

PENGEMBANGAN METODE SELEKSI BENIH PADI UNGGUL DI KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA DENGAN PENERAPAN *FUZZY* DAN *K-MEANS* *CLUSTERING*

Bedi Suprpty^{1*}, Rheo Malani², dan Achmad Fanany Onnilta Gaffar³

^{1,2,3}Program Studi D3 Teknik Informatika, Politeknik Negeri Samarinda, Jl. DR.
Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda

¹Email*: bedirheody@gmail.com

²Email: anaogie@gmail.com

³Email: onnnygaffar212@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode seleksi benih padi unggul menggunakan pendekatan *Fuzzy* dan *K-Means Clustering*, dengan studi kasus di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, yang merupakan salah satu daerah penghasil padi utama di Indonesia. Metode *Fuzzy* digunakan untuk menangani ketidakpastian dalam penilaian karakteristik benih, memungkinkan setiap atribut benih (seperti tinggi tanaman, kadar amilosa, berat butir, dan hasil panen) memiliki nilai keanggotaan dalam kategori tertentu. Proses fuzzifikasi ini memberikan fleksibilitas dalam mengevaluasi kualitas benih secara bertahap, yang selanjutnya dikonversi melalui proses defuzzifikasi untuk memperoleh nilai akhir yang menentukan kualitas benih. *K-Means Clustering* berperan dalam mengelompokkan benih berdasarkan karakteristik yang telah diberikan nilai keanggotaan. Algoritma ini membagi data benih ke dalam beberapa *cluster*, seperti kualitas rendah, sedang, dan tinggi, dengan menghitung jarak antara karakteristik benih dan *centroid* tiap *cluster*. Proses iteratif ini menghasilkan kelompok benih dengan karakteristik yang serupa, sehingga memudahkan dalam rekomendasi varietas unggul. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi *clustering* dan validasi siluet *score* untuk memastikan kohesi dan perbedaan antar *cluster*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam mengidentifikasi benih padi unggul dengan akurasi tinggi. Rekomendasi varietas meliputi benih padi biasa seperti Mengkongga dan Ciherang, serta varietas unggul seperti Inpari 32, Inpari 48, Padjajaran Agritan, Inpari IR Nutri Zinc, dan Pamera, yang sesuai dengan kondisi spesifik di Kabupaten Kutai Kartanegara. Implementasi metode ini diharapkan dapat membantu petani dalam memilih benih berkualitas tinggi, sehingga mendukung peningkatan produktivitas panen di wilayah penelitian.

Kata kunci: Benih Padi Unggul, Seleksi Benih, Metode *Fuzzy*, *K-Means Clustering*, Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur

ABSTRACT

This study aims to develop a superior rice seed selection method using a Fuzzy and K-Means Clustering approach, with a case study in Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan Province, one of Indonesia's major rice-producing regions. The Fuzzy method is used to handle uncertainties in assessing seed characteristics, allowing each seed attribute (such as plant height, amylose content, grain weight, and yield) to have a membership value within specific categories. This fuzzification process provides flexibility in evaluating seed quality in stages, which is then converted through defuzzification to obtain a final score determining seed quality. K-Means Clustering plays a role in grouping seeds based on characteristics that have been assigned membership values. This algorithm divides seed data into several clusters, such as low, medium, and high quality, by calculating the distance between seed characteristics and each cluster's centroid. This iterative process yields seed groups with similar characteristics, simplifying recommendations for superior varieties. The evaluation was conducted using clustering accuracy metrics and silhouette score validation to ensure cluster cohesion and separation. The study results demonstrate that this method effectively identifies high-quality rice seeds with high accuracy. Recommended varieties include standard rice seeds like Mengkongga and Ciherang, as well as superior varieties like Inpari 32, Inpari 48, Padjajaran Agritan, Inpari IR Nutri Zinc, and Pamera, which are well-suited to Kutai Kartanegara's specific conditions. Implementing this method is expected to assist farmers in selecting high-quality seeds, thereby supporting increased crop productivity in the study area.

Keywords: Superior Rice Seeds, Seed Selection, Fuzzy Method, K-Means Clustering, Kutai Kartanegara Regency East Kalimantan

*) Penulis Korespondensi

Dikirim : 14 Agustus 2024

Diterima : 20 Oktober 2024

Publikasi Online : 31 Oktober 2024

1. PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas strategis di Indonesia, menjadi sumber pangan pokok bagi sebagian besar penduduk. Penggunaan benih unggul sangat krusial dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas padi, karena benih unggul mampu meningkatkan hasil panen, tahan terhadap hama dan penyakit, serta adaptif terhadap kondisi lingkungan yang beragam. Kabupaten Kutai Kartanegara di Provinsi Kalimantan Timur adalah salah satu daerah penghasil padi utama di Indonesia. Namun, petani di daerah ini masih sering mengalami kendala dalam memilih benih unggul yang sesuai, mengingat proses seleksi benih secara konvensional masih memiliki keterbatasan, terutama dari segi efisiensi dan akurasi.

Sejumlah penelitian terbaru menggarisbawahi bahwa kombinasi metode *Fuzzy* dan *K-Means Clustering* efektif untuk menangani masalah ketidakpastian data dan identifikasi pola dalam konteks seleksi yang kompleks. Metode *Fuzzy* terbukti sangat bermanfaat dalam menangani ketidakpastian pada proses penilaian karakteristik benih, memungkinkan nilai keanggotaan yang fleksibel dalam penilaian yang tidak pasti atau samar dalam konteks pertanian presisi [1]. Sementara itu peneliti lainya menunjukkan bahwa *K-Means Clustering* efektif dalam mengelompokkan objek berdasarkan kesamaan karakteristik dan dapat diterapkan dalam proses pengelompokan yang memerlukan klasifikasi yang cepat dan terstruktur, termasuk dalam bidang agrikultur [10].

Meskipun demikian, studi yang menggabungkan metode *Fuzzy* dan *K-Means Clustering* dalam konteks seleksi benih unggul masih terbatas, khususnya dalam hal adaptasi metode ini untuk varietas dan karakteristik khusus daerah tertentu seperti Kutai Kartanegara. Literatur terkini masih berfokus pada pendekatan tunggal, baik *Fuzzy* atau *clustering*, tanpa mengeksplorasi potensi sinergi keduanya. Padahal, di daerah dengan variasi lingkungan yang kompleks, seperti Kutai Kartanegara, penggabungan kedua metode ini dapat memberikan akurasi yang lebih tinggi. Kesenjangan literatur ini menggarisbawahi perlunya studi yang menyelidiki efektivitas kombinasi metode *Fuzzy* dan *K-Means Clustering* dalam menilai dan mengelompokkan benih padi berdasarkan karakteristiknya yang spesifik.

Penelitian ini berfokus untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut: (1) Bagaimana metode *Fuzzy* dapat diterapkan untuk menilai karakteristik benih padi? (2) Bagaimana metode *K-Means Clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan benih padi berdasarkan karakteristik yang telah dinilai? dan (3) Seberapa efektif kombinasi metode *Fuzzy* dan *K-Means Clustering* dalam seleksi benih padi unggul di Kabupaten Kutai Kartanegara?

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode seleksi benih padi unggul dengan menggabungkan metode *Fuzzy* dan *K-Means Clustering*. *Fuzzy* akan diterapkan untuk memberikan penilaian nilai keanggotaan pada karakteristik benih, sementara *K-Means Clustering* akan digunakan untuk mengelompokkan benih berdasarkan kesamaan karakteristik. Selanjutnya, efektivitas kombinasi metode ini akan dievaluasi melalui metrik akurasi *clustering* dan validasi siluet *score* untuk memastikan kohesi dan akurasi hasil kelompok.

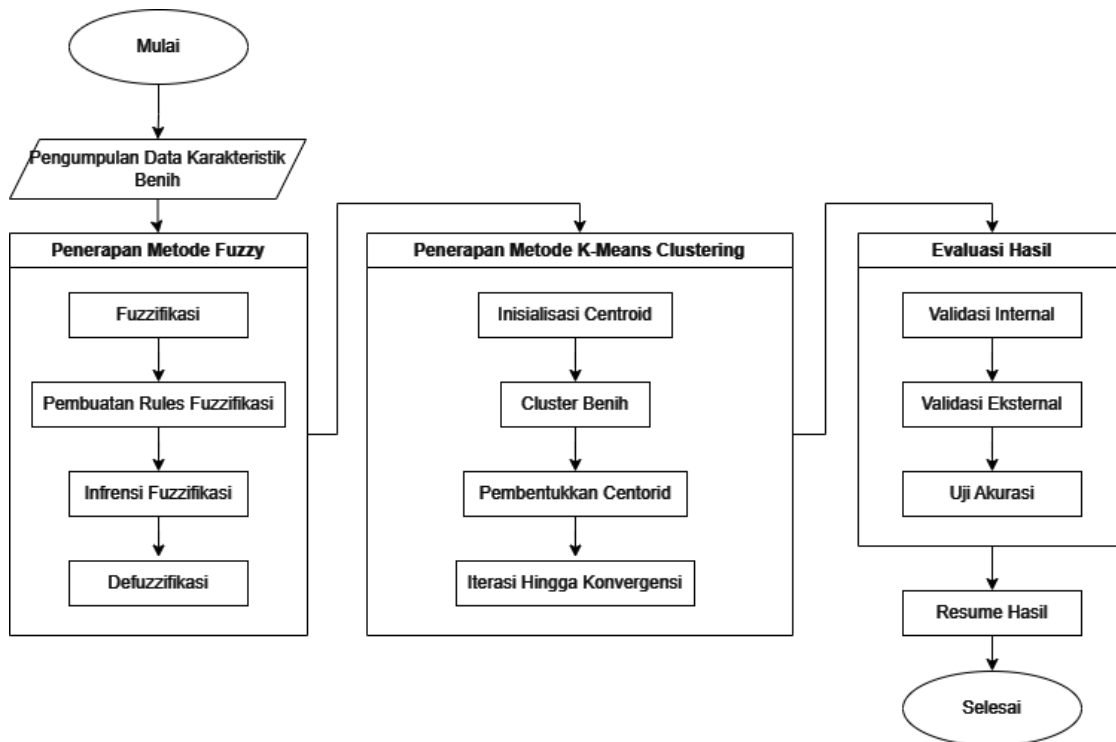
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa metode seleksi benih padi unggul yang lebih akurat dan efisien bagi petani, sehingga mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas hasil panen. Selain itu, penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pertanian, khususnya dalam penerapan metode komputasi untuk seleksi benih, serta mendukung program pemerintah daerah dalam peningkatan ketahanan pangan dan kesejahteraan petani di Kabupaten Kutai Kartanegara.

Penelitian ini menggunakan data karakteristik benih padi seperti ukuran biji, berat biji, tingkat kemurnian, dan daya kecambah. Melalui pengumpulan data, analisis data, penerapan metode, serta evaluasi hasil, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi benih unggul yang disesuaikan dengan kondisi spesifik Kabupaten Kutai Kartanegara.

2. MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan data karakteristik benih padi dari Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Data yang dikumpulkan mencakup beberapa parameter penting yang menentukan kualitas benih padi, antara lain Umur Tanaman, Tinggi Tanaman, Kadar Amilosa, Berat Per 1000 Butir Biji, Anjuran Tanam, Dan Rata-Rata Hasil Panen. Umur Tanaman menunjukkan hasil pengukuran waktu penanaman biji padi hingga panen hasil padi yang dimulai dari proses persiapan lahan, penyemaian beinh, penanaman bibit, pemeliharaan tanaman (pengairan, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit), pembungaan dan pengisian bulir, pematangan bulir padi, panen. Tinggi Tanaman menunjukkan hasil pengukuran tinggi individu biji padi dilakukan dengan menggunakan mistar (satuan centimeter) pada 30 sampel tanaman padi. Kadar Amilosa menunjukkan persentase Kadar Amilosa biji padi. Berat per 1000 butir menunjukkan hasil pengukuran berat biji padi untuk tiap 1000 butir biji. Anjuran tanam menunjukkan hasil pengukuran tinggi area penanaman padi berdasarkan refrensi yang telah di

tentukan oleh lembaga riset. Sementara rata-rata hasil panen menunjukkan hasil perhitungan rata-rata hasil panen berdasarkan luas area penanaman padi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, yaitu pengumpulan data, analisis data menggunakan metode *Fuzzy* dan *K-Means Clustering*, serta evaluasi hasil [2], [3]. Berikut adalah penjelasan setiap tahap secara rinci:

1. Pengumpulan Data

Data karakteristik benih padi dikumpulkan dari berbagai lahan pertanian di Kabupaten Kutai Kartanegara. Pengumpulan data dilakukan dengan metode sampling acak sederhana untuk memastikan representativitas sampel. Setiap sampel diukur untuk mendapatkan nilai dari setiap parameter yang ditentukan.

2. Analisis Data

a) Metode *Fuzzy* digunakan untuk menangani ketidakpastian dalam penilaian karakteristik benih. Langkah-langkah penerapan metode *Fuzzy* adalah sebagai berikut [4], [5]:

- Fuzzifikasi: Mengonversi nilai karakteristik benih menjadi derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy.
- Pembentukan Basis Aturan *Fuzzy*: Menyusun aturan-aturan fuzzy berdasarkan kombinasi derajat keanggotaan dari setiap karakteristik [6]. Contoh aturan: "Jika umur tanaman Panjang dan tinggi tanaman tinggi, maka benih berkualitas tinggi."
- Inferensi *Fuzzy*: Menggunakan basis aturan untuk menentukan tingkat keanggotaan keluaran.
- Defuzzifikasi: Mengonversi nilai *fuzzy* kembali menjadi nilai numerik yang representative.

b) Metode *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan benih berdasarkan kesamaan karakteristik [7]. Langkah-langkah penerapan metode *K-Means Clustering* adalah sebagai berikut [8], [9]:

- Inisialisasi: Menentukan jumlah *cluster* (k) dan inisialisasi *centroid* awal.
- Pengelompokan: Menghitung jarak antara setiap benih dengan *centroid* dan mengelompokkan benih ke dalam cluster dengan jarak terdekat.
- Pembaruan *Centroid*: Menghitung ulang posisi *centroid* berdasarkan rata-rata karakteristik benih dalam setiap *cluster*.
- Iterasi: Mengulangi langkah pengelompokan dan pembaruan *centroid* hingga tidak ada perubahan signifikan dalam pembagian *cluster*.

3. Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil dilakukan untuk menilai efektivitas metode yang digunakan. Beberapa langkah evaluasi yang dilakukan antara lain:

- Validasi Internal: Menggunakan metode seperti *Silhouette Score* untuk menilai seberapa baik data telah dikelompokkan.
- Validasi Eksternal: Membandingkan hasil *clustering* dengan data acuan atau hasil penilaian dari ahli.
- Uji Akurasi: Mengukur tingkat akurasi metode dalam mengidentifikasi benih unggul berdasarkan hasil panen atau kriteria lain yang relevan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan

Dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan pada pihak terkait di dapatkan varietas padi yang memenuhi persyaratan dan di setujui dari kebijakan pemerintah daerah, maka diperoleh data varietas padi yang ditunjukkan pada tabel 1.

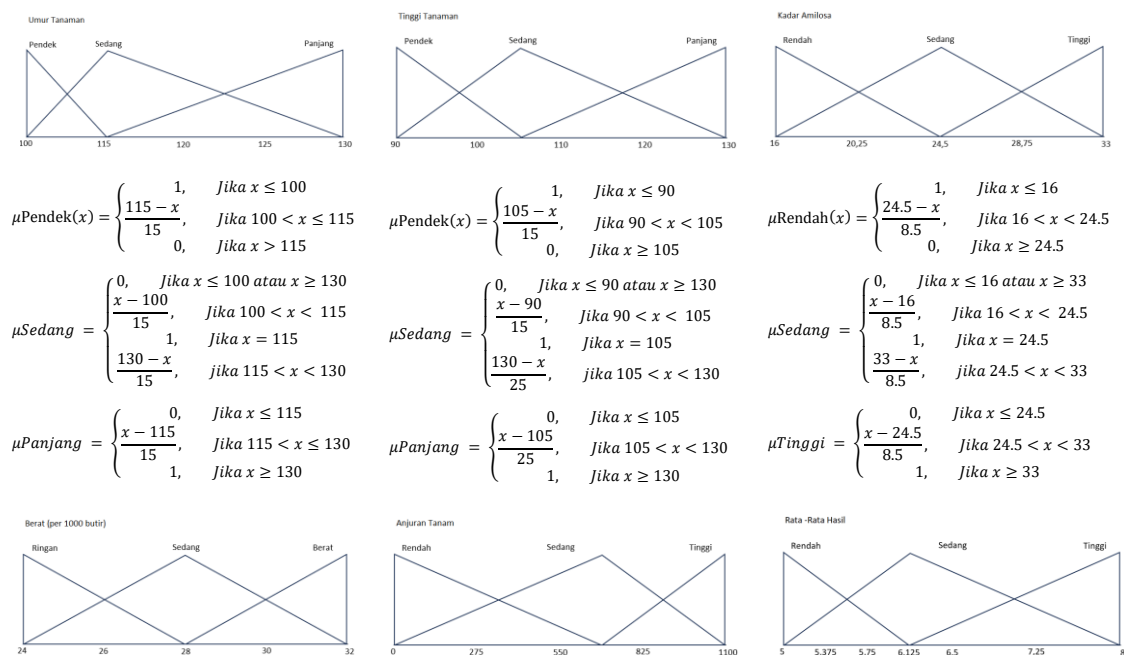
Tabel 1. Data Varietas Padi

Data Padi	Umur Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)	Kadar Amilosa (%)	Berat (per 1000 butir)	Anjuran Tanam (max mdp/)	Rata-Rata Hasil (t/ha GK)
Inpari 28	120	97	32,7	27,4	1100	6,6
Inpari 32	120	97	23,46	27,1	600	6,3
Inpari 48	121	124	23,58	29,7	600	7,64
Mengkongga	125	106	23	28	500	6
Ciherang	125	115	23	28	500	7
Padjajaran Agritan	105	97	20,6	26	600	7,8
inpara IR Nutri Zinc	115	95	16,6	24,6	600	6,21
Pamera	113	106	21,1	27,83	600	6,43

Pemilihan kritarian berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada area pertanian yang akan di jadikan lahan pertanian oleh pihak pemerintah daerah Kutai Kartanegara, Dimana di peroleh kriteria antara lain, umur tanaman, tinggi tanaman, kadar amilosa, berat per 1000 butir, anjuran tanam dan rata-rata hasil panen.

Penerapan Metode *Fuzzy* dalam Penilaian Karakteristik Benih Padi

Penerapan metode *Fuzzy* dalam penelitian ini bertujuan untuk mengatasi ketidakpastian dalam penilaian karakteristik benih padi. Fuzzifikasi karakteristik seperti umur tanaman, tinggi tanaman, kadar amilosa, berat per 1000 butir, anjuran tanam dan rata-rata hasil panen memungkinkan data numerik dikonversi menjadi kategori linguistik yang lebih mudah dipahami dan dianalisis.



$$\begin{aligned} \mu_{\text{Ringan}}(x) &= \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 24 \\ \frac{28-x}{4}, & \text{Jika } 24 < x < 28 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 28 \end{cases} & \mu_{\text{Rendah}}(x) &= \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 0 \\ \frac{700-x}{700}, & \text{Jika } 0 < x < 700 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 700 \end{cases} & \mu_{\text{Rendah}}(x) &= \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 5 \\ \frac{6.125-x}{1.125}, & \text{Jika } 5 < x < 6.125 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 6.125 \end{cases} \\ \mu_{\text{Sedang}} &= \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 24 \text{ atau } x \geq 32 \\ \frac{x-24}{4}, & \text{Jika } 24 < x < 28 \\ 1, & \text{Jika } x = 28 \\ \frac{32-x}{4}, & \text{Jika } 28 < x < 32 \end{cases} & \mu_{\text{Sedang}} &= \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 0 \text{ atau } x \geq 1100 \\ \frac{x-0}{700}, & \text{Jika } 0 < x < 700 \\ 1, & \text{Jika } x = 700 \\ \frac{1100-x}{400}, & \text{Jika } 700 < x < 1100 \end{cases} & \mu_{\text{Sedang}} &= \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 5 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{x-5}{1.125}, & \text{Jika } 5 < x < 6.125 \\ 1, & \text{Jika } x = 6.125 \\ \frac{8-x}{1.875}, & \text{Jika } 6.125 < x < 8 \end{cases} \\ \mu_{\text{Berat}} &= \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 28 \\ \frac{x-28}{4}, & \text{Jika } 28 < x < 32 \\ 1, & \text{Jika } x \geq 32 \end{cases} & \mu_{\text{Tinggi}} &= \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 700 \\ \frac{x-700}{400}, & \text{Jika } 700 < x \leq 1100 \\ 1, & \text{Jika } x \geq 1100 \end{cases} & \mu_{\text{Tinggi}} &= \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 6.125 \\ \frac{x-6.125}{1.875}, & \text{Jika } 6.125 < x < 8 \\ 1, & \text{Jika } x \geq 8 \end{cases} \end{aligned}$$

Untuk basis aturan *fuzzy*, dibuat beberapa kategori linguistik untuk setiap variabel yang dinilai, dan kemudian menetapkan aturan berdasarkan kombinasi dari kategori tersebut. Berikut adalah kategori linguistik untuk setiap variabel yang dinilai:

- Aturan 1: Jika Umur Tanaman pendek dan Tinggi Tanaman pendek dan Kadar Amilosa rendah dan Berat ringan dan Anjuran Tanam rendah dan Rata-Rata Hasil tinggi, maka Benih Padi unggul.
- Aturan 2: Jika Umur Tanaman sedang dan Tinggi Tanaman sedang dan Kadar Amilosa sedang dan Berat sedang dan Anjuran Tanam sedang dan Rata-Rata Hasil sedang, maka Benih Padi cukup.
- Aturan 3: Jika Umur Tanaman panjang dan Tinggi Tanaman tinggi dan Kadar Amilosa tinggi dan Berat berat dan Anjuran Tanam tinggi dan Rata-Rata Hasil rendah, maka Benih Padi tidak unggul.

Proses fuzzifikasi ini memungkinkan penilaian yang lebih fleksibel dan tidak kaku terhadap karakteristik benih, sehingga lebih mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Dengan menggunakan basis aturan *fuzzy*, berbagai kombinasi dari karakteristik benih dapat dievaluasi untuk memberikan nilai kualitas yang lebih komprehensif. Hasil dari proses fuzzifikasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil fuzzifikasi

Data Padi	Umur Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)	Kadar Amilosa (%)	Berat (per 1000 butir)	Anjuran Tanam (max mdpl)	Rata-Rata Hasil (t/ha GKG)
Inpari 28	Sedang	0,67	Pendek	0,53	Tinggi	0,96
Inpari 32	Sedang	0,67	Pendek	0,53	Sedang	0,88
Inpari 48	Sedang	0,60	Panjang	0,76	Sedang	0,58
Mengkongga	Panjang	0,67	Sedang	0,96	Sedang	1,00
Ciherang	Panjang	0,67	Sedang	0,60	Sedang	1,00
Padjajaran Agritan	Pendek	0,67	Pendek	0,53	Sedang	0,54
inpara IR Nutri Zinc	Sedang	1,00	Pendek	0,67	Rendah	0,93
Pamera	Sedang	0,87	Sedang	0,96	Sedang	0,60

Proses defuzzifikasi yang digunakan adalah metode *Centroid* atau *Center of Gravity* (COG). Metode ini menghitung nilai numerik yang mewakili pusat area di bawah kurva fungsi keanggotaan *fuzzy* yang teragregasi. *Centroid* dapat diperoleh dengan perhitungan pada persamaan (1). Hasil proses defuzzifikasi dapat dilihat pada tabel 3.

$$COG = \frac{\sum(\mu(x).x)}{\sum \mu(x)} \quad (1)$$

Di mana:

- $\mu(x)$: nilai keanggotaan *fuzzy* pada titik x
- x : titik pada domain variable

Tabel 3. Data hasil defuzzifikasi

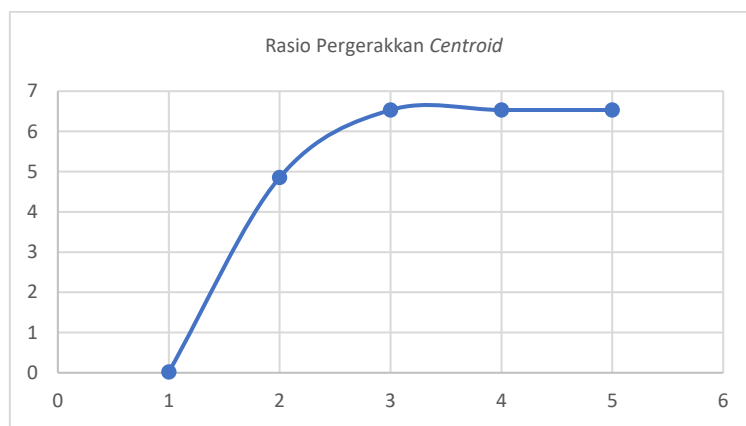
Data Padi	Umur Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)	Kadar Amilosa (%)	Berat (per 1000 butir)	Anjuran Tanam (max mdpl)	Rata-Rata Hasil (t/ha GKG)
Inpari 28	50,714	41,955	11,622	12,084	513,333	3,375
Inpari 32	50,714	41,955	8,158	11,971	273,333	3,246
Inpari 48	51,000	50,145	8,193	12,625	273,333	3,826
Mengkongga	52,143	44,715	8,022	12,308	266,667	3,158
Ciherang	52,143	47,430	8,022	12,308	266,667	3,549
Padjajaran Agritan	46,429	41,955	7,315	11,560	273,333	3,895
inpara IR Nutri Zinc	49,286	41,341	6,135	11,037	273,333	3,207
Pamera	48,714	44,715	7,462	12,244	273,333	3,302

Hasil inferensi *fuzzy* yang telah difuzzifikasi menghasilkan skor kualitas benih yang kemudian digunakan dalam pengelompokan dengan metode *K-Means Clustering*.

Penerapan Metode *K-Means Clustering* dalam Pengelompokan Benih Padi

Metode *K-Means Clustering* diterapkan untuk mengelompokkan benih padi berdasarkan kesamaan karakteristik yang telah dinilai menggunakan metode *Fuzzy*. Tahap inialisasi dimulai dengan menentukan jumlah *cluster* 3 yang optimal antara lain, *cluster* benih kualitas rendah, *cluster* benih kualitas sedang dan *cluster* benih kualitas tinggi. Penentuan jumlah *cluster* yang optimal dilakukan dengan metode *Elbow*, yang mengamati perubahan nilai *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS) [10].

Setelah inialisasi, setiap benih dikelompokkan ke dalam *cluster* dengan jarak terdekat dari *centroid* awal. Proses ini diikuti dengan pembaruan *centroid* berdasarkan rata-rata karakteristik benih dalam setiap *cluster*. Iterasi ini dilakukan hingga tidak ada perubahan signifikan dalam pembagian *cluster*. Gambar 2 menunjukkan grafik perubahan *centroid* pada setiap iterasi. Hasil *clustering* pada tabel 4 menunjukkan bahwa metode *K-Means* efektif dalam mengelompokkan benih dengan karakteristik yang serupa, sehingga mempermudah identifikasi benih biasa, benih unggul dan benih super.



Gambar 2. Rasio pergerakan *centroid* pada setiap iterasi.

Tabel 4. Hasil Metode *K-Means Clustering*

Data Padi	Cluster 1 (Benih Kualitas Rendah)	Cluster 2 (Benih Kualitas Sedang)	Cluster 3 (Benih Kualitas Tinggi)
Inpari 28			✓
Inpari 32		✓	
Inpari 48		✓	
Mengkongga	✓		
Ciherang	✓		
Padjajaran Agritan		✓	
inpara IR Nutri Zinc		✓	
Pamera		✓	

Beberapa keterbatasan dihadapi selama proses penelitian adalah pengumpulan data mengalami tantangan akibat variabilitas karakteristik benih di berbagai praktik budidaya dan kondisi lingkungan. Selain itu, ketergantungan metode *Fuzzy* pada penilaian subjektif dapat memperkenalkan bias, yang mempengaruhi akurasi keseluruhan proses seleksi. Selain itu, kompleksitas komputasional algoritma *K-Means* dapat membatasi skalabilitas ketika diterapkan pada *dataset* yang lebih besar.

Tantangan yang dihadapi selama proses penerapan penelitian antara lain variabilitas karakteristik benih merupakan benih padi yang dapat berbeda-beda tergantung pada praktik budidaya dan kondisi lingkungan. Hal ini menyulitkan peneliti untuk mendapatkan data yang konsisten dan representatif. Kesulitan dalam pengumpulan data dari petani lokal terkadang mengalami kendala, seperti ketidaktersediaan data yang lengkap atau akurat. Petani mungkin tidak memiliki catatan yang sistematis mengenai karakteristik benih yang mereka gunakan. Perbedaan pemahaman dalam pemahaman dan penerapan metode di kalangan petani. Beberapa petani mungkin tidak familiar dengan teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga perlu dilakukan sosialisasi dan pelatihan tambahan. Ketergantungan pada penilaian subjektif terhadap Metode *Fuzzy*, yang bergantung pada penilaian subjektif dalam menentukan nilai keanggotaan untuk setiap karakteristik benih, dapat memperkenalkan bias. Hal ini

berpotensi memengaruhi akurasi keseluruhan proses seleksi. Kompleksitas algoritma *K-Means* dapat menjadi kompleks, terutama ketika diterapkan pada *dataset* yang lebih besar. Tingginya komputasi yang diperlukan dapat membatasi kemampuan penelitian untuk memproses data dalam skala yang lebih luas. Keterbatasan sumber daya, seperti waktu dan anggaran, juga menjadi tantangan dalam melakukan penelitian yang menyeluruh. Hal ini dapat memengaruhi jumlah varietas benih yang diuji dan analisis yang dilakukan. Adaptasi terhadap hasil dengan mengkomunikasikan dan mengimplementasikan rekomendasi varietas kepada petani dengan cara yang efektif, agar mereka memahami manfaat dan dapat menerapkannya dalam praktik budidaya mereka.

Dengan menghadapi tantangan-tantangan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih baik dalam pemilihan benih padi unggul, meskipun ada beberapa kendala yang perlu diatasi untuk meningkatkan efektivitas dan akurasi dari proses seleksi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Metode *fuzzy* berhasil digunakan untuk menangani ketidakpastian dan variasi dalam data kualitatif dan kuantitatif dari berbagai varietas benih padi. Dengan fuzzifikasi, berbagai atribut benih padi seperti tinggi tanaman, kadar amilosa, berat butir, dan hasil panen dapat dikelompokkan ke dalam kategori *fuzzy* yang memberikan nilai keanggotaan untuk setiap atribut, membantu dalam mengevaluasi kualitas benih secara lebih fleksibel dan akurat. Melalui proses defuzzifikasi, nilai tertinggi dari kualitas benih dapat diperoleh, yang memberikan rekomendasi tentang varietas benih padi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Metode *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan varietas benih padi berdasarkan atribut yang relevan yang bersumber dari proses defuzzifikasi. Dengan *clustering* ini, varietas benih padi dapat dikelompokkan ke dalam 3 *cluster* antara lain *cluster* benih kualitas rendah, *cluster* benih kualitas sedang, dan *cluster* benih kualitas tinggi yang menunjukkan kelompok-kelompok benih padi dengan karakteristik yang serupa. Hasil *clustering* memberikan rekomendasi tentang varietas benih padi biasa (Mengkongga, Ciherang), varietas benih padi unggul (Inpari 32, Inpari 48, Padjajaran Agritan, Inpari IR Nutri Zinc dan Pamera) yang sesuai dengan kondisi spesifik di Kabupaten Kutai Kartanegara. Varietas yang masuk dalam *cluster* dengan nilai tertinggi dapat direkomendasikan untuk digunakan oleh petani di daerah tersebut. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi metode *Fuzzy* dan *K-Means Clustering* merupakan pendekatan yang efektif dalam seleksi benih padi unggul, yang mampu memberikan hasil yang lebih optimal dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam sektor pertanian.

Rekomendasi untuk penelitian masa depan, yakni diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguji efektivitas metode ini pada varietas padi di daerah lain dengan kondisi iklim dan tanah yang berbeda. Selain itu, eksplorasi teknik analisis data lainnya, seperti algoritma pembelajaran mesin yang lebih maju, dapat meningkatkan akurasi dalam seleksi benih. Aplikasi praktis implementasi metode ini di lapangan dapat berfungsi sebagai panduan bagi petani dalam memilih benih yang paling sesuai dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan pasar. Dengan menggunakan benih unggul yang direkomendasikan, diharapkan akan terjadi peningkatan produktivitas dan keberlanjutan pertanian di Indonesia. Hal ini juga dapat berkontribusi pada program ketahanan pangan nasional, dengan menyediakan solusi yang lebih efektif dalam menghadapi tantangan pertanian modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tripathi Vikas, Verma Devvret, and Upadhyay Rajesh, "Prediction of Crop Yield in Precision Agriculture Using Machine Learning Methods," *Webology*, vol. 18, no. 4, pp. 2244-2257. 2021, doi: [10.29121/web.v18i4/126](https://doi.org/10.29121/web.v18i4/126).
- [2] J. Xu, J. Han, K. Xiong, and F. Nie, "Robust and Sparse Fuzzy K-Means Clustering," *Conference: International Joint Conference on Artificial Intelligence*. July, 2016. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/314152643>.
- [3] C.-T. Chang, J. Z. C. Lai, and M.-D. Jeng, "A Fuzzy K-means Clustering Algorithm Using Cluster Center Displacement," *Journal of Information Science and Engineering*, vol. 27, no. 3, pp. 995-1009. 2011. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:9861018>.
- [4] M. Bakir and Ö. Atalik, "Application of Fuzzy AHP and Fuzzy MARCOS Approach for the Evaluation of E-Service Quality in the Airline Industry," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 127-152. Mar. 2021, doi: [10.31181/dmame2104127b](https://doi.org/10.31181/dmame2104127b).
- [5] T. M. Al-Shami, J. C. R. Alcantud, and A. Mhemdi, "New Generalization of Fuzzy Soft Sets: (a, b)-Fuzzy Soft Sets," *AIMS Mathematics*, vol. 8, no. 2, pp. 2995-3025. 2023, doi: [10.3934/math.2023155](https://doi.org/10.3934/math.2023155).

-
- [6] V. Herlinda, D. Darwis, dan Darnoto, "Analisis Clustering Untuk Recredesialing Fasilitas Kesehatan Menggunakan Metode Fuzzy C-Means," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, vol. 2, no. 2, pp. 94–99, 2021. [Online]. Available: <https://jim.teknokrat.ac.id/index.php/sisteminformasi/article/viewFile/890/359>.
- [7] M. Harahap, A. W. D. R. Zamili, M. A. Arvansyah, E. F. Saragih, S. Rajen, and A. M. Husein, "K-Means Clustering Algorithm Approach in Clustering Data on Cocoa Production Results in the Sumatra Region," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 6, no. 6, pp. 905–910, Dec. 2022, doi: [10.29207/resti.v6i6.4199](https://doi.org/10.29207/resti.v6i6.4199).
- [8] S. Dasgupta, N. Frost, M. Moshkovitz, and C. Rashtchian, "Explainable k-Means and k-Medians Clustering," *Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning*. 2020. [Online]. Available: <http://proceedings.mlr.press/v119/moshkovitz20a/moshkovitz20a.pdf>
- [9] K. P. Sinaga and M. S. Yang, "Unsupervised K-means clustering algorithm," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 80716–80727, 2020, doi: [10.1109/ACCESS.2020.2988796](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988796).
- [10] R. I. Armianti, A. Fanany, O. Gaffar, A. Bramanto, W. Putra, and P. Korespondensi, "Penerapan K-Means Clustering Untuk Seleksi Frame Dominan Berbasis NTSC Pada Obyek Bergerak," vol. 7, no. 4. Agustus, 2020, doi: [10.25126/jtiik.202072184](https://doi.org/10.25126/jtiik.202072184).