memiliki *output* lebih dari satu.
- b) *Internal Node*, adalah *node* percabangan, pada *node* ini hanya terdapat satu *input* dan memiliki *output* minimal dua.
- c) *Leaf Node* atau terminal *node*, yaitu *node* akhir, pada *node* ini terdapat satu *input* dan tidak mempunyai *output*.

Salasatu contoh data regresi dapat kita lihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Contoh data regresi

No	X	Y	X ²	Y ²	X*Y
1	24	10	576	100	240
2	22	5	484	25	110
3	21	6	441	36	126
4	20	3	400	9	60
5	22	6	484	36	132
6	19	4	361	16	76
7	20	5	400	25	100
8	23	9	529	81	207
9	24	11	576	121	264
10	25	13	625	169	325
Total	220	72	4876	618	1640

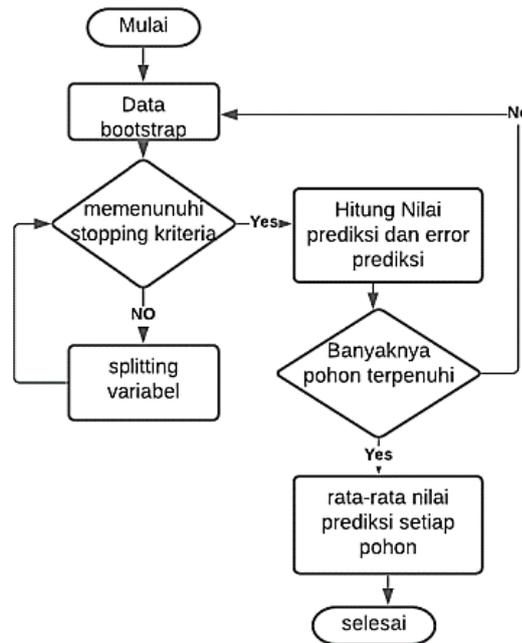
(Sumber : V. R. Prasetyo et al., 2021)

E. Random Forest Regression

Random forest regression merupakan pengembangan dari metode *decision tree* yang menggunakan beberapa *decision tree*, dimana setiap *decision tree* telah dilakukan pelatihan menggunakan sampel individu dan setiap atribut dipecah pada pohon yang dipilih antara atribut subset yang bersifat acak. *Random forest regression* memiliki keunggulan dalam meningkatkan akurasi ketika data tidak lengkap atau hilang, serta dalam menangani *outlier* serta metode ini efisien dalam penyimpanan data.

Jadi *random forest regression* merupakan sebuah kumpulan yang terdiri dari beberapa pohon keputusan (*decesion tree*) yang diambil secara acak menggunakan teknik *bootstrap* sehingga menghasilkan pohon/ *tree* acak yang baru, selanjutnya

hasil prediksi dari pohon acak akan dikumpulkan berdasarkan kasus permasalahan (klasifikasi atau regresi).



Gambar 2.3. Diagram alir *random forest regression*

Penjelasan diagram alir *random forest regression* pada Gambar 2.3 yaitu :

1. *Data bootstrap*

Pada bagian data *bootstrap*, kita akan melakukan pengambilan data sampel (*training*) secara acak agar bisa membangun satu pohon acak (model *random forest regression*). Selanjutnya data hasil *bootstrap* ini akan kita gunakan untuk membangun sebuah pohon/ *tree* sekaligus melakukan *training* model pohon tersebut menggunakan data *testing* untuk menghasilkan sebuah hasil prediksi.

2. *Stopping kriteria*

Jika data sampel sudah ditentukan melalui *bootstrap*, selanjutnya menentukan *stopping kriteria*. pada tahap ini jika di dalam *sub node* (simpul anak) hanya memiliki satu sampel, *sub-node* tersebut akan berhenti melakukan *splitting* karena sudah memenuhi *stopping kriteria*. *Sub-node* tersebut kemudian akan dijadikan sebagai *leaf node*, menyajikan hasil

prediksi untuk satu pohon. Namun, jika *stopping* kriteria belum terpenuhi, proses akan dilanjutkan dengan melakukan *splitting* variabel.

3. *Splitting* variabel

Pada langkah ini akan dilakukan *splitting* data dengan menentukan atribut *node (root)* mana yang akan digunakan sebagai atribut pemisah. Terdapat berbagai kriteria pemisahan yang umum digunakan, seperti nilai *entropy* atau *information gain*, nilai Gini, dan MSE (*Mean Square Error*). Dalam regresi menggunakan *random forest*, kriteria pemisahan yang diterapkan adalah MSE, yang dapat ditemukan di *package Python scikit-learn*. Variabel dengan nilai MSE terkecil akan memiliki peluang yang lebih besar untuk dipilih sebagai variabel pemisah. (Mulyahati, 2020).

Setelah memperoleh atribut pemisah, selanjutnya dibuat cabang (*sub-node /sampul anak*) hingga mencapai *leaf node* terakhir (*stopping* kriteria terpenuhi). Rumus untuk mendapatkan hasil adalah sebagai berikut:

Untuk mendapatkan nilai dari MSE dapat digunakan rumus :

$$MSE_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_n)^2 \quad (2.1)$$

Dimana :

MSE_n = Nilai MSE pada pohon ke-n

N = Jumlah sampel pada pohon ke-n

Y_i = Nilai sampel ke-i pada pohon ke-n

Y_n = Nilai rata-rata sampel pohon ke-n

4. Hitung nilai prediksi dan hasil prediksi

Pada bagian ini, jika hasil nilai prediksi dari pohon acak yang telah dibuat suda didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *error*nya dari hasil prediksi berdasarkan nilai aslinya menggunakan validasi model MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) Nilai RMSE menunjukkan besarnya angka *error* pada hasil prediksi.

5. Banyaknya pohon yang terpenuhi

Pada tahap ini, langkah 1-3 akan diulang hingga mencapai jumlah N_{tree} pohon yang diinginkan.

6. Rata-rata nilai prediksi

Menentukan hasil prediksi akhir dengan menggabungkan hasil prediksi pada setiap pohon, kemudian nilai rata-ratanya dijadikan sebagai hasil prediksi. Proses ini dilakukan untuk menghasilkan prediksi yang lebih stabil dan dapat mengurangi potensi *overfitting*. Untuk mencari nilai rata-rata seluruh prediksi pohon, dapat menggunakan persamaan berikut (Mulyahati, 2020).

$$Y_i = \frac{1}{N_{tree}} \sum_{n=1}^{N_{tree}} Y_n \quad (2.2)$$

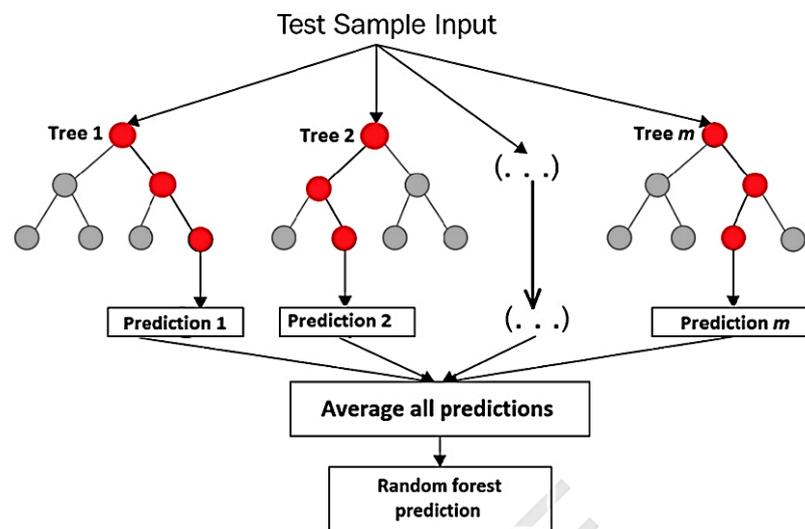
Dimana :

Y_i = Hasil dari prediksi akhir

N_{tree} = Total dari jumlah pohon *random forest*

Y_n = Hasil prediksi pohon ke n

7. Menentukan dan mengukur nilai akurasi model *random forest regression* menggunakan nilai akurasi. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah rata-rata dari perbedaan absolut antara prediksi dan nilai aktual, diukur sebagai persentase dari nilai aktual. Dengan memanfaatkan MAPE dalam mengevaluasi hasil peramalan, kita bisa menilai seberapa akuratnya peramalan terhadap nilai aktual. (Nabillah & Ranggadara, 2020).



Gambar 2.4. *Random forest regression*

(Afzal et al., 2020)

F. Jumlah Pohon *Random Forest Regression*

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Nur et al., 2023), ditemukan bahwa hampir tidak ada literatur yang memberikan panduan konkret tentang jumlah pohon yang optimal untuk mencapai hasil maksimal dalam membangun hutan acak. Oleh karena itu, meskipun jumlah pohon dalam model *random forest regression* meningkat, hal ini tidak menjamin bahwa performa model akan lebih baik dibandingkan jika menggunakan jumlah pohon yang lebih sedikit.

G. Evaluasi

Evaluasi adalah parameter yang menggambarkan seberapa dekat nilai prediksi dengan nilai aktual. Suatu peramalan atau prediksi dapat dievaluasi menggunakan berbagai metode untuk mengukur tingkat akurasi, seperti *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *koefisien determinasi* (R^2).

Dalam mengevaluasi model dalam penelitian ini, digunakan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebagai metode alternatif untuk menilai teknik peramalan yang digunakan dalam mengukur tingkat akurasi hasil estimasi suatu model. Nilai

yang dihasilkan oleh RMSE adalah rata-rata kuadrat dari kesalahan pada prediksi model. RMSE merupakan teknik yang mudah diimplementasikan dan sering digunakan dalam berbagai studi yang terkait dengan peramalan (Wiranda et al., 2019). Rumus untuk mencari nilai RMSE sebagai berikut (Suliztia, 2020).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} \quad (2.3)$$

Dimana :

RMSE = *Root Mean Squared Error*

Y_n = Nilai prediksi

Y_i = Nilai aktual

n = Jumlah dataset sampel

MAPE adalah teknik yang bisa digunakan untuk mengukur tingkat akurasi. MAPE adalah metrik ketetapan relatif yang menghitung persentase perbedaan antara hasil prediksi dan data aktual. MAPE dipilih untuk menguji akurasi karena kemampuannya dalam memberikan hasil yang relatif tepat (Laksana et al., 2019). Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i} * 100 \% \quad (2.4)$$

Dimana :

MAPE = *Mean Absolute Percentage Error*

Y_n = Nilai prediksi

Y_i = Nilai aktual

N = Jumlah dataset sampel

Tingkat akurasi suatu model prediksi dihitung dengan cara mengurangi nilai kesalahan relatif terhadap data aktual (Suliztia, 2020). Dengan kata lain, semakin kecil kesalahan yang muncul, semakin tinggi tingkat akurasinya. Jika nilai MAPE kecil, maka akurasi model akan lebih mendekati 100%. Sebaliknya, jika nilai MAPE besar, tingkat akurasi akan menurun, yang mengindikasikan bahwa model tersebut kurang efektif dalam memprediksi data. Oleh karena itu, akurasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Akurasi = 100\% - MAPE \quad (2.5)$$

Tabel 2.2. Range nilai MAPE

Range MAPE	Arti
< 10 %	Kemampuan Model Peramalan Sangat Baik
10 – 20 %	Kemampuan Model Peramalan Baik
19 - 50 %	Kemampuan Model Peramalan Layak
> 50 %	Kemampuan Model Peramalan Buruk

(Sumber : Maricar, 2019)

MAPE menghitung perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan, kemudian mengonversinya menjadi persentase terhadap data asli. Setelah itu, nilai mean dari persentase tersebut dihitung. Semakin rendah nilai MAPE, nilai prediksi semakin mendekati nilai aktual (Anjelic et al., 2024).

R^2 adalah sebuah ukuran untuk menilai sejauh mana variabel independen berkontribusi bersama-sama terhadap variabel dependen atau respons. Nilai R^2 berada dalam rentang antara 0 hingga 1. Semakin mendekati nilai 1, maka model regresi tersebut dapat memprediksi variabel Y (dependen) dengan akurat (Nur et al., 2023).

Tabel 2.3. Interpretasi Koefisien

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.80 – 1.000	Sangat kuat
0.60 – 0.799	Kuat
0.40 – 0.599	Cukup kuat
0.20 – 0.399	Rendah
0.00 – 0.199	Sangat rendah

(Sumber : Nur et al., 2023)

Untuk mendapatkan nilai R^2 digunakan rumus :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - y_n)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.6)$$

Dimana:

R^2 = koefisien determinasi

Y_n = Nilai Prediksi

Y_i = Nilai aktual

Y = Rata-rata nilai y

H. *Feature Importance*

Dalam metode *random forest regression*, terdapat perhitungan nilai kepentingan variabel yang mampu memberikan interpretasi yang lebih mendalam terhadap suatu permasalahan (mulyahati, 2020). *Feature importance* hanya mampu mengevaluasi tingkat kepentingan variabel independen dalam memengaruhi variabel dependen tanpa memahami hubungan yang dibentuk antara keduanya. Salah satu tujuan *feature importance* adalah untuk mencegah *overfitting* dalam model dan memahami faktor-faktor yang mendasari pembentukan model. Pemilihan *feature importance* dilakukan selama pembentukan model (suliztia, 2020).

I. *Flask*

Flask merupakan sebuah kerangka kerja web yang menggunakan bahasa python. Peran *flask* adalah sebagai pondasi dari suatu aplikasi dan antarmuka pengguna dari situs web. Kombinasi *flask* dan python akan menghasilkan sebuah situs web yang terorganisir dan terstruktur. *Flask* diklasifikasikan sebagai *microframework* karena tidak memerlukan alat atau fungsi spesifik saat digunakan. Sasaran *flask* adalah untuk menyediakan dasar dari aplikasi yang sederhana namun dapat dengan mudah diperluas dengan tambahan fitur (suliztia, 2020).

J. Penelitian Terkait

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Keterkaitan Penelitian
1.	Basri et al., 2020	Sistem pendukung keputusan prediksi hasil panen tanaman kakao dengan metode <i>Naive Bayes</i> berbasis android	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode <i>Naive Bayes</i> dalam penelitian ini, mendapatkan akurasi sebesar 72 % yang diperoleh dari perbandingan hasil diagnosa antara sistem dan seorang pakar/penyuluh.	Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian yang akan dilakukan terletak pada algoritma yang digunakan yakni pada penelitian sebelumnya menggunakan metode <i>Naive Bayes</i> sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode <i>Random Forest</i> . Adapun persamaannya yaitu keduanya memprediksi hasil panen kakao.
2.	Santika & novirani, 2022	Peramalan metode time series terhadap produksi kakao di kabupaten Batam	Dalam penelitian ini mendapatkan hasil yaitu nilai peramalan periode 2021 pada metode MA sebesar 220.394,5 kwintal dengan nilai <i>error</i> sebesar $MAD = 97.898,6$, $MSE =$	Keterkaitan dalam penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu keduanya memprediksi hasil kakao, sementara perbedaannya terletak di penggunaan metode yang digunakan yakni

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Keterkaitan Penelitian
			12.296.282.040, dan MAPE = 36,91%. Nilai peramalan periode 2021 pada metode LR sebesar 165.485,7 kwintal dengan nilai <i>error</i> sebesar MAD = 42.329,8, MSE = 3.25.722.398, dan MAPE = 11,56%	pada penelitian sebelumnya menggunakan metode time series sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode <i>Random Forest</i>
3.	Suliztia, 2020	Penerapan analisis random forest pada prototype sistem prediksi harga kamera bekas menggunakan flask	Dari analisis Random Forest dengan 29 pohon, diketahui bahwa model kamera merupakan variabel dengan kepentingan terbesar yang mampu mempengaruhi prediksi harga kamera bekas dan pengaruh terkecil diberikan oleh variabel karet kamera. Dengan demikian model yang diperoleh untuk memprediksi harga kamera bekas	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak di objek penelitian yang digunakan yaitu memprediksi harga kamera bekas. Adapun persamaannya yaitu keduanya menggunakan algoritma yang sama yakni random forest.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Keterkaitan Penelitian
			memiliki nilai akurasi sebesar 76.7%.	
4.	Widodo, 2020	Sistem prediksi harga sewa kost dengan menggunakan <i>Random Forest Analytics</i> (studi kasus : kost eksklusif di daerah istimewa yogyakarta.	Dalam penelitian ini model didapatkan hasil analisis <i>Random Forest</i> dengan 20 percabangan pohon, variabel jangka waktu dan variabel dengan pengaruh paling kecil pada model adalah K merupakan variabel yang paling banyak memberi peran dalam pembentukan model. Nilai akurasi yang didapatkan sebesar 75.62 %.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terletak pada objek penelitiannya yaitu penelitian sebelumnya meneliti tentang prediksi harga sewa kost dan penelitian yang akan dilakukan yaitu prediksi hasil panen kakao. Adapun persamaannya yaitu penggunaan algoritma <i>Random Forest</i> dalam memprediksi.
5.	Sandag, 2020	Prediksi rating aplikasi <i>app store</i> menggunakan algoritma <i>Random Forest</i>	Dalam penelitian ini didapatkan hasil yaitu algoritma <i>Random Forest</i> memiliki tingkat akurasi yang paling baik dari algoritma yang lain untuk membantu mencari kelemahan	Keterkaitan antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terletak pada penggunaan algoritma yang sama yakni algoritma <i>Random Forest</i> . Adapun perbedaannya

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Keterkaitan Penelitian
			pada dataset apple's AppStore.	terletak pada objek penelitiannya yaitu penelitian terdahulu meneliti tentang prediksi rating app store.
6.	Saadah & Salsabila, 2021	Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest (Studi Kasus: Data Acak Pada Awal Masa Pandemic Covid-19).	Dari hasil penelitian ini, didapatkan bahwa metode <i>Random Forest</i> memperoleh performansi yang baik dengan nilai MAPE sebesar 1.50% atau dengan akurasi yang diperoleh sekitar 98%.	Keterkaitan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terletak pada penggunaan algoritma yang sama. Adapun perbedaannya terletak pada objek penelitiannya dimana penelitian terdahulu menggunakan objek prediksi bitcoin sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan objek hasil panen kakao.
7.	Fitri, 2023	Analisis Perbandingan Metode Regresi Linier, Random	Berdasarkan hasil penelitian dalam perbandingan Metode Regresi Linier, Random Forest dan	Keterkaitan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terletak pada penggunaan algoritma yang sama yakni

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Keterkaitan Penelitian
		Forest Regression dan Gradient Boosted Trees Regression Method untuk Prediksi Harga Rumah.	Gradient Boosted Trees Regression Method diperoleh metode random forest dengan tingkat akurasi tertinggi sebesar 81,5%.	algoritma <i>Random Forest</i> . Adapun perbedaannya terletak pada objek penelitiannya, dimana penelitian terdahulu menggunakan objek prediksi Harga Rumah sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan objek hasil panen kakao.
8.	Ciptady et al., 2022	Prediksi kualitas kopi dengan algoritma <i>Random Forest</i> melalui pendekatan data science.	Berdasarkan hasil pengujian dalam penelitian ini didapatkan hasil perbandingan antara Regresi Linier dan Regresi Random Fores yaitu model random forest lebih baik daripada regresi linier, karena tingkat akurasinya 97.7%.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terletak di objek penelitiannya. Adapun persamaannya yaitu keduanya menggunakan algoritma <i>Random Forest</i> dalam menentukan hasil rediksi.
9.	M. B. A. Darmawan et al., 2023	analisis Perbandingan Algoritma <i>Decision</i>	Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan algoritma dengan	Keterkaitan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terletak pada

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Keterkaitan Penelitian
		<p><i>Tree, Random Forest, dan Naive Bayes</i> untuk Prediksi Banjir di Desa Dayeuhkolot</p>	<p>akurasi dan performa yang paling baik dimiliki oleh algoritma Random Forest jika dibandingkan dengan metode Decision Tree dan naïve bayes. Nilai rata-rata yang diperoleh masing-masing akurasi, precision, recall, dan f1-score, yakni sebesar 99,05%, 97,91%, 99,18%, 98%</p>	<p>penggunaan algoritma yang sama yakni algoritma <i>Random Forest</i>. Adapun perbedaannya terletak pada objek penelitiannya dimana penelitian terdahulu menggunakan objek prediksi banjir di Desa Dayeuhkolot sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan objek hasil panen kakao.</p>
10.	Fachid & Triayudi, 2022	Perbandingan Algoritma Regresi Linier dan Regresi Random Forest Dalam Memprediksi Kasus Positif Covid-19.		Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada objek penelitian dan jumlah algoritma yang digunakan. Adapun keterkaitan antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu keduanya menggunakan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Keterkaitan Penelitian
				algoritma yang sama yakni <i>Random Forest Regression</i> untuk memprediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, A., Aabid, A., Khan, A., Khan, S. A., Rajak, U., Verma, T. N., & Kumar, R. (2020). Response surface analysis, clustering, and random forest regression of pressure in suddenly expanded high-speed aerodynamic flows. *Aerospace Science and Technology*, *107*, 106318.
- Ali, B. (2020). Analisis Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bibit Kakao Menggunakan Metode AHP. *D'ComPutarE: Jurnal Ilmiah Information Technology*, *9*(2), 8–17.
- Anjelie, M. K., Arisandi, D., & Sutrisno, T. (2024). Penerapan Metode Least Square untuk Prediksi Harga Komoditas Pangan Kota Singkawang. *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, *20*(1).
- Ardiani, F., Wirianata, H., & Noviana, G. (2022). Pengaruh Iklim terhadap produksi kakao di Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 45–52.
- Basri, B., Umar, N., & Sitti, Z. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Prediksi Hasil Panen Tanaman Kakao dengan Metode Naive Bayes Berbasis Android. *Proceeding Konik (Konferensi Nasional Ilmu Komputer)*, 290–294.
- Bramastyo, R. M., Novianti, A. F., Utami, M. E. K. A. S. R. I., Ruszia, Y. E. G. A., Maliatin, R., & Ghozali, D. E. O. N. (2019). Pelatihan Pengolahan Dan Pemasaran Produk Keripik Pisang Melalui E-Marketing Dusun Jati Desa Jatidukuh Kec Gondang Mojokerto. *Jurnal Abdi Bhayangkara*, *1*(01), 17–26.
- Ciptady, K., Harahap, M., Jonvin, J., Ndruru, Y., & Ibadurrahman, I. (2022). Prediksi Kualitas Kopi Dengan Algoritma Random Forest Melalui Pendekatan Data Science. *Data Sciences Indonesia (DSI)*, *2*(1), 20–29.

- Daamastuti, N. (2022). Prediksi Penggunaan Listrik Rumah Tangga Menggunakan Metode Decision Tree C4. 5 dan CART. *JREC (Journal of Electrical and Electronics)*, 10(1), 31–40.
- Darmawan, M. B. A., Dewanta, F., & Astuti, S. (2023). Analisis Perbandingan Algoritma Decision Tree, Random Forest, dan Naïve Bayes untuk Prediksi Banjir di Desa Dayeuhkolot. *TELKA-Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol*, 9(1), 52–61.
- Darmawan, M. B., Dewanta, F., & Astuti, S. (2023). Analisis Perbandingan Algoritma Decision Tree, Random Forest, dan Naïve Bayes untuk Prediksi Banjir di Desa Dayeuhkolot. *TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, Dan Kontrol*, 9, 56–61.
- Dengen, C. N., Kusriani, K., & Luthfi, E. T. (2020). Implementasi Decision Tree Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu. *Sisfotenika*, 10(1), 1–11.
- Fachid, S., & Triayudi, A. (2022). Perbandingan Algoritma Regresi Linier dan Regresi Random Forest Dalam Memprediksi Kasus Positif Covid-19. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 68–73.
- Fitri, E. (2023). Analisis Perbandingan Metode Regresi Linier, Random Forest Regression Dan Gradient Boosted Trees Regression Method Untuk Prediksi Harga Rumah. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 4(1), 58–64.
- Inayah Asri, N. (2022). *Skripsi Pengaruh Luas Lahan, Modal, Dan Tenaga Kerja Terhadap Produksi Usaha Tani Kakao Di Desa Soga Kecamatan Marioriwawo Kabupaten Soppeng*.
- Izzah, N., & Damayanti, D. (2023). Pengaruh Jumlah Produksi dan Harga terhadap Nilai Ekspor Kakao Indonesia Tahun 2017-2020. *Transparansi: Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi*, 6(1), 78–85.
- Kunuti, S. A., Rauf, A., & Saleh, Y. (N.D.). *Volume 1 Issue 2 January 2020 Perbandingan Hasil Panen Usahatani Padi Sawah Menggunakan Combine Harvester Dan Sistem Bawon Di Kabupaten Gorontalo*.

- Laksmiana, R. D., Santoso, E., & Rahayudi, B. (2019). Prediksi penjualan roti menggunakan metode exponential smoothing (Studi Kasus: Harum Bakery). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(5), 4933–4941.
- Leonardo, R., Pratama, J., & Chrisnatalis, C. (2020). Perbandingan Metode Random Forest Dan Naïve Bayes Dalam Prediksi Keberhasilan Klien Telemarketing. *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp)*, 3(2), 455–459.
- Maricar, M. A. (2019). Analisa perbandingan nilai akurasi moving average dan exponential smoothing untuk sistem peramalan pendapatan pada perusahaan xyz. *Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI)*, 13(2), 36–45.
- Meniati, L., Gaol, N. Y. L., & Santoso, I. (2022). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD*, 5(1), 83–94.
- Mulyahati, I. L. (2020). *Implementasi Machine Learning Prediksi Harga Sewa Apartemen Menggunakan Algoritma Random Forest Melalui Framework Website Flask Python (Studi Kasus: Apartemen di DKI Jakarta Pada Website mamikos. com)*.
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *Journal of Information System*, 5(2), 250–255.
- Nur, N., Wajidi, F., Sulfayanti, S., & Wildayani, W. (2023). Implementasi Algoritma Random Forest Regression untuk Memprediksi Hasil Panen Padi di Desa Minanga. *Jurnal Komputer Terapan*, 9(1), 58–64.
- Panna, M. R., Marhawati, M., Nurdiana, N., Mustari, M., & Supatminingsih, T. (n.d.). *Analisis Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Produksi Kakao di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar*.
- Prasetyo, V. R., Lazuardi, H., Mulyono, A. A., & Lauw, C. (2021). Penerapan Aplikasi RapidMiner Untuk Prediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar Dengan Metode Regresi Linier. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi (TEKNOSI)*, 7(1), 8–17.

- Primandari, A. H. (2020). *Implementasi Artificial Intelligence untuk Memprediksi Harga Penjualan Rumah Menggunakan Metode Random Forest dan Flask (Studi kasus: Rohini, India)*.
- Purnamawati, A., Winnarto, M. N., & Mailasari, M. (2022). Analisis Cart (Classification and Regression Trees) Untuk Prediksi Pengguna Sepeda Berdasarkan Cuaca. *Jurnal Teknoinfo*, 16(1), 14–19.
- Puspitasari, R. D. (2020). Pertanian berkelanjutan berbasis revolusi industri 4.0. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 3(1), 26.
- Putri, A. D., Ahman, A., Hilmia, R. S., Almalyah, S., & Permana, S. (2023). Pengaplikasian Uji T dalam Penelitian Eksperimen. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 4(3), 1978–1987.
- Qisthi, R. T., NOVITA K, N. K., Khatima, H., & Chamila, A. (2021). *Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Pangan Dan Hortikultura*. Universitas Negeri Makassar.
- Saadah, S., & Salsabila, H. (2021). Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest:(Studi Kasus: Data Acak Pada Masa Pandemic Covid-19). *Jurnal Komputer Terapan*, 7(1), 24–32.
- Sandag, G. A. (2020). *Prediksi Rating Aplikasi App Store Menggunakan Algoritma Random Forest*. *CogITo Smart Journal*, 6 (2), 167–178.
- Santika, F., & Novirani, D. W. I. (2022). Peramalan Metode Time Series Terhadap Produksi Kakao Di Kabupaten Batang. *E-Proceeding Fti*.
- Saputro, W. A., & Fidayani, Y. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Kakao Desa Nglanggeran Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul. *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 5(1), 24–30.
- Suliztia, M. L. (2020). *Penerapan Analisis Random Forest pada Prototype Sistem Prediksi Harga Kamera Bekas Menggunakan Flask*.
- Tute, K. J. (2022). Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(1), 47–51.

- Umam, K., Puspitasari, D., & Nurhadi, A. (2020). Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Loyalitas Nasabah PT Erdika Elit Jakarta. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 65–71.
- Waluyo, T. (n.d.). *Analisis Finansial Aplikasi Dosis dan Jenis Pupuk Organik Cair Terhadap Produksi Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill) (Lycopersicum esculentum Mill)*.
- Waluyo, T. (2020). Analisis Finansial Aplikasi Dosis Dan Jenis Pupuk Organik Cair Terhadap Produksi Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill). *Ilmu Dan Budaya*, 41(70).
- Wanto, A., & Windarto, A. P. (2017). Analisis prediksi indeks harga konsumen berdasarkan kelompok kesehatan dengan menggunakan metode backpropagation. *Sinkron: Jurnal Dan Penelitian Teknik Informatika*, 2(2), 37–43.
- Widodo, E. (2020). *Sistem Prediksi Harga Sewa Kost dengan Menggunakan Random Forest Analytics (Studi Kasus: Kost Eksklusif di Daerah Istimewa Yogyakarta)*.
- Wiranda, L., Sadikin, M., Informatika, J. T., & Komputer, F. I. (2019). Penerapan Long Short Term Memory Pada Data Time Series Untuk Memprediksi Penjualan Produk PT. *Metiska Farma. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer*.