



Klasifikasi Penentuan Jenis Tanah yang Sesuai Terhadap Tanaman Pangan Sebagai Solusi Ketahanan Pangan di Kabupaten Pidie Jaya Menggunakan Metode Random Forest

Rizky Putra Fhonna^{1✉}, Yesy Afrillia², Zulfan³, Jamalul Aqmal⁴, Sabani Abadi⁵

^{1, 2, 4, 5}Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

³Fakultas Ekonomi, Universitas Malikussaleh

rizkyputrafhonna@unimal.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang penerapan sistem klasifikasi untuk penentuan jenis tanah yang sesuai pada tanaman pangan sebagai solusi ketahanan pangan di Kabupaten Pidie Jaya. Ada Qanun Kabupaten Pidie Jaya Nomor 1 Tahun 2021 Tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, bahwa Kabupaten Pidie Jaya sebagai daerah agraris telah memberikan kontribusi yang besar dalam penyediaan pangan nasional, sekaligus menjadi mata pencarian pokok dan sumber penyediaan pertambahan penduduk, perkembangan ekonomi dan industri yang sering mengakibatkan terjadinya alih fungsi lahan pertanian pangan, maka untuk mengendalikan dan pelaksanaan perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan diperlukan adanya pedoman untuk menjamin pelaksanaannya terencana, terpadu dan terkoordinasi agar berdaya guna dan berhasil guna. Oleh karena itu dengan indikasi-indikasi tersebut penelitian ini dapat membantu memberi arahan tanaman pangan alternatif yang bisa dibudidayakan dengan kesesuaian jenis tanah dengan jenis tanaman pangan pada lahan pertanian pangan berkelanjutan yang berdaya guna dan berhasil guna di Kabupaten Pidie Jaya. Dengan membangun suatu sistem klasifikasi yang menerapkan metode random forest untuk pengklasifikasian penentuan jenis tanah yang sesuai pada tanaman pangan sebagai solusi ketahanan pangan di Kabupaten Pidie Jaya. Penelitian ini akan difokuskan pada klasifikasi jenis tanah untuk tanaman pangan seperti padi, jagung, dan umbi-umbian. Dan kriteria yang digunakan dalam penelitian ini akan terbatas pada karakteristik tanah yang relevan untuk klasifikasi jenis tanah, seperti pH tanah, unsur hara tanah, tekstur, drainase tanah dan kelembaban. Hal ini diharapkan bisa menjadi solusi bagi para petani untuk menjadikan rekomendasi tanaman pangan ini sebagai alternatif lain untuk ketahanan pangan selain tanaman padi serta juga bisa menjadi rekomendasi kegiatan serta anggaran pembibitan bagi sector dinas dipemerintahan dalam melakukan program pemberdayaan bagi masyarakat untuk bidang pertanian serta budidaya pertanian. Deskripsi tingkat kesiapterapan teknologi (TKT) sudah masuk pada formulasi konsep atau aplikasi formulasi sudah teridentifikasi untuk dapat diterapkan. Luaran yang diharapkan dalam penelitian ini berupa publikasi jurnal nasional dan HKI.

Kata kunci: Sistem Cerdas, Metode Random Forest, Jenis Tanah, Tanaman Pangan, Ketahanan Pangan Berkelanjutan.

JIDT is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Isu krisis pangan di Indonesia merupakan suatu permasalahan yang sangat serius. Problematika krisis pangan adalah isu yang sangat penting dan mendesak bagi Indonesia. Krisis pangan dunia disebabkan oleh berbagai faktor, seperti perubahan iklim, konflik, bencana alam, dan pandemi. Dampaknya bagi Indonesia adalah meningkatnya harga pangan, menurunnya ketersediaan dan kualitas pangan, serta meningkatnya risiko kelaparan dan malnutrisi. Untuk mengatasi masalah ini, perlu adanya upaya meningkatkan ketahanan pangan nasional dengan cara memperkuat sistem produksi, distribusi, dan konsumsi pangan yang berkelanjutan, adil, dan inklusif [1], [2].

Hal ini dikarenakan akan timbulnya efek domino apabila krisis pangan ini melanda. Ketahanan pangan merupakan salah satu aspek penting dalam pembangunan nasional. Tanpa ketahanan pangan yang memadai, suatu negara akan menghadapi berbagai masalah sosial, ekonomi, dan politik yang dapat mengancam keutuhan dan kedaulatannya. Oleh karena itu, ketahanan pangan harus diupayakan secara berkelanjutan dengan memperhatikan aspek produksi, distribusi, konsumsi, dan ketersediaan pangan bagi seluruh rakyat [3], [4]. perlahan indikasi-indikasi tersebut kian nyata. Ada banyak faktor yang memicu timbulnya problematika ini.

Lebih jauh lagi, Ketahanan pangan dalam sisi keterjangkauan pangan berkaitan dengan bagaimana pemerintah melakukan pemberdayaan sumber daya manusia (SDM) yang merata. Hal ini penting karena SDM yang berkualitas dapat meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan masyarakat. Pemerintah perlu memberikan fasilitas pendidikan, kesehatan, infrastruktur, dan bantuan ekonomi yang cukup bagi seluruh lapisan masyarakat, terutama yang berada di daerah terpencil dan tertinggal. Dengan demikian, ketahanan pangan dapat terwujud secara berkelanjutan dan inklusif [5], [6].

Pertanian sebagai sektor yang menyediakan pangan bagi seluruh penduduk Indonesia. Tanpa dukungan pangan yang cukup, mustahil pemerataan sumber daya manusia akan berhasil tercapai [7], [8]. Oleh karena itu, pertanian

harus dikelola dengan baik dan berkelanjutan, serta didukung oleh kebijakan dan teknologi yang tepat. Indikasi krisis pangan di Indonesia mulai tampak nyata, salah satunya dilihat dari produksi beras nasional [9]. Dimana terdapat penurunan produksi beras nasional. Dimana berdasarkan data dari BPS dalam kurun waktu 5 tahun terakhir menurun sekitar 34%. Dengan indikasi-indikasi tersebut setidaknya menggambarkan betapa Indonesia lambat laun mengarah terhadap situasi krisis pangan.

Upaya diversifikasi pangan saat ini gencar dilakukan di berbagai daerah [10]–[12]. Diantaranya adalah Kabupaten Pidie Jaya yang mana merupakan salah satu kabupaten di provinsi Aceh sebagai daerah agraris yang memberikan kontribusi yang besar dalam penyediaan pangan nasional, karena memiliki sektor lahan pertanian yang sangat luas. Sekaligus menjadi mata pencarian pokok masyarakat serta sumber penyediaan pertambahan penduduk dan perkembangan perekonomian daerah Aceh. Upaya Ketahanan Pangan sangat jelas dengan dikeluarkannya Qanun Kabupaten Pidie Jaya Nomor 1 Tahun 2021 tentang “Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan” dan Peraturan Bupati Pidie Jaya Tahun 2020 tentang “Pengelolaan Cadangan Pangan Pemerintah Kabupaten Pidie Jaya”.

Dalam upaya memunculkan komoditas tanaman pangan alternative tersebut, ada beberapa faktor mendasar yang harus diperhatikan, salah satunya adalah aspek penentuan kesesuaian jenis tanah dalam menentukan penanaman jenis tanaman pangan apa yang sesuai agar menjamin pelaksanaannya terencana, terpadu dan terkoordinasi agar berdaya guna dan berhasil guna [13]–[15].

Sehingga pada penelitian ini, peneliti fokus pada membuat suatu sistem cerdas yang menerapkan metode random forest untuk klasifikasi jenis tanah pada tanaman pangan seperti padi, jagung, dan umbi-umbian. Dengan kriteria yang digunakan dalam penelitian ini akan terbatas pada karakteristik tanah yang relevan untuk klasifikasi jenis tanah, seperti pH tanah, unsur hara tanah, tekstur, drainase tanah dan kelembaban. Hal ini diharapkan bisa menjadi solusi bagi para petani untuk menjadikan rekomendasi tanaman pangan apa yang sesuai yang akan ditanam sebagai alternative lain untuk ketahanan pangan yang berkelanjutan selain tanaman padi serta juga bisa menjadi rekomendasi kegiatan serta anggaran pembibitan bagi sector dinas dipemerintahan dalam melakukan program pemberdayaan bagi masyarakat untuk bidang pertanian serta budidaya pertanian.

Dari latar belakang yang telah disampaikan, berikut ini beberapa masalah yang teridentifikasi: (1) Belum adanya penelitian yang membangun Sistem klasifikasisecara otomatis yang mampu menentukan jenis tanaman pangan yang cocok ditanam berdasarkan unsur jenis tanah tanpa harus melakukan riset penanaman yang memakan waktu Panjang sebagai observasi tanaman. (2) Belum adanya kontribusi pihak akademisi sebagai peneliti dalam upaya pengenalan inovasi teknologi tepat guna yang dapat dimanfaatkan untuk peningkatan perekonomian masyarakat secara luas khususnya di bidang pertanian. (3) Belum adanya Sistem klasifikasisebagai solusi ketahanan pangan dengan melihat jenis tanah yang sesuai untuk penanaman tanaman pangan sebagai ketahanan pangan berkelanjutan

2. Metode Penelitian

Bagan ini menggambarkan skema atau metode penelitian yang akan di lakukan di kabupaten Pidie Jaya. Yang mana tahap awal peneliti akan melakukan study literatur, observasi dan diskusi dengan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Pidie Jaya. Kemudian membuat pertemuan untuk melakukan kerjasama terkait kegiatan penelitian ini. Kemudia turun kelapangan untuk mengambil data sampel sebagai bahan penelitian untuk membangun system klasifikasi bersama tim peneliti.

Melakukan implementasi system klasifikasi Penentuan Jenis Tanah Yang Sesuai Pada Tanaman Pangan Sebagai Solusi Ketahanan Pangan dengan data sampling yang telah didapatkan sebelumnya. Kemudian peneliti melakukan evaluasi hasil Implementasi Klasifikasi Penentuan Jenis Tanah Yang Sesuai Pada Tanaman Pangan Sebagai Solusi Ketahanan Pangan. Terakhir tim peneliti akan melakukan Desiminasi hasil penelitian kepada pihak terkait yaitu Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Pidie Jaya.

2.1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 1 Rencana Kerja Penelitian

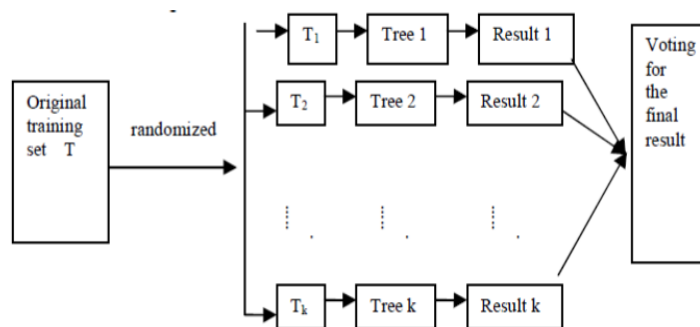
2.2. Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses mengelompokkan benda atau entitas berdasarkan kesamaan dan perbedaan karakteristiknya. Kata klasifikasi berasal dari bahasa Latin "classis" yang berarti golongan atau kelompok. Dalam ilmu pengetahuan, klasifikasi digunakan untuk mengatur dan menyusun benda atau entitas sesuai dengan kriteria tertentu. Salah satu bidang ilmu pengetahuan yang menggunakan klasifikasi adalah machine learning [16]–[18]. Tujuan dari klasifikasi adalah untuk mengantisipasi kelas yang dihasilkan dari item yang tidak diketahui. Ada tiga tahap klasifikasi yaitu konstruksi model, aplikasi model serta evaluasi [19]. Modeling adalah proses membuat representasi matematis dari fenomena atau sistem yang ingin dipelajari. Dalam modeling, dengan menggunakan data pelatihan yang sudah memiliki atribut dan kelas yang diketahui untuk membuat contoh yang dapat mempelajari pola atau hubungan antara atribut dan kelas. Contoh ini kemudian dapat digunakan untuk memprediksi kelas data atau objek baru yang belum diketahui. Untuk mengetahui seberapa baik contoh dapat melakukan prediksi, perlu untuk dilakukan proses evaluasi dengan mengukur keakuratan, presisi, sensitivitas, dan metrik lainnya yang relevan dengan tujuan modeling.[20], [21].

2.3. Random Forest

Random forest dimulai dengan menentukan n atau `total_tree`, variabel tersebut berfungsi untuk mengatur banyaknya looping yang terjadi atau banyaknya Decision tree yang akan dihitung. Dengan kata lain for looping. Di sini cara kerja for each looping juga digunakan yang bisa dilihat dari "Go to n-tree".

Random Forest menggunakan metode bagging dalam membangun setiap pohon. Untuk node tiap tree di ciptakan dengan memilih random column dari bagging. Dari setiap random column sebuah decision tree. Berikut langkah-langkah yang harus dilakukan [22], pertama mempersiapkan data training, dapat diambil dari histori yang pernah terjadi sebelumnya.



Gambar 2 Sistematika random forest

Lalu menentukan akar dari pohon dengan menghitung nilai gain tertinggi dari masing-masing atribut atau berdasarkan nilai indeks entropy terendah. Sebelumnya dihitung terlebih dahulu nilai index entropy dengan rumus:.

$$I(s_1, s_2, \dots, s_m) = - \sum_{i=1}^m p_i \log_2(p_i)$$

Dengan keterangan S sebagai himpunan kasus, m sebagai jumlah sample, dan P_i sebagai proporsi kelas Setelah itu hitung nilai gain dengan metode informasi gain dengan persamaan gain sebagai berikut:

$$E(A) = \sum_{j=1}^y \frac{s_{1j} + \dots + s_{mj}}{s} I(s_{1j}, \dots, s_{mj})$$

Dengan $\frac{s_{1j} + \dots + s_{mj}}{s}$ adalah jumlah subset j yang dibagi dengan jumlah sample S . Rumus menghitung information gain terdapat pada persamaan 3 dibawah ini:

$$\text{Gain}(A) = I(s_1, s_2, \dots, s_m) - E(A)$$

Dengan A adalah atribut dan S adalah himpunan kasus. Ulangi perhitungan entropy dan gain pada atribut-atribut yang lain. Proses perhitungan di atas diulangi sampai semua atribut terpartisi. Proses akan berhenti apabila semua record dalam sampel N mendapat kelas yang sama, tidak ada atribut yang tidak terpartisi dan tidak ada record dalam cabang yang kosong.

Setelah node tersebut dibangun maka di cari gini index. Jika gini indeks sudah 0 maka split tersebut akan stop. Tetapi jika belum 0 atau pure maka split akan terus terjadi hingga menghasilkan pure leaf. Jika sudah selesai

looping untuk tiap tree maka algoritma Random Forest menjadi berhenti dan selesai. Hal ini diwakili pada gambar 4.dengan kata “End” [23].

2.4 Dataset

Adapun data dalam penelitian ini yaitu data alternatif dan data kriteria. Data alternatif adalah sekumpulan objek yang sengaja di tempatkan peneliti untuk mengelompokkan daerah di kabupaten Pidi Jaya yang terdiri dari 8 kecamatan sebagai berikut:

Tabel 1 Data Kecamatan di Kabupaten Pidie Jaya

No.	Kecamatan
1	Bandar Baru
2	Bandar Dua
3	Jangka Buya
4	Meurah Dua
5	Meureudu
6	Panteraja
7	Trienggadeng
8	Ulim

Data kriteria merupakan variabel yang digunakan untuk menentukan wilayah berdasarkan derajat kriteria yang di tetapkan sebelumnya yang terdiri dari Kepadatan Penduduk variabel *ph_tanah* sebagai X1, *drainase_tanah* sebagai X2, *tekstur_tanah* sebagai X3, kelembapan sebagai X4, unsur_hara sebagai X5, *jenis_tanaman* sebagai Y. Dari data asli yang berjumlah 72 data, kemudian dibentuk sebuah dataset yang akan digunakan dalam analisis, dataset awal yang digunakan dalam perhitungan tahap pertama dengan metode random forest setelah dilakukan normalisasi dan transformasi pada data adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Dataset Random Forest

<i>ph_tanah</i>	<i>drainase_tanah</i>	<i>tekstur_tanah</i>	kelembapan	unsur_hara	<i>jenis_tanaman</i>
6.2	Baik, Sedang	liat berpasir	20.32	bagus	jagung
5.5	Baik, Sedang	lempung berpasir	28.30	cukup	singkong
5.8	Agak Terlambat	lempung berliat	65.70	cukup	padi
6.3	Terlambat, Agak Cepat	liat berpasir	20.83	bagus	padi
6.6	Baik, Sedang	lempung berpasir	30.80	bagus	padi
...
5.5	Sangat Terlambat, terlambat	lempung liat berpasir	68.34	cukup	jagung
6.5	Baik, Sedang	lempung berpasir	55.78	bagus	jagung
5.3	Sangat Terlambat, terlambat	lempung berpasir	67.55	bagus	padi
6.0	Baik, Sedang	lempung berpasir	60.25	bagus	singkong
5.8	Sangat Terlambat, terlambat	liat berpasir	68.76	cukup	padi

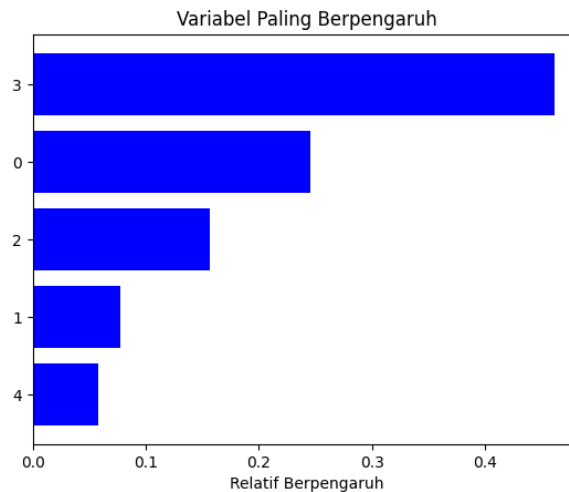
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis perhitungan dengan menggunakan metode random forest didapati wahwa dari ke-7 variabel yang ada hanya dua variabel yang menunjukkan nilai paling berpengaruh paling besar, kedua variabel data yang memiliki variabel terbesar yaitu variabel kepadatan penduduk dan variabel jumlah penduduk.

Tabel 3. Nilai Variabel Berpengaruh

No.	Variabel	Nilai Feature Importances
1	<i>ph_tanah</i>	0.24589401
2	<i>drainase_tanah</i>	0.07790996
3	<i>tekstur_tanah</i>	0.156808
4	Kelembapan	0.46161148
5	unsur_hara	0.05777656

Berikut adalah grafik yang menunjukkan perbandingan perbedaan nilai variabel paling berpengaruh:



Gambar 3 Histogram Variabel Paling Berpengaruh

Data lahan baru yang didapatkan selama proses survei lapangan di masing-masing kecamatan, desa dan/atau lokasi lainnya yang secara agroekosistem berpotensi dikembangkan menjadi lahan pertanian. Data didapatkan secara acak dengan mengumpulkan pH tanah, ketersediaan drainase, tekstur tanah, kelembapan udara, dan unsur hara tanah, untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam model yang telah dibangun sebelumnya dengan data yang arsip BAPEDA, Kabupaten Pidie Jaya. Berikut adalah hasil analisis yang didapatkan setelah data survei dimasukkan ke dalam model random forest. Hasil untuk jenis tanaman yang direkomendasikan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4 Hasil Rekomendasi tanaman Berdasarkan Kesesuaian Lahan Analisis Metode Random Forest

No.	Kecamatan	Rekomendasi Tanaman
1	Meureudu	singkong, padi, jagung
2	Meurah Dua	padi, Jagung, kentang
3	Bandar Dua	jagung, umbi jalar, padi
4	Jangka Buya	padi, jagung, kentang
5	Ulim	Padi, umbi jalar, singkong
6	Trienggadeng	singkong, padi, kentang
7	Bandar Baru	padi, jagung, kentang

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan mengenai klasifikasi penentuan jenis tanah yang sesuai terhadap tanaman pangan sebagai solusi ketahanan pangan di kabupaten pidie jaya menggunakan metode random forest didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode random Forest, dari kelima variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kelembapan, Ph tanah, tekstur tanah, drainase tanah, dan unsur hara di Kabupaten Pidie Jaya, variabel kelembapan dan Ph tanah menjadi variabel paling berpengaruh dengan masing masing memiliki nilai `feature_importances_` sebesar 0.46161148 dan 0.24589401.
2. Hasil yang diperoleh dari data survei yang dimasukkan ke dalam model klasifikasi random forest berupa rekomendasi tanaman sebagai berikut; kecamatan Meureudu dengan hasil rekomendasi singkong, padi, dan jagung, kecamatan Meurah dua dengan hasil rekomendasi padi, jagung, dan kentang, kecamatan Bandar Dua dengan hasil rekomendasi jagung, umbi jalar, dan padi, kecamatan jangka buya dengan hasil rekomendasi padi, jagung, dan kentang, Kecamatan ulim dengan hasil rekomendasi padi, umbi jalar, dan singkong, kecamatan Trienggadeng dengan hasil rekomendasi singkong, padi, dan kentang, dan kecamatan Bandar Baru dengan hasil rekomendasi padi, jagung, dan kentang.
3. Penelitian yang dilakukan masih memiliki banyak kekurangan baik dari jumlah data yang digunakan dalam membangun model, perhitungan, analisis, dan variabel yang digunakan. Perlu riset dan penelitian lebih lanjut dengan memperluas batasan riset dan factor yang lebih banyak hingga dihasilkan analisis yang lebih akurat, efisien dan tepat

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih terutama kepada pihak Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Pidie Jaya yang telah memberikan izin kepada kami untuk melakukan kegiatan penelitian kepada masyarakat. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada tim pelaksana penelitian yang membantu pelaksanaan kegiatan Pengabdian baik serta ucapan terima kasih kepada AKSI-ADB Universitas Malikussaleh selaku pihak yang mendanai kegiatan penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] S. S. H. Mudrieq, "PROBLEMATIKA KRISIS PANGAN DUNIA DAN DAMPAKNYA BAGI INDONESIA," *Academica*, vol. 6, no. 2, May 2015, Accessed: Oct. 28, 2023. [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/academica/article/view/4317>
- [2] A. F. Basundoro and F. H. Sulaeman, "Meninjau Pengembangan Food Estate Sebagai Strategi Ketahanan Nasional Pada Era Pandemi Covid-19," *Jurnal Lemhannas RI*, vol. 8, no. 2, pp. 27–41, 2020, doi: 10.55960/JLRI.V8I2.307.
- [3] S. P. , M. M. Dr. Kristiawan, *KETAHANAN PANGAN*, vol. 1. Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2021.
- [4] A. G. Pamuji, "Permasalahan Cita-cita Anak yang Menyebabkan Kelangkaan Petani Masa Depan," *Pedagogi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 17, no. 2, p. 41, Jul. 2018, doi: 10.24036/fip.100.v17i2.285.000-000.
- [5] Clara Jusa Hadel and Rijel Samaloisa, "Implementasi Peraturan Presiden Nomor 104 Tahun 2021," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 9, 2023.
- [6] Tono, Mewa Ariani, and Achmad Suryana, "Kinerja Ketahanan Pangan Indonesia: Pembelajaran dari Penilaian dengan Kriteria Global dan Nasional," *Analisis Kebijakan Pertanian*, vol. 21, no. 1, 2023.
- [7] Syamsul Rahman, *MEMBANGUN PERTANIAN DAN PANGAN UNTUK MEWUJUDKAN KEDAULATAN PANGAN*. PENERBIT DEEPUBLISH, 2018.
- [8] ILHAM AHMADIAN, "Produktivitas Budidaya Sistem Mina Padi Untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan," *Jurnal AKUATEK*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [9] L. Lasminingrat and E. Efriza, "PEMBANGUNAN LUMBUNG PANGAN NASIONAL: STRATEGI ANTISIPASI KRISIS PANGAN INDONESIA," *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, vol. 10, no. 3, p. 243, Dec. 2020, doi: 10.33172/jpbh.v10i3.1053.
- [10] Candarmaweni Lawaceng and Amy Yayuk Sri Rahayu, "Tantangan Pencegahan Stunting pada Era Adaptasi Baru 'New Normal' melalui Pemberdayaan Masyarakat di Kabupaten Pandeglang," *Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia : JKKI*, vol. 9, no. 3, 2020.
- [11] H. Riajaya and A. I. Munandar, "STRATEGI PENINGKATAN KETAHANAN PANGAN DALAM MEMINIMALISASI STUNTING DI KABUPATEN SUKABUMI," *Jurnal AGRISEP: Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, vol. 19, no. 2, pp. 255–274, Sep. 2020, doi: 10.31186/jagrisep.19.2.255-274.
- [12] R. Dinan and S. Arief, "ANALISIS AGROKLIMAT DALAM PENENTUAN POTENSI TANAMAN PANGAN ALTERNATIF SEBAGAI SOLUSI KETAHANAN PANGAN DI KABUPATEN SITUBONDO," *Jurnal Planologi*, vol. 19, no. 2, p. 219, Nov. 2022, doi: 10.30659/jpsa.v19i2.23185.
- [13] Hidayat Arismunandar Katili, Rahmawati Sayedi, Dian Puspapratwi, and Ilham Ladonu, "UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI JAGUNG BERBASIS ASPEK KESUBURAN TANAH DI KECAMATAN SIMPANG RAYA," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian*, vol. 2, no. 3, 2022.
- [14] A. Nurkholis, M. Muhaqiqin, and T. Susanto, "Analisis Kesesuaian Lahan Padi Gogo Berbasis Sifat Tanah dan Cuaca Menggunakan ID3 Spasial," *JUITA: Jurnal Informatika*, vol. 8, no. 2, p. 235, Nov. 2020, doi: 10.30595/juita.v8i2.8311.
- [15] S. Metboki, M. Samin, and A. Rahmawati, "EVALUASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK BUDIDAYA JERUK KEPROK (CITRUS RETICULATA) BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFI DI KECAMATAN KUALIN KABUPATEN TIMUR TENGAH SELATAN," *Jurnal Geografi*, vol. 18, no. 1, pp. 26–38, Jun. 2022, doi: 10.35508/jgeo.v18i1.7516.
- [16] Arvi Arkadia, Abitdavy Athallah Muhammad, Sheva NaufalRifqi, Trianto Trianto, and Desta Sandya Prasvita, "Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna dengan Metode SVM," in *PROSIDINC SENAMIKA*, 2021.
- [17] I. Budianto, "Klasifikasi Kondisi Tanah Berdasarkan Rekomendasi Tanaman Pertanian dan Perkebunan Melalui Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Klasifikasi Multinomial," *Repository Universitas Jember*, 2023.
- [18] M. Ula, R. Zulhusna, R. Putra Fhonna, and A. Pratama, "Penerapan Model Klasifikasi K-Nearest Neighbor Dalam Pencarian Kesesuaian Pekerjaan," *METIK JURNAL*, vol. 6, no. 1, pp. 18–23, Jul. 2022, doi: 10.47002/metik.v6i1.343.
- [19] Arif Rinaldi Dikananda, Farid Ali Ma'ruf, Raja Al-Fath Hidayat, and Muhamad Abdurrohman, "KLASIFIKASI HASIL SELEKSI KARYAWAN BARU MENGGUNAKAN ALGORITMA ITERATIVE DICHOTOMISER 3 (ID3)," *JUMIKA (Jurnal Manajemen Informatika)*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.51530/jumika.v8i1.533.
- [20] ST. M. K. Yahya, *Data Mining*. Sukabumi: CV Jejak, anggota IKAPI, 2022.
- [21] H. Pallathadka, M. Jawarneh, F. Sammy, V. Garchar, D. T. Sanchez, and M. Naved, "A Review of Using Artificial Intelligence and Machine Learning in Food and Agriculture Industry," in *2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)*, IEEE, Apr. 2022, pp. 2215–2218. doi: 10.1109/ICACITE53722.2022.9823427.
- [22] F. Fadli and B. B. Butar, "Penerapan Decision Tree Menggunakan Algoritma C4.5 Untuk Deteksi Demam Berdarah Pada RS. IMC Bintaro," vol. 5, no. 1, pp. 75–86, 2019.

- [23] J. J. Pangaribuan and V. Angkasa, “KOMPARASI TINGKAT AKURASI RANDOM FOREST DAN KNN UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT KANKER PAYUDARA,” *Journal Information System Development (ISD)*, vol. 7, no. 1, pp. 49–61, Jan. 2022, doi: 10.19166/ISD.V7I1.503.