

**KLASIFIKASI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN JAGUNG
MENGUNAKAN METODE *FUZZY RANDOM FOREST*
BERDASARKAN *RESAMPLING REPEATED*
*K-FOLD CROSS VALIDATION***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana di Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**

Oleh:

ADINDA NEARDIATY

NIM. 08011381823087



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**KLASIFIKASI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN JAGUNG
MENGUNAKAN METODE *FUZZY RANDOM FOREST*
BERDASARKAN *RESAMPLING REPEATED*
*K-FOLD CROSS VALIDATION***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Jurusan Matematika Fakultas MIPA**

Oleh:

**ADINDA NEARDIATY
NIM. 08011381823087**

Pembimbing Kedua



**Des Alwine Zayanti, M.Si
NIP.197012041998022001**

**Indralaya, Agustus 2022
Pembimbing Utama**



**Dr. Yulia Resti, M.Si
NIP. 197307191997022001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**



**Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 195807271986031003**

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

**“But perhaps you hate a thing and it is good for you,
and perhaps you love a thing and it is bad for you.**

And Allah knows, while you know not”.

(Q.S Al-Baqarah: 216)

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- 1. Allah SWT**
- 2. Mama dan Papa**
- 3. Kakak dan Adikku**
- 4. Keluarga Besar**
- 5. Dosen**
- 6. Sahabat dan Temanku**
- 7. Almamater**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakakatuh

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**KLASIFIKASI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN JAGUNG MENGGUNAKAN METODE FUZZY RANDOM FOREST BERDASARKAN RESAMPLING REPEATED K-FOLD CROSS VALIDATION**” ini dapat berjalan dengan baik dan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains bidang Studi Matematika di Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, yaitu **Bapak Yusman** dan **Ibu Lina Hartati** yang telah menuntun, mendidik, mengajari, menasehati, memberi semangat, dan tidak pernah lelah berdoa yang terbaik untuk anaknya. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M**, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas

Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.

3. Ibu **Dr. Yulia Resti, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.So** selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Ibu **Dr. Evi Yuliza, M.Si**, dan ibu **Endang Sri Kresnawati, M.Si** selaku Dosen Pembahas dan Penguji yang telah memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak **Drs. Ali Amran, M.T**, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang sangat baik telah memberikan saran, membimbing, membantu, dan mengarahkan urusan akademik penulis setiap semester.
7. Ibu **Indrawati, M.Si** selaku Ketua Seminar skripsi yang telah memberikan arahan, saran, serta mengatur jalannya seminar sehingga dapat berjalan dengan baik.
8. Bapak **Drs. Putra B.J. Bangun, M.Si** selaku Sekretaris seminar skripsi yang telah membantu dan memberikan catatan serta masukan yang sangat berguna bagi penulis.

9. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasehat serta bimbingan selama penulis menjalani perkuliahan.
10. Pak **Irwansyah** selaku admin dan Ibu **Hamidah** selaku Pegawai tata usaha Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
11. Kakak dan Adikku **Rio Aditya, Rian Andika, Nayla Alisia Putri**, serta keluarga besarku terima kasih untuk kasih sayang, motivasi, dukungan, perhatian, dan do'a yang selalu dipanjatkan selama ini untuk keberhasilanku.
12. Sahabat dan Teman-temanku **Tasya, Wanda, Dita, Adel, Mifta dan Destri** yang selalu memberikan masukan, do'a dan semangat kepada penulis.
13. Sahabatku **Andari dan Nadiya** yang selalu memberikan do'a dan semangat kepada penulis.
14. Teman seperjuangan skripsi **Nabel, Ima, Tasya, Fahira, Hasma, Rara, Laily, Sepa dan Jerry** terima kasih untuk saling menguatkan, mengajarkan, memberikan kesan yang tak terlupakan dan memberikan bantuannya selama proses penyelesaian skripsi ini.
15. Sahabat Kuliah **Mauizatil, Dinda Eka, Nadya, Sekar, Irma, Henny, Putri Eka, Rahmadia, Dwi, dan Indi** yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doanya terima kasih banyak.
16. Kakak-kakak tingkat angkatan 2016, 2017, dan seluruh teman-teman angkatan 2018, serta adik-adik tingkat angkatan 2019, dan 2020 atas bantuan selama perkuliahan.

17. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini hanya ucapan terima kasih yang dapat penulis berikan. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Indralaya, Agustus 2022

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Adinda Neardiaty
NIM : 08011381823087
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 8 Agustus 2022

Penulis



Adinda Neardiaty

NIM. 08011381823087

**CLASSIFICATION OF CORN PEST AND DISEASE
USING FUZZY RANDOM FOREST METHOD
BASED ON RESAMPLING REPEATED
K-FOLD CROSS VALIDATION**

By:

**Adinda Neardiaty
08011381823087**

ABSTRACT

It is a fact that corn is one of the most important food crops in Indonesia. It is so important that it plays a strategic role in the national economy. However, during the production stage, corn plants are susceptible to pests and diseases which can cause crop failure. It is necessary that proper pest and disease control be conducted in order to help farmers increase their crop yields. The purpose of this research was to classify pests and diseases in maize based on the average RGB value by using repeated k-fold cross validation resampling on the fuzzy random forest method which combines fuzzy set theory and random forest. The data used in this study has 3 variables and 3172 image data with 7 classifications of pests and diseases on corn plants. Using 5-fold cross validation, it produces 1 fold as test data and 4 folds as train data, and then it is repeated 10 times. In the classification stage, it is found that the Blue color has a greater influence than the Red and the Green colors so that the Blue color will be used as the root node. This study resulted in gaining an average percentage of accuracy value of 92,50%, precision on macro data of 62,96%, recall of macro data of 70,96%, f-score on macro data of 66,80%. Then, the same value of 73,74% is obtained for the values on precision, recall, and f-score on micro data.

Keywords: Corn, Fuzzy Set, Fuzzy Random Forest, Repeated K-Fold Cross Validation

**KLASIFIKASI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN JAGUNG
MENGUNAKAN METODE *FUZZY RANDOM FOREST*
BERDASARKAN *RESAMPLING REPEATED*
*K-FOLD CROSS VALIDATION***

Oleh:

**Adinda Neardiaty
08011381823087**

ABSTRAK

Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan terpenting di Indonesia dan memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional. Selama tahapan produksi, tanaman jagung rentan terhadap serangan hama dan penyakit yang dapat menyebabkan gagal panen. Pengendalian hama dan penyakit yang tepat dapat membantu petani untuk meningkatkan hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan hama dan penyakit pada tanaman jagung berdasarkan nilai rata-rata citra RGB dengan menggunakan *Resampling repeated k-fold cross validation* pada metode *fuzzy random forest* yang menggabungkan teori himpunan *fuzzy* dan *random forest*. Data yang digunakan pada penelitian ini memiliki 3 variabel dan 3172 data gambar dengan 7 klasifikasi jenis hama dan penyakit pada tanaman jagung. Penggunaan dari *5-fold cross validation* menghasilkan 1 *fold* sebagai data *test* dan 4 *fold* data *train*, kemudian dilakukan perulangan sebanyak 10 kali. Pada tahapan klasifikasi diperoleh bahwa warna *Blue* mempunyai pengaruh yang paling besar dibandingkan dengan warna *Red* dan *Green* sehingga warna *Blue* akan dijadikan sebagai *root node*. Penelitian ini menghasilkan rata-rata persentase nilai *accuracy* sebesar 92,50%, *precision* pada data makro sebesar 62,97%, *recall* pada data makro sebesar 70,85%, *fscore* pada data makro sebesar 66,80%, dan untuk nilai pada *precision*, *recall*, dan *fscore* pada data mikro mempunyai nilai yang sama yaitu 73,76%.

Kata Kunci: Jagung, Himpunan *Fuzzy*, *Fuzzy Random Forest*, *Repeated K-fold Cross Validation*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Jagung	7
2.1.1 Hama Belalang	8
2.1.2 Hama Penggerek Tongkol	9
2.1.3 Hama Spodoptera Frugiperda	9
2.1.4 Penyakit Bulai	10
2.1.5 Penyakit Karat Daun	11
2.1.6 Penyakit Hawar Daun	11
2.1.7 Jagung Sehat (Non Patogen)	12
2.2 Data Mining	12
2.2.1 <i>Statistical Machine Learning</i>	13
2.3 Pengolahan Citra Digital	14
2.3.1 Citra <i>Red, Green, Blue</i> (RGB)	15
2.4 Klasifikasi	15
2.5 <i>Repeated K-Fold Cross Validation</i>	16
2.6 Metode <i>Random Forest</i>	18
2.7 Probabilitas	19
2.8 Himpunan <i>Fuzzy</i>	20
2.9 Fungsi Keanggotaan	21
2.10 <i>Fuzzy Random Forest</i>	24
2.11 <i>Fuzzy Entropy</i> dan <i>Information Gain</i>	25
2.12 <i>Confusion Matrix</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Tempat	30
3.2 Waktu	30
3.3 Metode Penelitian	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Deskripsi Data	33
4.2 Ekstraksi Gambar	34
4.3 <i>Dataset</i> Penelitian.....	36
4.4 Klasifikasi Menggunakan Metode <i>Fuzzy Random Forest</i>	37
4.4.1 Menentukan Himpunan Universal.....	37
4.4.2 Mendefinisikan Himpunan <i>Fuzzy</i>	39
4.4.3 Menentukan Nilai Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	46
4.4.4 <i>Resampling Repeated K-Fold Cross Validation</i>	49
4.4.5 <i>Fuzzy Random Forest</i>	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	<i>Dataset</i> penelitian	36
Tabel 4.2	Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>R</i>	39
Tabel 4.3	Himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>R</i>	40
Tabel 4.4	Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>G</i>	42
Tabel 4.5	Himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>G</i>	42
Tabel 4.6	Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>B</i>	44
Tabel 4.7	Himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>B</i>	44
Tabel 4.8	Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor <i>R</i>	47
Tabel 4.9	Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor <i>G</i>	48
Tabel 4.10	Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor <i>B</i>	49
Tabel 4.11	Nilai keanggotaan terbesar semua variabel prediktor	49
Tabel 4.12	Data <i>train</i> pada $k = 1$ dan <i>repeat</i> = 1	50
Tabel 4.13	Data <i>test</i> pada $k = 1$ dan <i>repeat</i> = 1	51
Tabel 4.14	Sampel pohon pertama.....	52
Tabel 4.15	Nilai <i>fuzzy entropy</i> dan <i>information gain</i> metode FRF.....	56
Tabel 4.16	Nilai <i>fuzzy entropy</i> dan <i>information gain</i> variabel prediktor metode FRF.....	58
Tabel 4.17	Nilai peluang dari node 1.1.1 untuk variabel prediktor <i>Green</i>	60
Tabel 4.18	Data hasil akhir klasifikasi metode FRF	63
Tabel 4.19	Tabel klasifikasi metode FRF	63
Tabel 4.20	<i>Confusion matrix</i> metode FRF	64
Tabel 4.21	Persentase ketepatan metode FRF.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun jagung terserang hama belalang	8
Gambar 2.2 Tanaman jagung terserang hama penggerek tongkol	9
Gambar 2.3 Tanaman jagung terserang hama <i>spodoptera frugiperda</i>	10
Gambar 2.4 Tanaman jagung terserang penyakit bulai.....	10
Gambar 2.5 Tanaman jagung terserang penyakit karat daun	11
Gambar 2.6 Tanaman jagung terserang penyakit hawar daun	12
Gambar 2.7 Tanaman jagung sehat (Non Patogen)	12
Gambar 2.8 Ilustrasi <i>5-fold cross validation</i>	17
Gambar 2.9 Kurva S-Pertumbuhan	22
Gambar 2.10 Kurva S-Penyusutan	23
Gambar 2.11 Kurva Segitiga.....	24
Gambar 2.12 <i>Confusion matrix</i>	27
Gambar 4.1 Sampel gambar setelah dilakukan <i>resize</i>	34
Gambar 4.2 Pohon keputusan <i>root node</i> metode FRF	56
Gambar 4.3 Pohon keputusan <i>node 1.1</i> metode FRF.....	59
Gambar 4.4 Pohon keputusan <i>leaf node</i> metode FRF.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengkondisian pohon keputusan 1 metode FRF.....	76
Lampiran 2 Pengkondisian pohon keputusan 2 metode FRF.....	77
Lampiran 3 Pengkondisian pohon keputusan 3 metode FRF.....	78
Lampiran 4 Pengkondisian pohon keputusan 4 metode FRF.....	79
Lampiran 5 Pengkondisian pohon keputusan 5 metode FRF.....	80
Lampiran 6 Pengkondisian pohon keputusan 100 metode FRF.....	82
Lampiran 7 Persentase ketepatan seluruh model metode FRF	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan salah satu tanaman pangan terpenting di Indonesia dan memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional karena fungsinya yang beragam seperti sebagai sumber pangan, pakan ternak, dan bahan baku industri. Secara keseluruhan, hampir tiap-tiap bagian dari tanaman jagung memiliki nilai ekonomis. Produk utamanya, yakni biji jagung yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, bahan pakan, bahan baku industri, makanan, minuman, kertas, minyak dan bahan baku bioethanol, serta batang jagung yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak yang sangat potensial (Paeru and Dewi, 2017). Jagung juga dapat disebut sebagai salah satu sumber pangan pokok setelah beras. Salah satu kendala dalam upaya peningkatan dan pengembangan dari produktivitas tanaman jagung adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) dan kondisi iklim yang tidak menentu bisa menjadi pemicu adanya penyebaran hama dan penyakit pada tanaman jagung (Untung, 2013).

Hama dan penyakit dari tanaman jagung diketahui dapat menyerang semua tahapan dari pertumbuhan tanaman jagung, baik pada jenis reproduksi vegetatif maupun reproduksi generatif (Adnan, 2009). Jenis hama dan penyakit tanaman jagung yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu, hama belalang, hama penggerek tongkol, hama *spodoptera frugiperda*, penyakit bulai, penyakit karat daun, penyakit hawar daun. Banyaknya hama dan penyakit yang menyerang tanaman jagung dapat menyebabkan kerugian yang tidak sedikit bahkan dapat

menyebabkan gagal panen. Oleh karena itu, pengendalian hama dan penyakit yang tepat dapat membantu petani untuk meningkatkan hasil panen (Santosa and Sumarmi, 2015).

Dalam perkembangan teknologi, deteksi hama dan penyakit dapat menggunakan pengolahan citra digital. Secara umum, pengolahan citra digital dapat didefinisikan sebagai teknik pemrosesan gambar dua dimensi dengan menggunakan komputer. Teknik pengolahan citra digital diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu citra berwarna, citra berskala keabuan, dan citra biner. Teknik pengolahan citra yang digunakan pada penelitian ini adalah citra berwarna. Citra berwarna adalah jenis citra yang merepresentasikan warna dari komponen RGB (*Red, Green, Blue*) (Nafi'iyah, 2015). Adapun beberapa penelitian tentang pengolahan citra digital dengan menggunakan citra RGB diantaranya yakni Arief (2019) melakukan penelitian tentang klasifikasi kematangan buah jeruk berdasarkan fitur warna dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) mendapatkan akurasi sebesar 80%. Riska (2015) juga melakukan penelitian terkait klasifikasi level kematangan berdasarkan perbaikan citra dengan menggunakan rata-rata RGB menunjukkan hasil akurasi sebesar 76.7%.

Metode *Fuzzy Random Forest* (FRF) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan suatu objek baik berupa data ataupun gambar. *Fuzzy random forest* dirancang khusus untuk memberikan penilaian yang relatif tidak bias dari suatu variabel (Conn *et al.*, 2019). Metode FRF juga dapat didefinisikan sebagai suatu metode yang merupakan gabungan dari teori himpunan *fuzzy* dan *random forest*. Himpunan *fuzzy* dianggap tepat untuk menjelaskan kriteria

RGB karena *fuzzy* dikembangkan untuk mendeteksi ambiguitas, sedangkan untuk pengklasifikasian citra RGB termasuk sebagai salah satu masalah ambiguitas (Hasanah, Hidayat and Kurniati, 2020). Menurut Pamuji & Ramadhan (2021) *random forest* merupakan suatu algoritma yang menggunakan metode pembagian biner secara rekursif untuk mencapai *node* akhir dalam struktur pohon berdasarkan pohon klasifikasi dan pohon regresi. *Random forest* memiliki beberapa keunggulan, termasuk kemampuan untuk menghasilkan kesalahan yang relatif kecil, kinerja klasifikasi yang sangat baik, kemampuan untuk menangani data pelatihan yang berjumlah besar secara efisien, dan juga memiliki efektivitas yang tinggi untuk memprediksi data yang hilang. Penelitian terdahulu oleh Wang et al, (2018) dalam menginterpretasikan *fuzzy semantic* dari konsep hubungan spasial pada bahasa alami dengan menggunakan algoritma *fuzzy random forest* mendapatkan hasil akurasi klasifikasi tertinggi dengan hasil akurasi sebesar 86.01%.

Cross validation atau disebut juga sebagai estimasi rotasi yang merupakan salah satu teknik validasi model yang digunakan untuk mengevaluasi bagaimana hasil dari analisis statistik tersebut akan digeneralisasikan ke kumpulan data independen. Membuat prediksi model dan memperkirakan keakuratan model prediksi saat dijalankan dalam praktiknya merupakan salah satu tujuan utama dari teknik *cross validation* (Azis et al., 2020). Salah satu metode *cross validation* adalah *Repeated k-fold cross validation* dimana pada proses ini data akan diuraikan menjadi beberapa K bagian dataset yang berukuran sama, dimana $k - 1$ dari himpunan bagian yang sama akan digabungkan menjadi satu sebagai data *train*

yang digunakan untuk menghasilkan model dan himpunan bagian tersisa lainnya akan digunakan sebagai data *test* untuk menguji kinerja model. Dengan K yang diartikan sebagai banyaknya fold yang akan digunakan. Kemudian proses tersebut dilakukan secara berulang untuk menghilangkan bias pada data. Pemilihan model dengan menggunakan *repeated k-fold cross validation* dinilai dapat menghasilkan model yang kuat dan stabil serta lebih baik dibandingkan dengan menggunakan validasi silang tunggal (Zhong, He and Chalise, 2020).

Berdasarkan hasil dari penelitian-penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa *fuzzy random forest* dapat melakukan klasifikasi dengan baik. Oleh karena itu, peneliti mencoba untuk mengklasifikasikan hama dan penyakit tanaman jagung menggunakan metode *fuzzy random forest* berdasarkan *resampling repeated k-fold cross validation*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana mengklasifikasikan hama dan penyakit tanaman jagung menggunakan metode *fuzzy random forest* berdasarkan *resampling repeated k-fold cross validation*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel gambar hama dan penyakit tanaman jagung yang digunakan sebanyak 3172 gambar yang terdiri dari 108 hama belalang, 120 hama

penggerek tongkol, 1337 hama *spodoptera frugiperda*, 49 penyakit bulai, 232 penyakit hawar daun, 286 penyakit karat daun dan 1041 non patogen (sehat).

2. Variabel prediktor yang digunakan adalah hasil dari ekstraksi gambar berupa komponen dari nilai rata-rata citra RGB (*Red, Green, Blue*).
3. Variabel target atau *dependent* yang digunakan terdiri dari jagung sehat (Non Patogen), hama belalang, hama penggerek tongkol, hama *spodoptera frugiperda*, penyakit bulai, penyakit karat daun, penyakit hawar daun.
4. Pemisahan data hama dan penyakit tanaman jagung menggunakan *resampling repeated k-fold cross validation* dengan *fold* sebanyak 5 dan perulangan yang dilakukan sebanyak 10 kali.
5. Menggunakan 3 fungsi keanggotaan *fuzzy* yakni kurva-S penyusutan, kurva-S pertumbuhan, dan kurva segitiga.
6. Persentase ketepatan klasifikasi pada penelitian ini dibatasi oleh nilai *Accuracy*, *Precision* mikro, *Recall* mikro, *Fscore* mikro, *Precision* makro, *Recall* makro, dan *Fscore* makro.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari klasifikasi hama dan penyakit tanaman jagung menggunakan metode *fuzzy random forest* berdasarkan *resampling repeated k-fold cross validation*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi bagi petani dalam mengklasifikasikan hama dan penyakit tanaman jagung berdasarkan gambar.
2. Dapat digunakan sebagai bahan rujukan bagi peneliti lain terkait penerapan klasifikasi suatu objek dengan menggunakan metode *fuzzy random forest*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A.M. (2009) 'Teknologi Penanganan Hama Utama Tanaman Jagung', *Prosiding Seminar Nasional Serealia*, 9(7), pp. 978–979.
- Agarwal, S. (2014) *Data mining: Data mining concepts and techniques, Proceedings - 2013 International Conference on Machine Intelligence Research and Advancement, ICMIRA 2013*.
- Anggriawan, F. (2013) 'OBSERVASI PERTUMBUHAN, HASIL DAN INTENSITAS SERANGAN HAMA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L) SETELAH APLIKASI SEED TREATMENT YANG BERBEDA', *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(1), pp. 1–27.
- Arief, M. (2019) 'Klasifikasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode SVM', *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, 4(1), pp. 9–16.
- Azis, H. *et al.* (2020) 'Performa Klasifikasi K-NN dan Cross Validation Pada Data Pasien Pengidap Penyakit Jantung', *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(2), pp. 81–86.
- Bonissone, P. *et al.* (2010) 'A fuzzy random forest', *International Journal of Approximate Reasoning*, 51(7), pp. 729–747.
- Bonissone, P.P. *et al.* (2008) 'A Fuzzy Random Forest: Fundamental for Design and Construction', *Proceedings of IPMU*, (1), pp. 1231–1238.
- Conn, D. *et al.* (2019) 'Fuzzy forests: Extending random forest feature selection for correlated, high-dimensional data', *Journal of Statistical Software*, 91(9).
- Davvaz, B., Mukhlash, I. and Soleha, S. (2021) 'Himpunan Fuzzy dan Rough Sets', *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 18(1), p. 79.
- Hasanah, R., Hidayat, E.W. and Kurniati, N.I. (2020) 'Implementasi Deteksi Warna Pada Game Finding Color Menggunakan Ekstraksi Fitur Warna dan Fuzzy Decision Tree', *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(1), pp. 137–148.
- Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009) *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, International Statistical Review*.
- Indis, N. Al (2021) 'PENGARUH APLIKASI ELECTRIC FERTILIZER TERHADAP KERAGAAN TINGGI TANAMAN JAGUNG VARIETAS BISI-18', pp. 1–5.
- James, G. *et al.* (2019) *An Introduction to Statistical Learning, Synthesis Lectures on Mathematics and Statistics*.
- Jatnika, W., Abadi, A.L. and Aini, L.Q. (2013) 'Pengaruh Aplikasi bacillus sp. dan

- Pseudomonas sp. terhadap Perkembangan Penyakit Bulai yang disebabkan oleh Jamur Patogen Peronosclerospora maydis pada Tanaman Jagung.', *Jurnal HPT*, 1(4), pp. 19–29.
- Kareem, I.A. and Duaimi, M.G. (2014) 'Improved Accuracy for Decision Tree Algorithm Based on Unsupervised Discretization', *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 36(6), pp. 176–183.
- Karsito and Monika Sari, W. (2018) 'Prediksi Potensi Penjualan Produk Delifrance Dengan Metode Naive Bayes Di Pt. Pangan Lestari', *Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, 9(1), pp. 67–78.
- Karsito and Susanti, S. (2019) 'Klasifikasi Kelayakan Peserta Pengajuan Kredit Rumah Dengan Algoritma Naïve Bayes Di Perumahan Azzura Residencia', *Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, 9, pp. 43–48.
- Kuhn, M. and Johnson, K. (2013) *Applied Predictive Modeling with Applications in R*, Springer.
- Kusumadewi, S. (2003) *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. 1st edn. Yogyakarta: Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumanto, R.D. and Tompunu, A.N. (2011) 'PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK MENDETEKSI OBYEK MENGGUNAKAN PENGOLAHAN WARNA MODEL NORMALISASI RGB', *Studies in Environmental Science*, 17(C), pp. 329–332.
- Kusumo, B.S. *et al.* (2019) 'Machine Learning-based for Automatic Detection of Corn-Plant Diseases Using Image Processing', *2018 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications: Recent Challenges in Machine Learning for Computing Applications, IC3INA 2018 - Proceeding*, pp. 93–97.
- Latifahani, N., Cholil, A. and Djauhari, S. (2014) 'Ketahanan Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Serangan Penyakit Hawar Daun', *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(1), p. pp.52-60.
- Maharani, Y. *et al.* (2019) 'Cases of Fall Army Worm Spodoptera frugiperda J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Attack on Maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java.', *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 2(1), p. 38.
- Mandala, J.Y. *et al.* (2021) 'Rancang Bangun Prototype Sistem Akuisisi Citra Digital Untuk Proses Tomografi', *Jurnal Fisika: Fisika ...*, 6(1), pp. 32–43.
- Mardi, Y. (2019) 'Data Mining: Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4 . 5', *Jurnal Edik Informatika*, 2, pp. 213–219.
- De Matteis, A.D., Marcelloni, F. and Segatori, A. (2015) 'A new approach to fuzzy random forest generation', *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 2015-November.

- Megasari, R. and Nuriyadi, M. (2019) 'Inventarisasi Hama Dan Penyakit Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Pengendaliannya', *Musamus Journal of Agrotechnology Research*, 2(1), pp. 1–12.
- Nafi'iyah, N. (2015) 'Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Graylevel Menjadi Citra Biner', *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 9(2), pp. 49–55.
- Nasution, D.A., Khotimah, H.H. and Chamidah, N. (2019) 'PERBANDINGAN NORMALISASI DATA UNTUK KLASIFIKASI WINE MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NN', 4(1), pp. 78–82.
- Navianti, D.R., Usadha, I.G.N.R. and Widjajati, F.A. (2012) 'Penerapan Fuzzy Inference System Pada Prediksi Curah Hujan di Surabaya Utara', *Jurnal Sains dan Seni ITS*, I(1), p. I.
- Otaya, L.G. (2016) 'Probabilitas Bersyarat, Independensi dan Teorema Bayes Dalam Menentukan Peluang Terjadinya Suatu Peristiwa', *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 4(1), pp. 68–78.
- Paeru, R.H. and Dewi, T.Q. (2017) *Panduan Praktis Budidaya Jagung*. Edited by F.A. Nurrohma. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Pamuji, F.Y. and Ramadhan, V.P. (2021) 'Komparasi Algoritma Random Forest dan Decision Tree untuk Memprediksi Keberhasilan Immunotherapy', *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, 7(1), pp. 46–50.
- Pramudita, A. and St, A.R. (2019) 'KLASIFIKASI KONIDIUM BIOTIS AKIBAT PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN', 4(2), pp. 1–10.
- Prasetyo, G. *et al.* (2017) 'EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* DAN *Paenibacillus polymyxa* TERHADAP KEPARAHAN PENYAKIT KARAT DAN HAWAR DAUN SERTA', *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(2), pp. 102–108.
- Prasetyo, H., Purnomo, W. and Adriani, M. (2014) 'Penerapan Clustering Bootstrap dengan Metode K-Means Kinerja komputer mengklasifikasi obyek (kasus / elemen) pembangunan kesehatan , sehingga perlu gangguan gizi yang masih banyak di Puskesmas Ajung digunakan standar penerapan Clustering Bootstrap yang ', pp. 43–49.
- Pratiwi, B.P., Handayani, A.S. and Sarjana, S. (2021) 'Pengukuran Kinerja Sistem Kualitas Udara Dengan Teknologi Wsn Menggunakan Confusion Matrix', *Jurnal Informatika Upgris*, 6(2), pp. 66–75.
- Primajaya, A. and Sari, B.N. (2018) 'Random Forest Algorithm for Prediction of Precipitation', *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 1(1), p. 27.
- Puspitasari, A.M., Ratnawati, D.E. and Widodo, A.W. (2018) 'Klasifikasi Penyakit

- Gigi Dan Mulut Menggunakan Metode Support Vector Machine', *J-Ptiik*, 2(2), pp. 1–9.
- Raju, K.S. *et al.* (2018) 'Support Vector Machine with K-fold Cross Validation Model for Software Fault Prediction', *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 118(20), pp. 321–334.
- Ratna, S. (2020) 'Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phyton Dan Text Editor Phycharm', *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 11(3), p. 181.
- Refaeilzadeh, P., Tang, L. and Liu, H. (2020) 'Encyclopedia of Database Systems', *Encyclopedia of Database Systems* [Preprint].
- Renata, E. and Ayub, M. (2020) 'Penerapan Metode Random forest untuk Analisis Risiko pada dataset Peer to peer lending', *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(3), pp. 462–474.
- Riska, S.Y. (2015) 'Klasifikasi Level Kematangan Tomat Berdasarkan Perbedaan Perbaikan Citra Menggunakan Rata-Rata RGB Dan Index Pixel', *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 9(2), pp. 18–26.
- Rohani, A., Taki, M. and Abdollahpour, M. (2018) 'A novel soft computing model (Gaussian process regression with K-fold cross validation) for daily and monthly solar radiation forecasting (Part: I)', *Renewable Energy*, 115, pp. 411–422.
- Romansyah, F., Sitanggang, I.S. and Nurdianti, S. (2009) 'Fuzzy decision tree dengan algoritme ID3 pada data diabetes', *Internetworking Indonesia Journal*, 1(2), pp. 45–52.
- Saelan, A. (2009) 'Logika fuzzy 1', (13508029), pp. 1–5.
- Santosa, S.J. and Sumarmi (2015) 'PENGARUH DOSIS PUPUK HAYATI TERHADAP INTENSITAS KERUSAKAN HAMA Spodoptera litura DAN PATOGEN Cercopora sp PADA TANAMAN JAGUNG SEMI', *Jurnal Inovasi Pertanian*, 15(2), pp. 159–168.
- Setyaningrum, D. and Septiani, I.Y. (2021) 'Peningkatan Kreativitas Masyarakat Melalui Pengolahan Jagung Di Desa Kumpulrejo Kecamatan Parengan Kabupaten Tuban', *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), p. 74.
- Siburian, V.W. and Mulyana, I.E. (2018) 'Prediksi Harga Ponsel Menggunakan Metode Random Forest', 4(1), pp. 978–979.
- Sokolova, M. and Lapalme, G. (2009) 'A systematic analysis of performance measures for classification tasks', *Information Processing and Management*, 45(4), pp. 427–437.
- Sungkono, J. and Nugrahaningsih, K. (2021) 'Pembelajaran Teori Probabilitas Menggunakan R', *Absis: Mathematics Education Journal*, 2(1), p. 1.

- Taufiq, G. (2016) 'Implementasi Logika Fuzzy Tahani Untuk Model Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Karyawan', *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 12(1), pp. 12–20.
- Tempola, F., Muhammad, M. and Khairan, A. (2018) 'Perbandingan Klasifikasi Antara KNN dan Naive Bayes pada Penentuan Status Gunung Berapi dengan K-Fold Cross Validation', *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(5), p. 577.
- Untung, K. (2013) *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu; Edisi kedua*. Edisi kedu. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Walpole, R.E. (1993) *Pengantar Statistika*. 3rd edn. Jakarta: Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wang, X. *et al.* (2018) 'Interpreting the fuzzy semantics of natural-language spatial relation terms with the fuzzy random forest algorithm', *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(2), pp. 1–20.
- Wirawan, I.N.T. and Eksistyanto, I. (2015) 'Penerapan Naive Bayes Pada Intrusion Detection System Dengan Diskritisasi Variabel', *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 13(2), p. 182.
- Zhong, Y., He, J. and Chalise, P. (2020) 'Nested and repeated cross validation for classification model with high-dimensional data', *Revista Colombiana de Estadística*, 43(1), pp. 103–125.