

PENERAPAN METODE *RANDOM FOREST* DALAM MENGLASIFIKASI PERTUMBUHAN SAPI DI KABUPATEN ACEH UTARA

Syahrul Ramadhan, Fidyatun Nisa*, Ananda Faridhatul Ulva

Sistem Informasi, Universitas Malikussaleh

Bukit Indah, Blang Pulo, Kec. Muara Satu, Kota Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

fidyatun.nisa@unimal.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan sapi menjadi indikator penting keberhasilan usaha peternakan. Kabupaten Aceh Utara, dengan populasi sapi tinggi, memiliki potensi besar dalam pengembangannya. Namun, pemahaman peternak terhadap faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan masih terbatas, sehingga produktivitas belum optimal. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengklasifikasikan pertumbuhan sapi menggunakan metode *Random Forest*, yang menggabungkan banyak pohon keputusan dan melakukan klasifikasi berdasarkan voting mayoritas. Fokus penelitian adalah Gampong Babussalam, Kecamatan Baktiya, dengan data diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung. Variabel yang digunakan meliputi jenis sapi, jenis kelamin, jenis pakan, frekuensi pemberian pakan, suhu lingkungan, riwayat penyakit, umur, dan berat badan. Analisis dilakukan menggunakan Python dan Visual Studio Code, serta Excel untuk perhitungan manual. Hasilnya, *Random Forest* mampu mengklasifikasikan pertumbuhan sapi menjadi dua kategori cepat dan lambat dengan akurasi 93,33%. Faktor dominan adalah jenis pakan, diikuti riwayat penyakit dan umur. Metode ini membantu peternak memahami pola pertumbuhan ternak dan memperbaiki manajemen pakan serta kesehatan. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pengembangan peternakan pedesaan.

Kata kunci : *Pertumbuhan Sapi, Random Forest, Klasifikasi, Pohon Keputusan, Peternakan Digital*

1. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini berada di era Revolusi Industri 4.0, yang ditandai dengan dominasi teknologi dalam berbagai aspek kehidupan. Kemajuan pesat di bidang internet dan teknologi digital telah menghapus banyak batasan dalam aktivitas sehari-hari [1]. Di bidang peternakan, pemanfaatan teknologi kini menjadi faktor utama dalam mendorong modernisasi sektor pertanian dan peternakan. Integrasi berbagai inovasi teknologi telah menghadirkan solusi-solusi efektif guna meningkatkan efisiensi serta kemajuan, khususnya dalam budidaya ternak sapi. Sapi sendiri termasuk hewan ternak yang banyak dibudidayakan karena memiliki potensi ekonomi tinggi dan mampu menjadi sumber pendapatan utama bagi peternak [2].

Setiap kabupaten dan kota di Provinsi Aceh memiliki peluang yang besar dalam pengembangan sektor peternakan. Saat ini, mayoritas masyarakat di wilayah pedesaan Aceh masih menggantungkan mata pencahariannya pada subsektor peternakan sebagai bagian integral dari sektor pertanian. Diharapkan, subsektor ini dapat berperan sebagai motor penggerak pertumbuhan ekonomi daerah, sehingga berkontribusi dalam meningkatkan pendapatan masyarakat, memperbaiki taraf hidup para petani, serta membantu mengatasi permasalahan kemiskinan [3].

Provinsi Aceh memiliki sumber daya yang dapat memberikan dukungan signifikan pada sektor peternakan, terlihat dari populasi sapi yang cukup besar di setiap wilayah, termasuk 184.834 ekor sapi di Kabupaten Aceh Utara. Namun, meskipun populasi tersebut besar, pertumbuhan sapi masih menghadapi berbagai tantangan seperti ketidakseimbangan nutrisi, stres terhadap lingkungan, dan variabilitas genetik.

Tantangan tersebut menyebabkan laju pertumbuhan menjadi lambat. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan upaya untuk meningkatkan pertumbuhan sapi di Aceh Utara dengan memahami dan mengelola faktor-faktor yang memengaruhinya, yang hingga kini belum sepenuhnya teridentifikasi atau dikelola dengan baik oleh para peternak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Data Mining

Data mining adalah suatu proses yang bertujuan mengolah data mentah menjadi informasi yang bernilai, sekaligus mengungkap informasi tersembunyi yang sebelumnya tidak dapat diketahui secara manual dari suatu basis data. Proses ini biasanya dilakukan secara otomatis dan memiliki peran penting dalam mendukung proses pengambilan keputusan, karena informasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan langkah strategis di masa mendatang [4].

2.2. Machine Learning

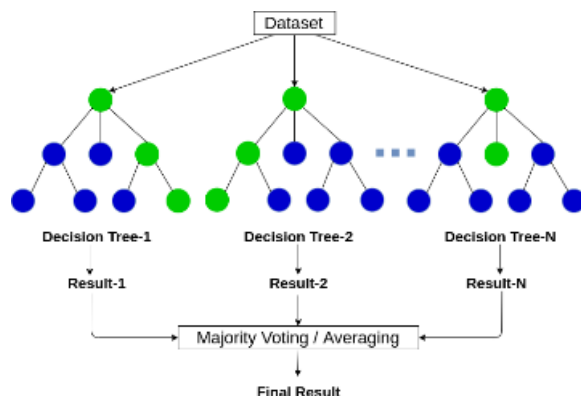
Machine learning adalah proses untuk mengumpulkan informasi dalam jumlah besar dari suatu kumpulan data, yang memiliki peran krusial terutama saat menangani data berskala besar. Informasi yang diperoleh kemudian disimpan dalam data warehouse atau server dengan kapasitas tinggi agar dapat diakses sewaktu-waktu sesuai kebutuhan. Sebagai salah satu pendekatan dalam data mining, machine learning kini telah banyak dimanfaatkan secara cepat dan luas di berbagai bidang penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengukur performa model klasifikasi yang digunakan [5].

2.3. Random Forest

Random Forest merupakan salah satu metode dalam teknik *bagging* yang berfungsi dengan membangun sejumlah pohon keputusan berdasarkan data hasil sampel. Hasil akhir dari klasifikasi ditentukan melalui mekanisme *voting*, yaitu dengan mengambil keputusan berdasarkan mayoritas suara dari seluruh pohon yang telah terbentuk [6].

Metode *Random Forest* memiliki kemampuan untuk meningkatkan kualitas hasil analisis karena proses pembentukan node anak pada setiap percabangan dilakukan secara acak. Teknik ini digunakan untuk membangun struktur pohon keputusan yang terdiri atas node akar (*root*), node internal, dan node daun (*leaf*), dengan atribut dan data yang dipilih secara acak sesuai dengan kebutuhan model. Algoritma ini menggabungkan sejumlah pohon keputusan dan pohon logika yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi atau membedakan data. Sebagai contoh, data yang telah diklasifikasikan dapat membentuk struktur pohon dalam sebuah dataset, misalnya terdiri atas dua data bernilai 1 dan lima data bernilai 0, di mana masing-masing kategori dapat dibedakan secara visual, seperti melalui perbedaan warna [7].



Gambar 1. Konsep dasar *random forest*

2.4. Klasifikasi

Klasifikasi adalah salah satu metode dalam analisis data yang bertujuan membangun model atau fungsi yang dapat mengidentifikasi serta merepresentasikan suatu kelas atau konsep tertentu dalam data. Proses ini secara umum bertujuan untuk memprediksi kategori dari data yang belum diketahui secara akurat. Jika data target berupa kategori, maka metode klasifikasi digunakan; namun apabila target data berbentuk nilai numerik, maka pendekatan yang digunakan adalah algoritma regresi [8].

2.5. Dataset

Dataset terdapat dua macam yaitu dataset privat dan dataset publik. Dataset privat adalah dataset yang dapat diambil dari organisasi atau tempat yang dijadikan objek penelitian, sedangkan dataset publik

adalah dataset yang dapat diambil dari repository publik yang telah disepakati oleh para peneliti [9].

2.6. Penelitian Terdahulu

Seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurdiyanto Yusuf tahun 2024 menggunakan metode *Random Forest* pada "prediksi produksi daging sapi di Indonesia" menampilkan tingkat produksi yang cenderung lebih tinggi dan stabil, sementara lainnya menunjukkan fluktuasi yang lebih signifikan [10]. Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Masduqi dan rekan-rekannya pada tahun 2021, penurunan performa pada sapi Aceh mulai terlihat, yang tercermin dari hasil pengukuran ukuran tubuh pada sapi jantan maupun betina. Fenomena ini diperburuk oleh meningkatnya ketertarikan peternak terhadap pembudidayaan sapi-sapi eksotik serta tingginya praktik seleksi negatif terhadap sapi jantan lokal, sehingga memperbesar kemungkinan penurunan kualitas performa sapi Aceh secara menyeluruh [11].

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *Random Forest* yang juga dikenal sebagai *Random Decision Forest*, pertama kali diperkenalkan oleh Tim Kan Hao dari Bell Labs pada tahun 1995. Metode ini merupakan pengembangan dari teknik *Classification and Regression Tree* (CART) dan termasuk dalam kategori *ensemble learning* berbasis pohon keputusan. Dalam praktiknya, *Random Forest* melakukan prediksi terhadap suatu observasi dengan menggabungkan hasil prediksi dari sejumlah pohon (k pohon), di mana keputusan akhir ditentukan berdasarkan suara terbanyak atau kelas yang paling sering dipilih oleh seluruh pohon tersebut. Setiap pohon dalam *Random Forest* dikembangkan hingga mencapai ukuran maksimum tanpa melalui proses pemangkasan (*pruning*), sehingga struktur pohonnya cenderung penuh.

Untuk membangun pohon keputusan, diharuskan untuk menghitung nilai *entropy* dan *gain*. *Entropy* dan *gain* adalah konsep penting dalam teori pengambilan keputusan dan pembelajaran mesin, terutama dalam pohon keputusan.

$$Entropy(S) = - \sum_{i=1}^n p_i * \log_2 p_i \quad \dots (1)$$

Keterangan:

S = Himpunan Kasus

n = Jumlah Partisi S

p_i = Proporsi dari S_i terhadap S

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i) \quad \dots (2)$$

Keterangan:

S = Himpunan Kasus

A = Atribut

n = Jumlah Partisi Atribut A

$|S_i|$ = Jumlah Kasus Pada Partisi ke-i

$|S|$ = Jumlah Kasus Dalam S

3.1. Identifikasi Masalah

Proses mengidentifikasi dan menentukan sumber masalah atau tantangan yang dihadapi dalam memulai penelitian.

3.2. Wawancara

Peneliti mengumpulkan informasi dari peternak sapi untuk memperoleh detail data terkait tentang sapi, seperti jenis sapi, jenis kelamin, jenis pakan, frekuensi pakan, suhu lingkungan, riwayat penyakit, umur, serta berat badan sapi.

3.3. Studi Literatur

Sebagai referensi untuk melakukan penelitian, penelitian literatur dilakukan dengan mencari, mengumpulkan, membaca, meneliti, memahami, dan mengolah sumber. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman terkait teori-teori yang berhubungan dengan algoritma *Random Forest*, sehingga dapat memperbanyak landasan teori dari penelitian.

3.4. Data Preparation

Dalam tahap persiapan data dilakukan proses pembersihan serta merapikan dataset untuk mengatasi *missing value*, *data noise*, serta informasi (data) yang tidak tetap.

3.5. Implementasi *Random Forest*

Untuk mengetahui pola pertumbuhan sapi, data dibagi menjadi dua bagian seperti dataset untuk

pelatihan dan dataset untuk pengujian. dimana kinerja algoritma *Random Forest* diukur selama tahap pengujian. Akurasi, gini index, gain ratio, dan information gain adalah kriteria pengukuran.

3.6. Evaluasi Hasil Uji

Mengevaluasi hasil pengujian yang bertujuan untuk menilai performa *Random Forest* yang diterapkan, sejauh mana model dapat memberikan hasil klasifikasi yang akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian.

3.7. Kesimpulan dan Saran

Alur penelitian pada bagian kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari suatu penelitian dan berfungsi untuk memberikan rangkuman temuan penelitian serta rekomendasi atau saran yang dapat diambil dari hasil penelitian tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Kebutuhan Data

Dalam mengklasifikasikan pertumbuhan sapi, peneliti perlu memahami karakteristik atau faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan sapi. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data terkait faktor-faktor pertumbuhan sapi, tahap pengumpulan data dilakukan kepada peternak di Kabupaten Aceh Utara, khususnya Gampong Babussalam. Data-data yang digunakan yaitu:

Tabel 1. Data Sapi Gampong Babussalam

DATA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI PERTUMBUHAN SAPI GAMPONG BABUSSALAM								
JS	JK	JP	FP	SL (°C)	RP	UMUR (Bulan)	BB (Kg)	PERTUMBUHAN
Sapi Brahman	Jantan	Rumput	2	28	Ringan	15	25	Lambat
Sapi Limousin	Jantan	Konsentrat	4	27	Berat	13	44	Cepat
Sapi Aceh	Jantan	Rumput	4	25	Berat	9	37	Cepat
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Sapi Brahman	Betina	Campuran	5	25	Sedang	17	39	Cepat
Sapi Limousin	Betina	Konsentrat	3	27	Ringan	11	33	Lambat

Tabel di atas merupakan data sapi yang ada di Gampong Babussalam, Kabupaten Aceh Utara. Data tersebut dikumpulkan oleh peneliti dengan cara melakukan wawancara kepada peternak di lapangan terhadap 100 sapi. Adapun data tersebut memiliki 8 variabel independen dan 1 variabel dependen, diantaranya variabel js sebagai jenis sapi, jk sebagai jenis kelamin, jp sebagai jenis pakan, fp sebagai frekuensi pakan, sl sebagai suhu lingkungan (°C), rp sebagai riwayat penyakit, umur (bulan), dan juga bb sebagai berat badan (Kg). Serta variabel pertumbuhan sebagai variabel dependen dalam penelitian ini.

4.1.1. Data Training

Data training digunakan untuk melatih model atau suatu sistem supaya dapat memahami sebuah pola atau keterkaitan antar data, tujuannya agar bisa membuat prediksi ataupun klasifikasi dari sebuah data.

Pada penelitian ini menggunakan 70% *data training* dari 100 data yang sudah dikumpulkan.

4.1.2. Data Testing

Data testing digunakan untuk menguji sejauh mana model dapat membuat prediksi ataupun klasifikasi yang akurat pada data baru yang tidak pernah dilihat selama proses pelatihan, sehingga bisa digunakan untuk mengecek apakah model tersebut bisa bekerja dengan baik pada data baru. Pada penelitian ini menggunakan 30% *data testing* dari 100 data yang sudah dikumpulkan.

4.2. Implementasi *Random Forest* Menggunakan Python

Pada tahap implementasi *random forest*, peneliti menggunakan bahasa pemrograman python dan visual studio code sebagai teks editor.

4.2.1. Gathering Data

Tahap pertama adalah mengumpulkan data yang akan digunakan sebagai dasar pembelajaran oleh mesin. Data adalah komponen paling penting dalam machine learning karena model hanya dapat belajar dari data yang tersedia. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

4.2.2. Data Preparation

Data yang dikumpulkan biasanya masih mentah dan tidak bisa langsung digunakan, maka perlu untuk melakukan pembersihan dan persiapan agar data siap diproses. Namun data yang sudah dikumpulkan pada penelitian ini, tidak ada yang duplikat atau kosong dan juga missing value.

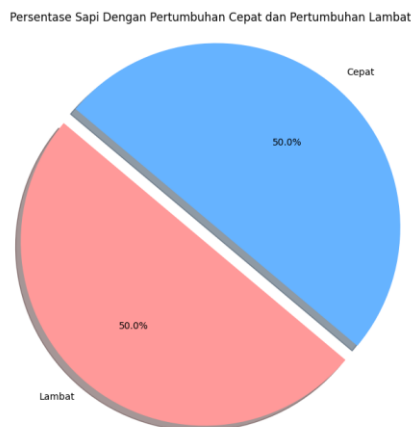
4.2.3. Data Wrangling

Setelah data bersih, perlu dilakukan pengolahan lanjutan agar cocok digunakan dalam algoritma *machine learning*, khususnya *random forest*. Ini termasuk transformasi dan konversi data ke format yang lebih efisien. Dengan menghapus kolom “pertumbuhan” dari dataset sebagai fitur/input (variabel independen) dan menyimpan kolom “pertumbuhan” ke variabel y sebagai label/output (variabel dependen).

Kemudian mengubah fitur kategorikal di variabel (x) menjadi bentuk numerik dengan metode One-Hot Encoding, agar bisa digunakan oleh model *machine learning*. Serta untuk mengubah nilai kategorikal pada variabel y (label) menjadi angka misalnya kategori pertumbuhan cepat jadi 0 dan kategori pertumbuhan lambat jadi 1. Secara singkat, mempersiapkan data untuk proses *machine learning* dengan memisahkan fitur dan label, lalu mengubah data kategorikal menjadi numerik.

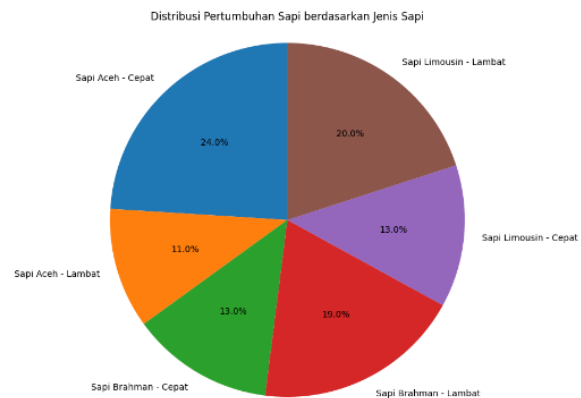
4.2.4. Analisis Data

Sebelum melatih model *random forest*, penting untuk melakukan analisis eksploratif terhadap data (*Exploratory Data Analysis*). Tujuannya adalah untuk memahami pola, korelasi antar fitur, dan kemungkinan adanya bias atau ketidakseimbangan terhadap data.



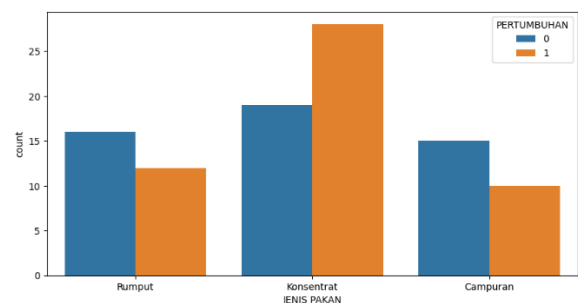
Gambar 2. Pie Chart Pertumbuhan Sapi

Grafik di samping menunjukkan persentase sapi dengan pertumbuhan cepat dan lambat, yang masing-masing sebesar 50%. Artinya, jumlah sapi yang tumbuh cepat dan lambat sama banyaknya dalam data yang dianalisis.



Gambar 3. Pie Chart Pertumbuhan Sapi Berdasarkan Jenis Sapi

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa sapi aceh yang mempunyai pertumbuhan cepat dengan persentase 24%, sapi aceh yang mempunyai pertumbuhan lambat dengan persentase 11%, selanjutnya sapi limousin yang mempunyai pertumbuhan lambat memiliki persentase 20%, sapi limousin yang mempunyai pertumbuhan cepat memiliki persentase 13%, kemudian sapi brahman yang mempunyai pertumbuhan lambat mendapatkan persentase 19%, dan sapi brahman yang mempunyai pertumbuhan cepat mendapatkan persentase 13%. Diagram *Pie chart* pertumbuhan sapi berdasarkan jenis sapi tersebut didapatkan dari dataset yang digunakan.



Gambar 4. Bar Chart Pertumbuhan Sapi Berdasarkan Jenis Pakan

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa jenis pakan konsentrat memiliki pertumbuhan yang cepat lebih dominan di bandingkan dengan jenis pakan rumput dan jenis pakan campuran yang ditandai dengan diagram batang berwarna biru. Namun juga memiliki pertumbuhan yang lambat lebih dominan jika dibandingkan dengan pertumbuhan yang cepat pada jenis pakan konsentrat itu sendiri yang ditandai dengan diagram batang berwarna orange, ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh faktor lain. Namun sisi positifnya, kita dapat menyimpulkan dari grafik di atas

bahwa jenis pakan konsentrat lebih berpengaruh untuk mempercepat pertumbuhan sapi jika dibandingkan dengan jenis pakan rumput dan campuran berdasarkan data yang ada.

4.2.5. Train Model

Pada tahap ini data yang sudah disiapkan, digunakan untuk melatih model machine learning metode random forest. Model akan belajar dari data training untuk mengenali pola-pola dan membuat prediksi ataupun klasifikasi.

a. Import Library

Bagian ini digunakan untuk mengimpor fungsi dan kelas dari Scikit-learn. Setiap baris kode memiliki tujuannya masing-masing, seperti untuk membagi data menjadi data latih (data training) dan data uji (data testing). Kemudian untuk membuat model klasifikasi random forest. Terakhir untuk mengevaluasi performa model.

b. Membagi Dataset

Bagian ini digunakan untuk memisahkan data latih (data training) dan data uji (data testing). Data tersebut dibagi ke 70% untuk data latih (data training) dan 30% untuk data uji (data testing).

c. Membuat & Melatih Model

Bagian ini digunakan untuk membuat model random forest dengan 100 pohon, lalu melatihnya menggunakan data latih (data training). Tujuannya untuk memetakan hubungan antara input (fitur) dan output (label), sehingga bisa digunakan untuk memprediksi data baru.

4.2.6. Test Model

Setelah dilatih, model perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui seberapa baik kinerjanya dalam memprediksi data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Tujuannya untuk mengetahui seberapa baik model melakukan generalisasi terhadap data baru, dan apakah layak untuk digunakan secara nyata.

Accuracy: 0.9333333333333333				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.93	0.93	0.93	15
1	0.93	0.93	0.93	15
accuracy			0.93	30
macro avg	0.93	0.93	0.93	30
weighted avg	0.93	0.93	0.93	30

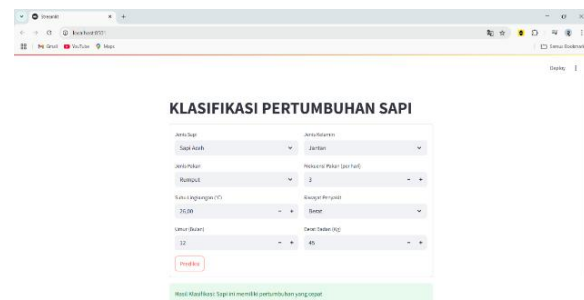
Gambar 5. Performance matrix

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa model klasifikasi yang digunakan menghasilkan akurasi sebesar 93,33%, yang berarti bahwa dari seluruh data uji, sekitar 93% berhasil diprediksi dengan benar oleh model. Tabel evaluasi menunjukkan performa model terhadap dua kelas target, yaitu kelas 0 dan kelas 1. Untuk kedua kelas tersebut, nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* semuanya sama, yaitu 0.93 atau 93%. Ini menunjukkan bahwa model mampu membuat prediksi yang tepat (*precision*), mengidentifikasi data dengan

benar (*recall*), dan menjaga keseimbangan antara keduanya (*f1-score*). Setiap kelas memiliki jumlah data yang sama dalam data uji, yaitu 15 sampel, sehingga total data uji sebanyak 30. Selain itu, nilai rata-rata (baik *macro average* maupun *weighted average*) juga menunjukkan skor yang konsisten yaitu 0.93 atau 93%, ini menunjukkan bahwa model bekerja dengan baik dan seimbang untuk semua kelas.

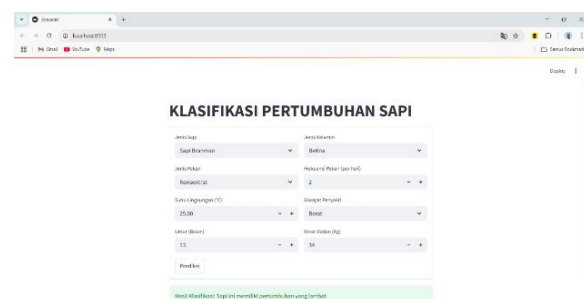
4.2.7. Deployment

Jika model sudah menunjukkan hasil evaluasi yang baik, maka model siap untuk dideploy atau diterapkan pada sistem nyata. Tujuannya untuk menyimpan model *random forest* yang sudah dilatih ke dalam file sehingga bisa digunakan kembali di kemudian hari, tanpa perlu melatih ulang. Bagian ini berfungsi untuk membangun sebuah aplikasi web sederhana menggunakan *library streamlit* untuk mengklasifikasikan pertumbuhan sapi (cepat atau lambat) berdasarkan input data yang diberikan oleh pengguna.



Gambar 6. Hasil klasifikasi pertumbuhan sapi (dataset)

Pada gambar di atas, menunjukkan bahwa hasil klasifikasi memiliki pertumbuhan yang cepat. Data tersebut merupakan data yang sudah ada sebelumnya di dataset, dapat dilihat pada baris data ke-4 tabel 1, ini menandakan sistem berhasil mengklasifikasikan pertumbuhan sapi dengan benar. Selanjutnya, menguji apakah sistem bisa mengklasifikasikan pertumbuhan sapi dengan data yang belum dikenal sebelumnya di bawah ini.



Gambar 7. Hasil klasifikasi pertumbuhan sapi (data baru)

Pada gambar di atas, menunjukkan bahwa hasil klasifikasi memiliki pertumbuhan yang lambat. Data tersebut merupakan data yang belum ada sebelumnya

di dataset, atau bisa dikatakan sebagai data baru yang belum dikenal sebelumnya. ini menandakan sistem berhasil mengklasifikasikan pertumbuhan sapi dengan benar.

4.3. Implementasi Random Forest Menggunakan Microsoft Excel

- Jumlah pohon yang digunakan pada perhitungan manual ini sebanyak 3 pohon. Dataset yang digunakan pada perhitungan Random Forest dapat dilihat pada tabel 1.
- Kemudian melakukan perhitungan entropy dengan rumus (1) dan gain nya dengan rumus (2). Menentukan m variabel yang akan dicari entropy dan gain nya dan pada perhitungan ini ditetapkan m=2. Variabel yang dipilih pada pembuatan node 1 ini adalah variabel jenis sapi dan jenis kelamin. Kemudian menghitung nilai entropy dengan rumus (1) dan gain nya dengan rumus (2).

Penyelesaian:

$$\text{Entropy(Total)} = -\left(\frac{50}{100} \log_2 \left(\frac{50}{100}\right) + \frac{50}{100} \log_2 \left(\frac{50}{100}\right)\right) = 1$$

$$\text{Entropy(Sapi Aceh)} = -\left(\frac{24}{35} \log_2 \left(\frac{24}{35}\right) + \frac{11}{35} \log_2 \left(\frac{11}{35}\right)\right) = 0.52481$$

$$\text{Entropy(Sapi Brahman)} = -\left(\frac{13}{32} \log_2 \left(\frac{13}{32}\right) + \frac{19}{32} \log_2 \left(\frac{19}{32}\right)\right) = 0.97449$$

$$\text{Entropy(Sapi Limousin)} = -\left(\frac{13}{33} \log_2 \left(\frac{13}{33}\right) + \frac{20}{33} \log_2 \left(\frac{20}{33}\right)\right) = 0.96729$$

$$\text{Gain(Jenis Sapi)} = 1 - \left(\frac{35}{100} (0.52481) + \frac{32}{100} (0.97449) + \frac{33}{100} (0.96729)\right) = 0.823687$$

$$\text{Entropy(Jantan)} = -\left(\frac{29}{54} \log_2 \left(\frac{29}{54}\right) + \frac{25}{54} \log_2 \left(\frac{25}{54}\right)\right) = 0.996038361$$

$$\text{Entropy(Betina)} = -\left(\frac{21}{46} \log_2 \left(\frac{21}{46}\right) + \frac{25}{46} \log_2 \left(\frac{25}{46}\right)\right) = 0.994538682$$

$$\begin{aligned} \text{Gain(Jenis Kelamin)} &= 1 - \left(\frac{54}{100} (0.996038361) \right. \\ &\quad \left. + \frac{46}{100} (0.994538682)\right) \\ &= 0.004651491 \end{aligned}$$

Karena jenis sapi memiliki gain tertinggi, maka jenis sapi dapat menjadi node 1. Ada 3 nilai atribut dari variabel jenis sapi, yaitu sapi aceh, sapi brahman, dan sapi limousin. Ketiga nilai tersebut belum dapat mengklasifikasikan kasus menjadi satu, maka perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut pada ketiga cabang dari node 1.

- Hasil gain yang diperoleh dengan nilai tertinggi digunakan untuk mencari node dengan menghitung nilai entropy dan dilakukan berulang hingga menemukan akhir dari sebuah pohon.
- Selanjutnya melakukan perhitungan ulang untuk pohon keputusan kedua dan ketiga sampai selesai dengan data yang diacak dan berbeda-beda.
- Terakhir adalah voting yang digunakan untuk memvoting hasil pohon yang telah dibentuk. Pada pohon keputusan pertama jenis sapi limousin, pakan konsentrat, frekuensi pakan 4, riwayat penyakit berat, suhu lingkungan 26 derajat celcius mendapatkan hasil klasifikasi pertumbuhan lambat. Sedangkan pada pohon keputusan kedua dengan frekuensi pakan 4, riwayat penyakit berat, jenis kelamin jantan, umur 11 bulan mendapatkan hasil klasifikasi pertumbuhan lambat. Sementara itu, pada pohon keputusan ketiga, sapi umur 11 bulan, dengan berat badan 30 Kg mendapatkan hasil klasifikasi pertumbuhan cepat. Dengan ini berarti pertumbuhan lambat memiliki 2 suara dan pertumbuhan cepat memiliki 1 suara. Maka dari itu, jenis sapi limousin, dengan jenis kelamin jantan, serta jenis pakan konsentrat, dengan frekuensi pakan 4 kali dalam sehari, di suhu lingkungan 26 derajat celcius, memiliki riwayat penyakit berat, berumur 11 bulan, dengan berat badan 30 Kg di klasifikasikan memiliki pertumbuhan yang lambat.

4.4. Testing

4.4.1. Blackbox Testing

Berikut adalah pengujian terhadap sistem klasifikasi pertumbuhan sapi menggunakan *blackbox testing*.

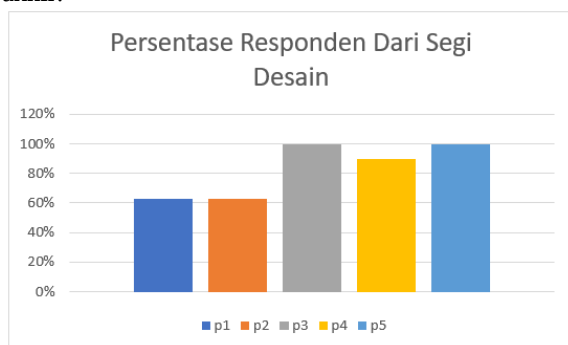
Tabel 2. Blacbox Testing

No	Nama	Luaran Yang Diharapkan	Validasi	
			Ya	Tidak
1	Menginput data jenis sapi	Form input data jenis sapi	✓	
2	Menginput data jenis kelamin sapi	Form input data jenis kelamin	✓	
3	Menginput data jenis pakan sapi	Form input data jenis pakan	✓	
4	Menginput data frekuensi pakan sapi	Form input data frekuensi pakan	✓	
5	Menginput data suhu lingkungan sapi	Form input data suhu lingkungan	✓	
6	Menginput data riwayat penyakit sapi	Form input data riwayat penyakit	✓	
7	Menginput data umur sapi	Form input data umur sapi	✓	
8	Menginput data berat badan sapi	Form input data berat badan	✓	
9	Memprediksi hasil klasifikasi pertumbuhan sapi	Menampilkan hasil klasifikasi pertumbuhan sapi	✓	

Metode yang digunakan meliputi *Blackbox Testing* untuk menguji fungsi berdasarkan input dan output tanpa melihat kode. Pengujian difokuskan pada skenario fungsional menggunakan *Selenium IDE* secara otomatis, yang menampilkan hasil dalam indikator keberhasilan atau kegagalan. Meskipun efektif untuk uji komponen, *Selenium IDE* memiliki keterbatasan karena tidak mencakup pengujian performa atau keamanan. Oleh karena itu, pengujian lanjutan tetap diperlukan untuk menjamin stabilitas dan ketahanan sistem secara menyeluruh.

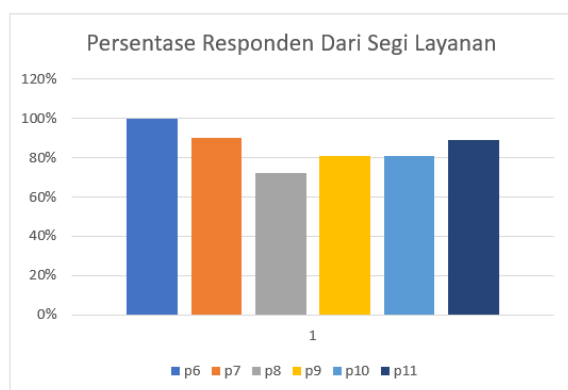
4.4.2. User Acceptance Test (UAT)

User Acceptance Test (UAT) merupakan tahap akhir dalam proses pengujian sistem yang bertujuan untuk memastikan bahwa *website* yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan serta ekspektasi pengguna akhir.



Gambar 7. Persentase Responden Dari Segi Desain

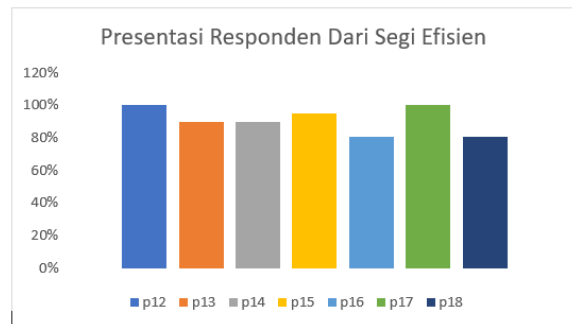
Dari grafik di atas, diperoleh jumlah persentase pertanyaan pertama sebesar 63%, pertanyaan kedua sebesar 63%, pertanyaan ketiga sebesar 100%, pertanyaan keempat sebesar 90%, dan pertanyaan kelima sebesar 100%. Mayoritas responden menilai desain sistem baik, walaupun pertanyaan di awal menunjukkan persentase yang rendah namun ada



Gambar 8. Persentase Responden Dari Segi Layanan

Berdasarkan grafik, diperoleh jumlah persentase pertanyaan keenam sebesar 100%, pertanyaan ketujuh sebesar 90%, pertanyaan kedelapan sebesar 72%, pertanyaan kesembilan sebesar 81%, pertanyaan kesepuluh sebesar 81%, dan pertanyaan kesebelas sebesar 89%. Nilai yang tinggi dan konsisten ini

menunjukkan bahwa responden merasa puas terhadap layanan.



Gambar 9. Persentase Responden Dari Segi Efisien

Dari grafik di atas, didapatkan jumlah persentase pertanyaan kedua belas sebesar 100%, pertanyaan ketiga belas sebesar 90%, pertanyaan keempat belas sebesar 90%, pertanyaan kelima belas sebesar 95%, pertanyaan keenam belas sebesar 81%, pertanyaan ketujuh belas sebesar 100%, dan pertanyaan kedelapan belas sebesar 81%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden menilai efisiensi sistem cukup tinggi, meskipun terdapat satu indikator yang rendah pada angka 81%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pertumbuhan sapi di Gampong Babussalam dipengaruhi secara signifikan oleh delapan variabel, yaitu jenis sapi, jenis kelamin, jenis pakan, frekuensi pakan, suhu lingkungan, riwayat penyakit, umur, dan berat badan. Dengan jenis pakan, riwayat penyakit, dan umur (terutama 0–18 bulan) sebagai faktor paling dominan. Metode *Random Forest* yang digunakan dengan tiga pohon keputusan dan pendekatan voting mayoritas mampu mengklasifikasikan pertumbuhan sapi dengan akurasi tinggi sebesar 93,33%, serta terbukti efektif, stabil, dan tahan terhadap overfitting dalam mengolah data peternakan kompleks. Analisis dilakukan menggunakan *Python* dan *Microsoft Excel*, dengan hasil konsisten antara sistem otomatis dan manual. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada ruang lingkup wilayah dan jumlah data. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya memperluas cakupan geografis dan jumlah data, serta membandingkan performa *Random Forest* dengan algoritma lain seperti *C4.5*, *Naïve Bayes*, atau *SVM* untuk meningkatkan generalisasi dan pemahaman model. Hasil ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi peternak dan pemangku kebijakan dalam mengelola faktor-faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan sapi secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. Nasution, A. Asri, R. Rosdiana, and F. Nisa, "Perancangan Alat Penimbang Kacang Tanah Otomatis Menggunakan Sensor Berat (Load Cell Single Point)," *J. Energi Elektr.*, vol. 11, no. 2, p. 25, 2022, doi:

- 10.29103/jee.v11i2.10704.
- [2] A. Allaam, "Prediksi Churn Konsumen Menggunakan Algoritma Random Forest dengan Fuzzy C-Means untuk Meningkatkan Produktivitas Penjualan Bisnis," *Repository.Uinjkt.Ac.Id*, 2023, [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/70541>
 - [3] J. Kardin, Masduqi, and H. Koesmara, "Analisis Potensi Wilayah Komoditi Pengembangan Ternak Ruminansia di Provinsi Aceh," *J. Agrisistem Seri Sosek dan Penyul.*, vol. 19, no. 1, pp. 10–19, 2023.
 - [4] S. Putri Rangkuti, A. Pratama, and R. Putra Fhonna, "Prediksi Produksi Beras Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Di Kabupaten Aceh Utara Menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (Sarima)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 4, pp. 7136–7143, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i4.14456.
 - [5] M. Ula, F. T. T. Anjani, A. F. Ulva, I. Sahputra, and A. Pratama, "Application of Machine Learning With the Binary Decision Tree Model in Determining the Classification of Dental Disease," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 170–179, 2022, doi: 10.31289/jite.v6i1.7341.
 - [6] M. A. Abubakar, M. Muliadi, A. Farmadi, R. Herteno, and R. Ramadhani, "Random Forest Dengan Random Search Terhadap Ketidakseimbangan Kelas Pada Prediksi Gagal Jantung," *J. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–18, 2023, doi: 10.31294/inf.v10i1.14531.
 - [7] M. Ula, V. Ilhadi, and Z. M. Sidek, "Comparing Long Short-Term Memory and Random Forest Accuracy for Bitcoin Price Forecasting," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 23, no. 2, pp. 259–272, 2024, doi: 10.30812/matrik.v23i2.3267.
 - [8] A. N. Rachmi, "Implementasi Metode Random Forest Dan Xgboost Pada Klasifikasi Customer Churn," *Univ. Islam Indones.*, vol., no., pp. 1–101, 2020.
 - [9] R. W. Putri, A. Ristyawan, and M. N. Muzaki, "Comparison Performance of K-NN and NBC Algorithm for Classification of Heart Disease," *JTECS J. Sist. Telekomun. Elektron. Sist. Kontrol Power Sist. dan Komput.*, vol. 2, no. 2, p. 143, 2022, doi: 10.32503/jtecs.v2i2.2708.
 - [10] Nurdyanto Yusuf, "Prediksi Produksi Daging Sapi Di Indonesia Menggunakan Random Forest Regression: Analisis Data 2018-2025," *J. Ilm. Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 134–142, 2024, doi: 10.56127/juit.v3i2.1620.
 - [11] M. Masduqi, E. M. Sari, and M. A. Nashri Abdullah, "Identifikasi Sifat Kuantitatif dan Sifat Kualitatif pada Sapi Aceh Dalam Rangka Pelestarian Sumber Daya Genetik Ternak Lokal," *J. Agripet*, vol. 21, no. 2, pp. 141–148, 2021, doi: 10.17969/agripet.v21i2.21185.