

## Model Klasifikasi Kesesuaian Lahan Bawang Putih Menggunakan Interpolasi Spasial dan Algoritme Pohon Keputusan

### *Classification Model for Garlic Land Suitability Using Spatial Interpolation and Decision Tree Algorithm*

DINI HAYATI<sup>1</sup>, IMAS SUKAESIH SITANGGANG<sup>1\*</sup>, ANNISA<sup>1</sup>

#### Abstrak

Bawang putih merupakan salah satu hasil hortikultura yang harus terpenuhi setiap tahunnya. Jumlah produksi bawang putih tidak sebanding dengan jumlah konsumsi bawang putih menjadi acuan pemerintah untuk melakukan impor guna mencukupi kebutuhan dalam negeri. Hal ini menjadi dasar pemerintah untuk melakukan swasembada bawang putih. Usaha yang dilakukan untuk mencapai swasembada bawang putih salah satunya adalah melakukan perluasan lahan untuk tanaman bawang putih. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model klasifikasi kesesuaian lahan bawang putih menggunakan algoritme C5.0 berdasarkan karakteristik lahan dan interpolasi temperatur menggunakan metode *inverse distance weighted* (IDW). Penelitian ini menghasilkan pohon keputusan dengan 5 aturan kelas kesesuaian lahan dengan akurasi sebesar 97.81% pada dataset dengan data temperatur bulan Mei 2022. Variabel penting dalam menentukan kelas kesesuaian lahan pada periode ini adalah kedalaman mineral tanah. Sedangkan nilai akurasi pada dataset dengan data temperatur bulan Juli 2022 menghasilkan model pohon keputusan dengan 17 aturan kelas kesesuaian lahan dengan akurasi sebesar 95.91%. Variabel penting dalam menentukan kelas kesesuaian lahan pada periode ini adalah kejenuhan basa.

Kata kunci: bawang putih, C5.0, *decision tree*, kesesuaian lahan, klasifikasi.

#### Abstract

*Garlic stands as a vital horticultural product requiring consistent fulfillment each year. The production of garlic is not proportional to meet the consumption demand, prompting the government to import garlic to meet domestic needs. Among these efforts, expanding garlic cultivation lands holds significant importance. This study aims to determine a classification model for garlic suitability of land using the C5.0 algorithm based on land characteristics and temperature interpolation using the (inverse distance weighted) IDW method. The research resulted in 5 rules for land suitability classes with an accuracy of 97.81% on a dataset with temperature data for May 2022. The important variable in determining land suitability classes during this period is soil mineral depth. On the other hand, the accuracy value on a dataset with temperature data for July 2022 yielded 17 rules for land suitability with an accuracy of 95.91%. The important variable in determining land suitability classes during this period is base saturation.*

*Keywords: C5.0, classification, decision tree, garlic, land suitability.*

## PENDAHULUAN

Bawang putih merupakan komoditas hortikultura yang penting bagi masyarakat, karena bawang putih banyak dimanfaatkan sebagai bumbu masak dan obat-obatan. Oleh karena itu, bawang putih menjadi salah satu kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi. Tingginya kebutuhan tidak sebanding dengan jumlah produksi menyebabkan Indonesia menjadi negara importer bawang putih (Septiana *et al.* 2022). Hal ini menjadi dasar pemerintah untuk mencanangkan swasembada bawang putih. Salah satu upaya dalam mewujudkan swasembada bawang putih adalah dengan melakukan perluasan lahan untuk komoditas bawang putih. Suatu

<sup>1</sup> Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam, IPB University, Bogor 16680;

\* Penulis Korespondensi: Tel/Faks: 081293907979; Surel: [imas.sitanggang@apps.ipb.ac.id](mailto:imas.sitanggang@apps.ipb.ac.id)

lahan yang layak untuk tanaman bawang putih dipengaruhi banyak faktor, seperti karakteristik tanah suatu lahan dan temperatur. Temperatur dibutuhkan dalam budidaya bawang putih, karena untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik, bawang putih harus tumbuh pada temperatur yang sesuai.

Lahan yang sesuai untuk budidaya bawang putih dapat diketahui melalui klasifikasi kelas kesesuaian lahan berdasarkan variabel syarat tumbuh bawang putih pada lahan tersebut (Djaenuddin *et al.* 2011). Salah satu algoritme yang dapat diterapkan dalam klasifikasi kelas kesesuaian lahan adalah pohon keputusan C5.0, yang merupakan pengembangan dari pohon keputusan ID3 dan mampu mengolah data diskrit dan kontinyu dengan akurasi yang lebih tinggi (Abdullah *et al.* 2020).

Penelitian terkait prediksi kesesuaian lahan menggunakan algoritme pohon keputusan telah diterapkan oleh Nurkholis dan Sitanggung (2020) pada lahan kelapa sawit, dengan hasil optimalisasi akurasi sebesar 91.18% dan 23 aturan. Kekurangan pada penelitian tersebut adalah belum melibatkan data spasial berupa temperatur. Penelitian lain dengan metode yang sama diterapkan oleh Nurkholis dan Styawati (2021) pada lahan kedelai di wilayah kabupaten Bogor dan kabupaten Grobogan dengan model terbaik diperoleh berdasarkan metode evaluasi *5-fold-cross-validation* yang menghasilkan akurasi data latih sebesar 98.58%, sedangkan data uji sebesar 97.17%.

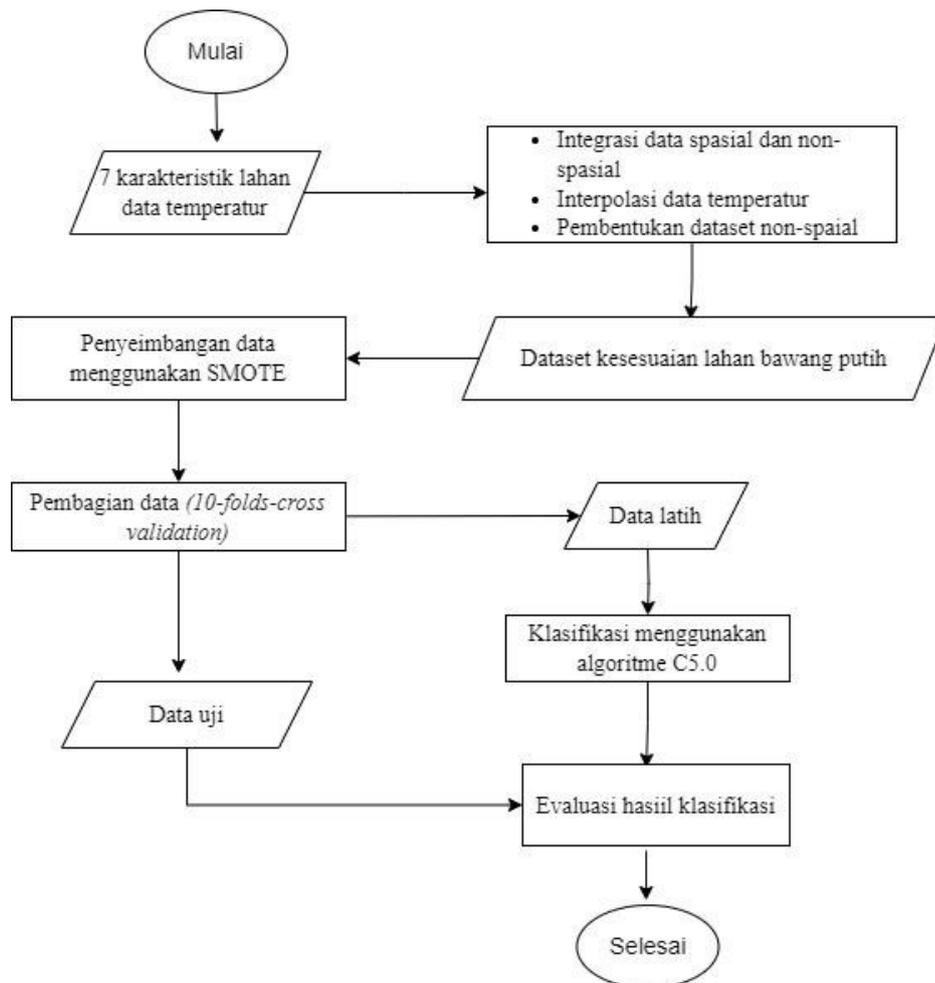
Meninjau dari penelitian yang telah disebutkan, dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk memperoleh kelas kesesuaian lahan bawang putih dengan melibatkan data spasial temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model klasifikasi kesesuaian lahan bawang putih berupa aturan-aturan berdasarkan syarat tumbuh dalam budidaya komoditas bawang putih. Aturan-aturan tersebut diperoleh dengan menerapkan algoritme *decision tree* C5.0 pada dataset yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP). Selain itu juga untuk melengkapi kekurangan pada penelitian, algoritme C5.0 digunakan untuk mengesktrak dataset kesesuaian lahan bawang putih untuk menghasilkan aturan-aturan yang dapat menjelaskan dan menggambarkan pola berdasarkan kelas kesesuaian lahan bawang putih (Zamasi *et al.* 2021). Aturan-aturan yang dihasilkan dari algoritme tersebut dapat dilakukan pemetaan kelas kesesuaian lahan bawang putih berdasarkan karakteristik syarat tumbuh bawang putih.

## METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data karakteristik tanah bawang putih dan interpolasi temperatur periode Mei dan Juli 2022 pada kabupaten Magelang. Karakteristik yang diamati dalam penelitian ini meliputi kedalaman mineral tanah, drainase, tekstur tanah, tingkat keasaman tanah, kapasitas tukar kation (dalam satuan cmol), persentase kejenuhan basa, dan tingkat *relief* (dalam persentase). Data temperatur diperoleh dari <https://weather.visualcrossing.com> periode 1 April 2022 sampai dengan 31 Oktober 2022. Namun data yang terekam pada bulan April, Juni, Agustus, September dan Oktober hanya beberapa hari dan tidak dapat dikategorikan sebagai data satu bulan. Oleh karena itu, data temperatur yang digunakan adalah bulan Mei dan Juli 2022.

### Tahapan Penelitian

Penelitian ini mencakup tiga tahapan praproses data yang terdiri dari integrasi data spasial dan non-spasial, interpolasi spasial data temperatur, dan pembentukan dataset non-spasial. Langkah berikutnya adalah pembentukan dataset kesesuaian lahan untuk budidaya bawang putih, pembagian data menggunakan metode *10-fold cross validation* menjadi data latih dan data uji, penerapan algoritme klasifikasi C5.0, serta evaluasi hasil klasifikasi kesesuaian lahan untuk bawang putih. Tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan penelitian

### Praproses Data

Berdasarkan tahapan penelitian pada Gambar 1, praproses data dilakukan untuk menghasilkan dataset non-spasial dalam bentuk tabular menggunakan *spreadsheet* sehingga pemodelan dapat dilakukan dengan menggunakan algoritme C5.0.

#### a. Integrasi data spasial dan non-spasial

Data non-spasial berupa karakteristik tanah kabupaten Magelang terdiri atas informasi kedalaman mineral tanah, drainase, tingkat kemasaman tanah, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, tekstur tanah dan relief yang diperoleh dari BBSDLP. Selanjutnya, masing-masing variabel karakteristik tanah ditentukan kelas kesesuaian berdasarkan syarat tumbuh bawang putih. Data spasial yaitu legenda satuan peta tanah kabupaten Magelang dengan format *shapefile*. Data spasial dan non-spasial digabung berdasarkan nilai satuan peta tanah (SPT). SPT merupakan identitas dari sebuah baris data yang terhubung dengan objek spasial, dimana sebuah SPT dapat mewakili beberapa objek spasial yang berbentuk poligon. Tahapan penelitian ini menghasilkan data *shapefile* karakteristik lahan bawang putih di kabupaten Magelang.

#### b. Interpolasi temperatur

Interpolasi temperatur menggunakan metode *inverse distance weighted* (IDW) untuk menghasilkan layer temperatur pada kabupaten Magelang dan menentukan nilai temperatur pada wilayah yang tidak terukur datanya. Nilai rata-rata temperatur dalam satu bulan menjadi data dalam melakukan interpolasi. Metode IDW adalah suatu metode deterministik yang relatif sederhana dan melibatkan pemikiran tentang titik-titik di sekitarnya. Metode ini memanfaatkan prinsip pembobotan berdasarkan jarak dengan titik sampel yang berjarak lebih dekat dengan lokasi yang sedang diinterpolasi akan

diberi bobot yang lebih tinggi daripada titik sampel yang berjarak lebih jauh. Dengan demikian, semakin dekat titik sampel dengan lokasi yang diinterpolasi, semakin besar pengaruhnya terhadap nilai interpolasi di lokasi tersebut (Pramono 2008). Metode IDW dipengaruhi oleh nilai *power* ( $p$ ). Nilai *power* digunakan untuk mengontrol pengaruh atau bobot dari titik-titik sampel terhadap data yang akan diinterpolasi. Pengaruh atau bobot ini dapat mempengaruhi nilai rata-rata dalam area interpolasi (Pasaribu dan Suryo 2012).

c. Pembentukan dataset pelatihan model

Algoritme *decision tree* C5.0 tidak dapat menangani data spasial, sehingga perlu dilakukan pembentukan dataset non-spasial dalam bentuk tabular. Hasil interpolasi temperatur masing-masing periode dengan format raster dikonversi menjadi vektor. Nilai interpolasi tersebut selanjutnya ditentukan kelas berdasarkan syarat tumbuh bawang putih. Data hasil penggabungan data spasial dan non-spasial kemudian dilakukan *intersection* dengan data hasil interpolasi temperatur pada setiap periode yang sesuai. *Intersection* bertujuan untuk menghasilkan data baru yang terdiri dari karakteristik tanah dan hasil interpolasi temperatur pada kabupaten Magelang. Hasil *intersection* selanjutnya dikonversi menjadi *spreadsheet* yang akan digunakan sebagai dataset dalam pemodelan menggunakan algoritme C5.0.

### Penyeimbangan Data

Data tidak seimbang terjadi ketika distribusi kelas data tidak proporsional, yaitu jumlah *instance* dalam satu kelas lebih rendah atau lebih tinggi daripada kelas data lainnya. Kelompok minoritas merujuk pada kelompok kelas data yang memiliki jumlah *instance* yang lebih sedikit, sedangkan kelompok mayoritas merujuk pada kelompok kelas data yang memiliki jumlah *instance* yang lebih banyak (Siringoringo 2018). Ketidakseimbangan kelas pada data merupakan masalah utama dalam bidang *machine learning* dan *data mining*.

Dalam banyak situasi, algoritme klasifikasi cenderung mencapai tingkat akurasi yang tinggi untuk kelas mayoritas, Namun, kinerja klasifikasi untuk kelas minoritas cenderung menunjukkan hasil yang buruk. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan klasifikasi dalam mengenali kelas minoritas relatif rendah. *Synthetic minority over-sampling technique* (SMOTE) telah menjadi salah satu pendekatan yang sering digunakan untuk menangani permasalahan ketidakseimbangan kelas data yang umum terjadi (Sulistiyono *et al.* 2021). Pendekatan ini melibatkan pembuatan sampel sintetis dari kelas minoritas melalui proses pengambilan sampel ulang. Dengan menggunakan teknik ini, dataset dapat diimbangi dengan adanya sampel baru yang dibuat untuk kelas minoritas (Chawla *et al.* 2002).

### Algoritme C5.0

Algoritme C5.0 merupakan pengembangan dari algoritme C4.5 yang memiliki keunggulan dalam hal efisiensi dan memori. Proses pembuatan pohon keputusan dalam algoritme C5.0 dan C4.5 memiliki kesamaan. Kedua algoritme tersebut melakukan perhitungan *entropy* dan *information gain*. Algoritme C4.5 akan berhenti pada perhitungan *gain*, sementara algoritme C5.0 melanjutkan dengan mengkalkulasikan *gain ratio* berdasarkan nilai *gain* dan *entropy*. Perhitungan *entropy*, *gain* dan *gain ratio* dirumuskan pada Persamaan 1 (Ha *et al.* 2011).

$$Info(D) = -\sum_{i=1}^m \log_2(p_i) \quad (1)$$

Dalam mengklasifikasikan label kelas *tuple* di  $D$ , diperlukan nilai  $Info(D)$ .  $Info(D)$  merupakan nilai *entropy* yang diperoleh dari mempartisi *tuple* acak di  $D$ . Peluang  $p_i$  memiliki nilai yang tidak nol untuk *tuple* acak dalam  $D$ . Penggunaan logaritma dengan basis 2 dipilih karena informasi dikodekan dalam bit. Dalam konteks ini,  $Info(D)$  juga dikenal sebagai *entropy*.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *entropy* saat melakukan klasifikasi pada *tuple* dari *D* berdasarkan partisi oleh *A* dapat diungkapkan pada Persamaan 2.

$$Info(D) = -\sum_{j=1}^Y \frac{|D_j|}{D} \text{IxInfo}(D_j) \tag{2}$$

Untuk mendapatkan *information gain* dapat menggunakan rumus pada Persamaan 3.

$$Gain(A) = Info(D) - Info(D_j) \tag{3}$$

*Gain(A)* menyatakan berapa jumlah cabang yang dihasilkan pada *A*. Atribut *A* dipilih berdasarkan *information gain* tertinggi. *Information gain(A)* diperoleh dengan mempertimbangkan atribut tersebut pada node *N*.

Proses membentuk pohon keputusan, digunakan nilai *gain ratio* sebagai kriteria untuk memilih atribut uji di setiap node. Atribut yang memiliki nilai *gain ratio* tertinggi akan dipilih sebagai induk dari node berikutnya. Algoritme C5.0 sudah banyak digunakan saat ini. Salah satu alasan penggunaan algoritme adalah untuk mengatasi data yang besar dan proses analisis yang lebih cepat. Algoritme ini juga mampu menghilangkan beberapa atribut yang tidak berpengaruh besar pada klasifikasi kelas (Amalda *et al.* 2022).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Praproses data terdiri dari tiga tahap, yakni integrasi data spasial dan non-spasial, interpolasi data temperatur, dan pembentukan dataset non-spasial.

a. Integrasi data spasial dan non-spasial

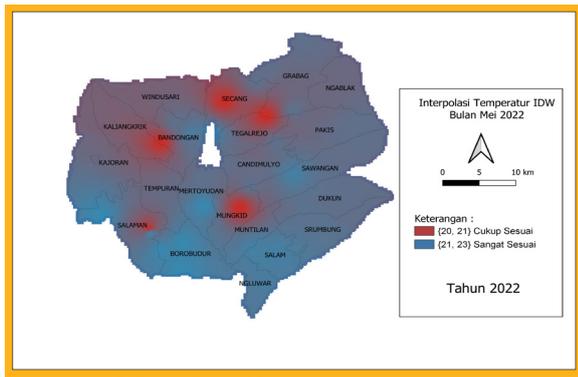
Hasil dari tahapan ini berupa data *shapefile* kabupaten Magelang dengan tipe vektor yang berisi informasi SPT, nama kabupaten, karakteristik tanah beserta kelas masing-masing karakteristik tersebut. Dataset hasil dari integrasi data spasial dan non-spasial disajikan Gambar 2.

b. Interpolasi data temperatur

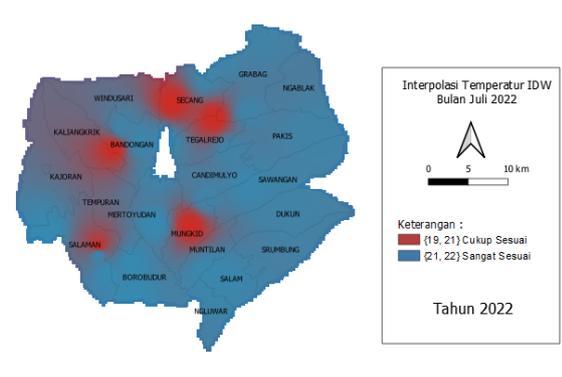
Tahapan ini dilakukan interpolasi spasial pada data temperatur periode Mei 2022 dan Juli 2022 menggunakan metode IDW. Hasil interpolasi dengan tipe raster selanjutnya dikonversi menjadi vektor yang berisi informasi SPT dan nilai temperatur dari hasil interpolasi. Nilai temperatur pada masing-masing SPT selanjutnya ditentukan kelasnya berdasarkan syarat tumbuh bawang putih. Hasil interpolasi temperatur pada bulan Mei dan Juli 2022 disajikan Gambar 3 dan Gambar 4.

SPT	KABKOT	jenis_tanah	landform	bahan_induk	luas	kedalaman_tanah	kelas_kedalaman	drainase	kelas_drainase	tekstur_tanah	kelas_tekstur_tanah	cemasaman_tanah_kelas
1	MAGELANG	gleisol distrik	jalur_aliran	endapan_liat_d...	2.388	dalam	s1	baik	s1	agak halus	s1	masam s2
2	MAGELANG	gleisol distrik	dataran_koluvial	endapan_liat_d...	2.103	dalam	s1	terhambat	s3	agak halus	s1	agak_masam s1
3	MAGELANG	kambisol distrik	dataran_koluvial	endapan_liat_d...	1.558	sedang	NULL	baik	s1	agak_halus	s1	masam s2
4	MAGELANG	kambisol eutrik	dataran_karst	batu_gamping	1.818	dalam	s1	baik	s1	halus	s1	agak_masam s1
5	MAGELANG	kambisol eutrik	perbukitan_karst	batu_gamping	2.906	dalam	s1	baik	s1	halus	s1	agak_masam s1
6	MAGELANG	mediteran haplik	perbukitan_karst	batu_gamping	1.262	dalam	s1	baik	s1	halus	s1	agak_netral s2
7	MAGELANG	gleisol distrik	dataran_tektonik	Batuliat_dan_ba...	2.696	dalam	s1	terhambat	s3	halus	s1	masam s1
8	MAGELANG	kambisol oksik	dataran_tektonik	Batuliat_dan_ba...	1.173	dalam	s1	baik	s1	halus	s1	masam s1
9	MAGELANG	podsolik haplik	dataran_tektonik	Batuliat_dan_ba...	353	dalam	s1	baik	s1	halus	s1	sangat_masam s3
10	MAGELANG	gleisol distrik	dataran_vulkan	andesit	20.349	dalam	s1	terhambat	s3	agak_halus	s1	agak_masam s1
11	MAGELANG	kambisol distrik	perbukitan_vul...	andesit	4.997	dalam	s1	baik	s1	agak_halus	s1	masam s2
12	MAGELANG	kambisol distrik	perbukitan_vul...	andesit	3.706	agak_dalam	s1	baik	s1	agak_halus	s1	masam s2
13	MAGELANG	kambisol distrik	perbukitan_vul...	andesit	1.68	agak_dalam	s1	baik	s1	agak_halus	s1	masam s2
14	MAGELANG	kambisol eutrik	perbukitan_vul...	andesit_dan_ba...	2.15	dalam	s1	baik	s1	agak_halus	s1	agak_masam s1
15	MAGELANG	andosol distrik	perbukitan_vul...	andesit_dan_ba...	5.247	dalam	s1	baik	s1	sedang	s1	masam s2
16	MAGELANG	latosol oksik	instrusi_vulkan	andesit_dan_ba...	199	sangat_dalam	s1	baik	s1	agak_halus	s1	masam s2
17	MAGELANG	latosol oksik	instrusi_vulkan	andesit_dan_ba...	219	dangkal	s2	baik	s1	agak_halus	s1	masam s2
18	MAGELANG	andosol gleik	kaki_vulkan	andesit	8.961	dalam	s1	terhambat	s3	sedang	s1	masam s2

Gambar 2 Hasil integrasi data spasial dan non-spasial



Gambar 3 Hasil interpolasi spasial data temperatur bulan Mei 2022



Gambar 4 Hasil interpolasi spasial data temperatur bulan Juli 2022

Pada Gambar 3, interpolasi temperatur pada bulan Mei 2022 menghasilkan nilai paling rendah 20°C dan paling tinggi 22°C. Hasil interpolasi ini masuk ke dalam dua kelas yaitu Cukup Sesuai (S2) dengan rentang nilai 20°C-21°C, dan Sangat Sesuai (S1) dengan rentang nilai 21°C-23°C. Hasil interpolasi data temperatur bulan Juli 2022 menghasilkan nilai paling rendah 19°C dan paling tinggi 22°C. Nilai ini juga masuk ke dalam dua kelas yaitu Cukup Sesuai (S2) dengan rentang nilai 19°C-21°C, dan kelas Sangat Sesuai (S1) dengan rentang nilai 21°C-22°C. Hasil interpolasi ini selanjutnya dihitung luas area berdasarkan kelas pada masing-masing periode disajikan pada Tabel 1.

c. Pembentukan dataset pelatihan model

Tahapan ini dilakukan *intersection* pada layer vektor karakteristik tanah dengan hasil interpolasi temperatur kabupaten Magelang pada bulan Mei dan Juli 2022. Hasil *intersection* berupa vektor selanjutnya dikonversi menjadi bentuk tabular untuk mendapatkan dataset non-spasial yang berisi informasi karakteristik tanah dan nilai temperatur beserta kelas kesesuaiannya. Dataset tersebut memiliki sembilan atribut yang terdiri dari tujuh faktor penjelas dan satu kelas target. Daftar atribut dan level dari setiap atribut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1 Luas kelas hasil interpolasi temperatur

Data Temperatur	Total Luas (ha)	
	S1	S2
Mei 2022	66977.32	0.02
Juli 2022	62851.39	41277.19

Tabel 2 Atribut data untuk klasifikasi kesesuaian lahan bawang putih

Atribut	Kelas atribut
Drainase	baik, terhambat, cepat
Relief	datar (<1), agak datar (1-4), agak landai (4-8), landai (8-15), agak curam (15-25), curam (25-40), sangat curam (>40), terjal,
Kemasaman tanah	masam (4.5-5.5), agak masam (5.6-6.5)
Tekstur tanah	Halus, agak halus, sedang, agak kasar, kasar
Kapasitas tukar kation	Sangat rendah (<5), rendah (5-16), sedang (17-24), tinggi (24-40)
Kedalaman mineral tanah	dangkal, agak dalam, dalam, sangat dalam
Temperature	Berkisar dari 19 sampai 23°C
Kesesuaian lahan untuk bawang putih	Sangat sesuai (S1), Cukup sesuai (S2), Sesuai marjinal (S3), Tidak sesuai (N)

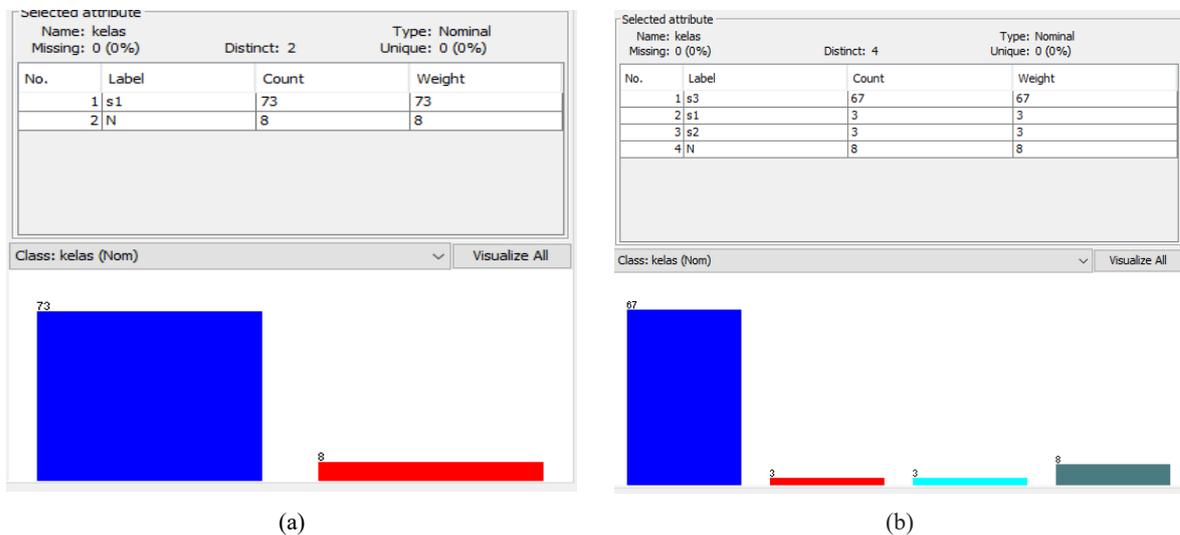
## Penyeimbangan Data

Dalam mengatasi distribusi kelas data yang tidak seimbang, dilakukan penyeimbangan menggunakan metode SMOTE. Metode ini digunakan untuk membuat sintetis sampel minoritas yang serupa dengan sampel minoritas yang ada, sehingga menghasilkan distribusi yang lebih seimbang antara kelas mayoritas dan minoritas. Dengan menggunakan metode ini, dataset dapat diimbangi dengan membuat sampel baru untuk kelas minoritas. Perbandingan distribusi kelas data sebelum diseimbangkan dan setelah diseimbangkan dapat dilihat pada Gambar 4 (a) dan (b).

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa kelas data tidak seimbang, yaitu pada dataset dengan data temperatur bulan Mei 2022 menunjukkan kelas data S1 sebagai mayoritas dengan jumlah 73 dan N sebagai kelas data minoritas dengan jumlah 8. Dataset dengan data temperatur bulan Juli 2022 menunjukkan kelas data S3 sebagai mayoritas dengan jumlah 67, kelas S1 dengan jumlah 3, kelas S2 dengan jumlah 3 dan kelas N dengan jumlah 8.

Akurasi model klasifikasi yang diperoleh pada dataset sebelum dilakukan penyeimbangan data adalah sebesar 97.53% pada dataset dengan data temperatur pada bulan Mei 2022, dan akurasi sebesar 88.89% pada dataset dengan data temperatur bulan Juli 2022. Nilai akurasi diperoleh dengan menggunakan *tools waikato en-vironment for knowledge analysis* (WEKA). Kelas data tersebut selanjutnya dilakukan penyeimbangan dengan menggunakan SMOTE. Hasil penyeimbangan data dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

Gambar 6 menunjukkan bahwa kelas telah dilakukan penyeimbangan. Akurasi yang diperoleh pada dataset dengan data temperatur pada bulan Mei 2022 sebesar 97.81% dan akurasi pada dataset dengan data temperatur pada bulan Juli 2022 adalah sebesar 95.91%. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi setelah dilakukan penyeimbangan kelas data mengalami kenaikan sebesar 0.28% dan pada dataset dengan data temperatur pada bulan Mei 2022, dan 7.02% pada dataset dengan data temperatur pada bulan Juli 2022.

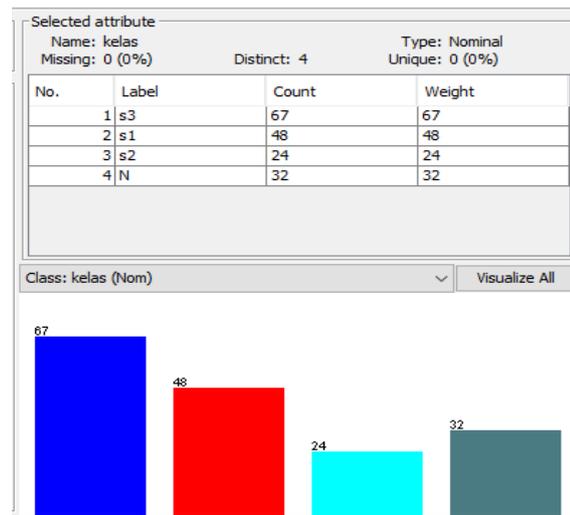


Gambar 4. Distribusi kelas kesesuaian lahan (a) pada dataset dengan temperatur bulan Mei 2022 dan (b) dataset dengan temperatur bulan Juli 2022



(a)

Gambar 5 Hasil distribusi kelas data pada dataset dengan data temperatur bulan Mei 2022 setelah dilakukan penyeimbangan data



(b)

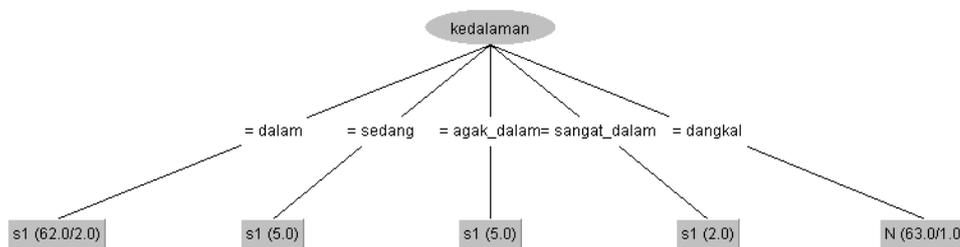
Gambar 6 Hasil distribusi kelas data pada dataset dengan data temperatur bulan Juli 2022 setelah dilakukan penyeimbangan data

**Algoritme C5.0**

Selanjutnya dilakukan pemodelan pohon keputusan menggunakan dataset pemodelan. Pemodelan pada dataset dengan data temperatur periode Mei 2022 menghasilkan 5 aturan kesesuaian lahan untuk tanaman bawang putih dengan akurasi 97.81%. Aturan yang terbentuk adalah sebagai berikut:

- IF kedalaman mineral tanah = dalam, THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- IF kedalaman mineral tanah = sedang, THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- IF kedalaman mineral tanah = agak dalam, THEN kelas kesesuaian = Sangat Sesuai (S1)
- IF kedalaman mineral tanah = sangat dalam, THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- IF kedalaman mineral tanah = dangkal, THEN kelas kesesuaian lahan = Tidak Sesuai (N)

Aturan-aturan di atas juga dapat dilihat pada pohon keputusan yang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7 Pohon keputusan yang berisi aturan-aturan kesesuaian lahan bawang putih pada dataset dengan data temperatur periode Mei 2022

Berdasarkan aturan dari pohon keputusan di atas, merujuk Tabel 2 diketahui bahwa struktur pohon keputusan pada Gambar 7, atribut kedalaman mineral tanah sebagai simpul akar. Hal ini menunjukkan bahwa atribut kedalaman mineral tanah mempunyai nilai *gain ratio* paling tinggi dan nilai entropi paling rendah dibanding atribut lainnya, sehingga menjadikan atribut kedalaman mineral tanah sebagai node akar yang akan menentukan kelas kesesuaian

lahan bawang putih. Pada pohon keputusan ini terdapat 7 atribut yang tidak dilibatkan, yaitu adalah drainase, tekstur tanah, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, relief, kemasaman, dan temperatur. Penyebabnya adalah nilai entropi yang tinggi pada kelima atribut tersebut, yang berarti informasi yang terkandung dalam atribut-atribut tersebut tidak memberikan pemisahan yang jelas antara kelas-kelas kesesuaian lahan. Hal ini terjadi karena tingginya nilai entropi pada ketujuh atribut tersebut, yang menyebabkan kesulitan bagi model dalam melakukan klasifikasi ke dalam kelas kesesuaian lahan.

Pemodelan pada dataset dengan data interpolasi temperatur periode Juli 2022, menghasilkan 17 aturan kesesuaian lahan untuk tanaman bawang putih, dengan akurasi 95.91%. Aturan yang terbentuk adalah sebagai berikut:

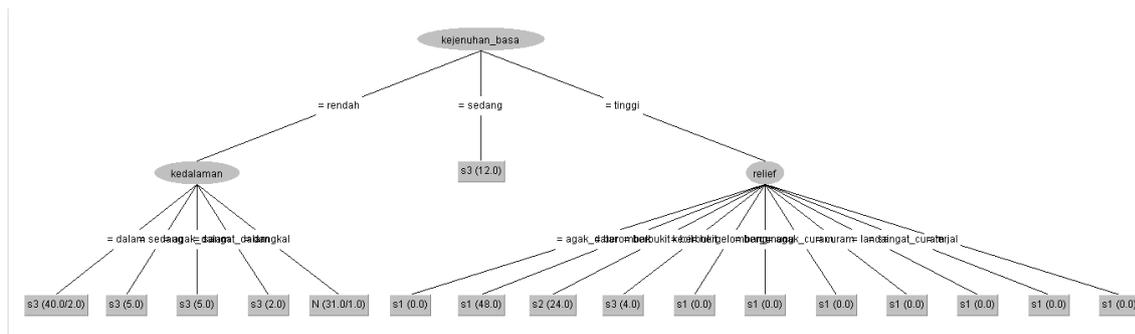
- a. IF kejenuhan basa = rendah AND kedalaman mineral tanah = dalam,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sesuai Marjinal (S3)
- b. IF kejenuhan basa = rendah AND kedalaman mineral tanah = sedang,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sesuai Marjinal (S3)
- c. IF kejenuhan\_basa = rendah AND kedalaman mineral tanah = agak\_dalam,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sesuai Marjinal (S3)
- d. IF kejenuhan\_basa = rendah AND kedalaman mineral tanah = sangat\_dalam,  
THEN kelas kesesuaian = Sesuai Marjinal (S3)
- e. IF kejenuhan\_basa = rendah AND kedalaman mineral tanah = dangkal,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Tidak Sesuai (N)
- f. IF kejenuhan\_basa = sedang,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sesuai Marjinal (S3)
- g. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = agak\_datar,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- h. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = berombak,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- i. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = berbukit\_kecil,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Cukup Sesuai (S2)
- j. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = berbukit,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sesuai Marjinal (S3)
- k. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = bergelombang,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- l. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = bergelombang,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- m. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = bergunung,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- n. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = agak\_curam,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- o. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = curam,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- p. IF kejenuhan\_basa = tinggi dan relief = landai,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- q. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = sangat\_curam,  
THEN kelas kesesuaian lahan = Sangat Sesuai (S1)
- r. IF kejenuhan\_basa = tinggi AND relief = terjal,  
THEN kelas kesesuain lahan = Sangat Sesuai (S1)

Berdasarkan aturan di atas, dapat diketahui bahwa apabila lahan mempunyai karakteristik kejenuhan basa rendah dan kedalaman mineral tanah sedang, agak dalam, dalam, dan sangat dalam, maka lahan tersebut termasuk kelas sesuai marjinal (S3). Namun apabila kejenuhan basa

rendah dan kedalaman mineral tanah dangkal, maka lahan tersebut termasuk kelas tidak sesuai (N). Apabila kejenuhan basa sedang, maka lahan tersebut termasuk kelas sesuai marjinal (S3).

Penggabungan karakteristik kejenuhan basa dan relief mempengaruhi kelas kesesuaian lahan. Apabila lahan tersebut mempunyai karakteristik kejenuhan basa tinggi dan relief agak datar, berombak, bergelombang, curam, terjal, sangat curam, landai, agak curam dan bergunung maka termasuk kelas kesesuaian sangat sesuai (S1). Namun apabila kejenuhan basa tinggi, sedangkan relief berbukit kecil maka termasuk kelas kesesuaian cukup sesuai (S2), dan apabila relief berbukit maka termasuk kelas kesesuaian sesuai marjinal (S3).

Aturan-aturan di atas juga dapat dilihat pada pohon keputusan yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8 Pohon keputusan yang berisi aturan-aturan kesesuaian lahan bawang putih pada dataset dengan data temperatur periode Juli 2022

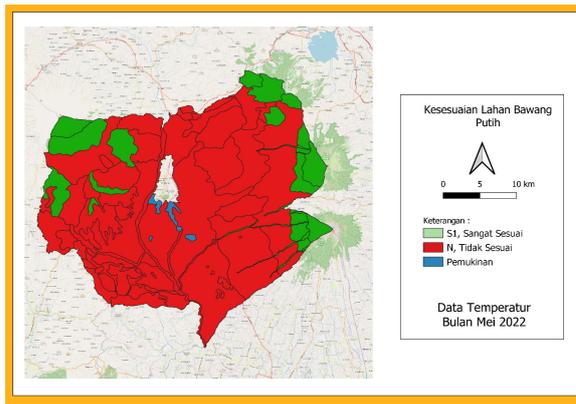
Berbeda dengan struktur pohon keputusan pada Gambar 7, struktur pohon keputusan pada Gambar 8 ini menjadikan atribut kejenuhan basa sebagai simpul akar. Hal ini menunjukkan bahwa atribut kejenuhan basa mempunyai nilai *gain ratio* paling tinggi dan nilai entropi yang paling rendah dibanding atribut lainnya, sehingga menjadikan atribut kejenuhan basa sebagai node akar yang akan menentukan kelas kesesuaian lahan bawang putih. Pada pohon keputusan ini, terdapat 5 atribut yang tidak dilibatkan dalam pengambilan keputusan, yaitu drainase, tekstur tanah, kapasitas tukar kation, kemasaman, dan temperatur. Penyebabnya adalah nilai entropi yang tinggi pada kelima atribut tersebut, yang berarti informasi yang terkandung dalam atribut-atribut tersebut tidak memberikan pemisahan yang jelas antara kelas-kelas kesesuaian lahan.

Entropi digunakan sebagai metrik untuk mengukur ketidakpastian dalam dataset. Semakin tinggi nilai entropi, semakin tinggi ketidakpastian dalam atribut tersebut dalam mengklasifikasikan sampel ke dalam kelas yang benar. Nilai entropi suatu atribut tinggi, artinya atribut tersebut tidak memberikan kontribusi yang signifikan dalam memprediksi kelas kesesuaian lahan.

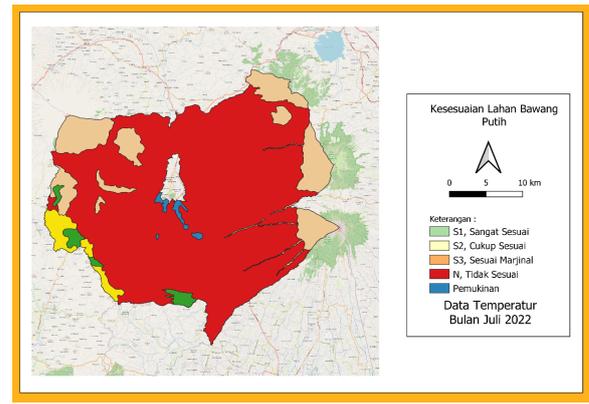
Hasil klasifikasi kesesuaian lahan bawang putih selanjutnya dihitung luas masing-masing area menggunakan fungsi monospace pada QGIS. Luas area masing-masing kelas pada dataset dengan data temperatur Mei dan Juli 2022 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Luas area kelas kesesuaian lahan bawang putih (ha)

Kelas	Data Temperatur (2022)	
	Mei	Juli
S1, Sangat Sesuai	2388.45	1817.69
S2, Cukup Sesuai	-	2905.55
S3, Sesuai Marjinal	-	2388.45
N, Tidak Sesuai	5245.07	5247.07
Pemukiman	765.45	765.45



Gambar 9 Kesesuaian lahan bawang putih dengan data temperatur bulan Mei 2022



Gambar 10 Kesesuaian lahan bawang putih dengan data temperatur bulan Juli 2022

Perbedaan kelas kesesuaian lahan pada Gambar 9 dan 10 disebabkan oleh atribut temperatur. Dalam hal ini data temperatur menjadi pembeda dalam menentukan kelas kesesuaian lahan bawang putih pada kabupaten Magelang. Temperatur memengaruhi dalam penentuan kelas kesesuaian lahan bawang putih.

## SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas kelas kesesuaian lahan untuk bawang putih di Kabupaten Magelang dengan data temperatur bulan Mei 2022 adalah N (62.46%) dan kelas S1 (28.43%). Kelas kesesuaian lahan dengan menggunakan temperatur bulan Juli 2022 menghasilkan mayoritas kelas N (42.45%), S2 (23.51%), S3 (19.32%) dan S1 (14.71%). Kesesuaian lahan ini diperhitungkan berdasarkan atribut-atribut seperti kedalaman mineral tanah, kejenuhan basa, dan relief. Hasil ini menunjukkan perlunya melakukan upaya perbaikan terhadap kualitas lahan pada kelas S2 dan S3 agar produktivitas tanaman dapat ditingkatkan, sejalan dengan arahan yang diberikan oleh Food and Agricultural Organization (FAO) dalam upaya meningkatkan produktivitas tanaman.

Berdasarkan hasil di atas, diketahui bahwa penanaman komoditas bawang putih direkomendasikan dilakukan pada periode Juli di Kabupaten Magelang. Hal ini disebabkan karena kelas kesesuaian lahan pada bulan Juli 2022 lebih dominan kelas sesuai (S1, S2, S3) dibanding bulan Mei 2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah AZ, Saputro DR, Winarno B. 2020. Klasifikasi dengan pohon keputusan berbasis algoritme c5.0 untuk atribut kontinu dan diskrit. *PRISMA*. 3:72–76. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>.
- Amalda RN, Millah N, Fitria I. 2022. Implementasi algoritma C5.0 dalam menganalisa kelayakan penerima keringanan UKT mahasiswa ITK. *Teorema Teor dan Ris Mat*. 7(1):101. doi:10.25157/teorema.v7i1.6692.
- [BBSDLP] Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2020. Penetapan Tekstur Tanah
- Chawla N V., Bowyer KW, Hall LO, Kegelmeyer WP. 2002. SMOTE: Synthetic minority over-sampling technique. *J Artif Intell Res*. 16 June:321–357. doi:10.1613/jair.953.
- Djaenuddin D, H Marwan, H Subagyo, Hidayat A. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk komoditas Pertanian. Bogor. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. Badan Litbang Pertanian
- Ha J, Kamber M, Pei J. 2011. *Data Mining: Concepts and Techniques Third Edition*. Burlington (US). Morgan Kauffman.

- Nurkholis A, Sitanggang IS. 2020. Optimization for prediction model of palm oil land suitability using spatial decision tree algorithm. *J Teknol dan Sist Komput.* 8(3):192–200. doi:10.14710/jtsiskom.2020.13657.
- Nurkholis A, Styawati S. 2021. Prediction Model for Soybean Land Suitability Using C5.0 Algorithm. *J Online Inform.* 6(2):163. doi:10.15575/join.v6i2.711.
- Pasaribu JM, Suryo N. 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM Metode IDW, Natural Neighbor, dan Spline. *J Penginderaan Jauh.* 9(2):126–139.
- Pramono GH. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi.* 22(1): 97-110
- Septiana B, Kusnadi N, Fariyanti A. 2022. Daya Saing Bawang Putih di Indonesia. *J Agribisnis Indones.* 10(1):40–52. doi:10.29244/jai.2022.10.1.40-52.
- Siringoringo R. 2018. Klasifikasi data tidak Seimbang menggunakan algoritma SMOTE dan k-nearest neighbor. *J ISD.* 3(1):44–49.
- Sulistiyono M, Pristyanto Y, Adi S, Gumelar G. 2021. Implementasi algoritma synthetic minority over-sampling technique untuk menangani ketidakseimbangan kelas pada dataset klasifikasi. *Sistemasi.* 10(2):445. doi:10.32520/stmsi.v10i2.1303.
- Zamasi N, Hasibuan NA, Suginam. 2021. Penerapan algoritma C 5.0 dalam analisa data potensi pertanian dan perternakan (studi kasus: unit pembinaan perlindungan tanaman (UPPT) biru-biru). *J Informatics Manag Inf Technol.* 1(2):85–90. <http://hostjournals.com/jimat/article/view/103>.