

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian di Indonesia menghadapi risiko seperti kehilangan hasil panen akibat perubahan iklim. Petani perlu beradaptasi dengan menyesuaikan musim tanam, memanfaatkan varietas tanaman tahan iklim, dan menerapkan teknik pengelolaan air yang inovatif. Perubahan iklim menimbulkan ancaman terhadap keberlanjutan pertanian, sehingga menekankan pentingnya penerapan strategi adaptasi terhadap perubahan kondisi iklim untuk menjamin ketahanan pangan (Rozci, 2024). Pemuliaan tanaman adalah salah satu dari banyak variasi pendekatan untuk masalah ini. Pemuliaan tanaman adalah proses selektif untuk mengembangkan varietas tanaman baru dengan karakteristik yang diinginkan, seperti produktivitas tinggi, resistensi terhadap penyakit, dan kualitas nutrisi yang lebih baik (Ashar dkk. 2024). Terdapat banyak teknik yang dapat digunakan untuk memanipulasi gen tanaman yaitu: pemuliaan selektif, pemuliaan mutasi, pemuliaan transgenik, dan penyuntingan genom (Laila dkk. 2023). Pemuliaan mutasi, khususnya mutasi induksi menjadi semakin populer dalam biologi molekuler tumbuhan sebagai metode untuk mengidentifikasi dan mengisolasi gen, serta mempelajari struktur dan fungsinya (Yali & Mitiku, 2022).

Mutasi adalah perubahan materi genetik yang terjadi pada tingkat genom, kromosom, DNA atau gen yang menyebabkan variasi genetik. Perubahan ini dapat terjadi dalam bentuk mutasi titik, yaitu saat gen tertentu di kromosom mengalami perubahan. Mutagenesis adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan bagaimana mutasi terjadi. Salah satu metode sederhana untuk menciptakan variasi genetik dalam tanaman dengan tujuan meningkatkan beberapa sifat agronomi adalah mutagenesis dengan bahan kimia. Salah satu bahan kimia yang paling sering digunakan dalam mutasi adalah *ethyl methanesulfonate* (EMS), yang telah menghasilkan sifat-sifat bermanfaat untuk banyak jenis tanaman (Laila dkk. 2023).

EMS merupakan mutagen kimia yang menyebabkan terjadinya mutasi berupa perubahan basa dari A/G menjadi C/T, singkatnya membuat pola dalam peta genetik berubah. Mutasi yang terjadi bersifat acak sehingga memicu terjadinya variasi genetik. Mutasi missense atau nonsense yang dipicu oleh EMS dapat mengubah struktur dan fungsi protein sehingga mengakibatkan perubahan pada satu atau beberapa sifat tanaman (Arta Dana dkk. 2021). Perlakuan dengan

menggunakan EMS tidak mahal, mudah diterapkan, dan dengan persetujuan yang baik pada sebagian besar spesies dengan latar belakang genetik berbeda. Namun, peneliti dan pemulia menghadapi tantangan dalam menentukan parameter perlakuan karena hasil mutagenesis yang sangat acak. Mereka biasanya merujuk kepada jurnal atau data yang telah dipublikasikan lalu mengambil data tersebut untuk rujukan melakukan eksperimen perlakuan (Chen dkk. 2023). Oleh karena itu diperlukannya keterlibatan inovasi teknologi untuk memecahkan masalah tersebut dalam penelitian ini.

Salah satu inovasi teknologi tersebut adalah Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*). *AI* bertujuan untuk memberikan kemampuan persepsi, kognisi, dan pengambilan keputusan bagi mesin (Xu dkk. 2021). *AI* telah memberikan dampak yang mendalam pada ilmu dasar, manufaktur industri, kehidupan manusia, tata kelola sosial, dan dunia maya. Bagian-bagian berikut memberikan gambaran tentang kerangka kerja *AI*, teknologi *machine learning* otomatis (AutoML), dan beberapa aplikasi *AI/ML* terkini di bidang informasi.

Banyak peneliti melihat *machine learning* sebagai bagian penting dari *Artificial Intelligence*. Berkat sifat adaptifnya, model *ML* dapat meniru kemampuan kognitif manusia. *ML* adalah kumpulan metode yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah dunia nyata dengan bantuan komputer yang dapat belajar dari data, tanpa perlu diprogram secara eksplisit (Kühl dkk. 2022). Sebagai contoh, sistem aplikasi berbasis web untuk rekomendasi tanaman yang menggunakan algoritma *machine learning* untuk rekomendasi hasil panen telah menunjukkan bahwa hasil panen yang lebih besar dapat dicapai (Dalavai dkk. 2024). *ML* dapat dibagi dengan 2 jenis yaitu *unsupervised* dan *supervised*. *Unsupervised learning* mengidentifikasi pola dalam data yang sebelumnya tidak diketahui. Sedangkan *supervised learning* membangun pemahaman tentang tugas tertentu dari contoh-contoh yang mewakili "pengalaman masa lalu".

Decision Tree, yang termasuk dalam *supervised learning*, lebih disukai untuk memecahkan masalah klasifikasi. *Decision Tree* membagi pohon menjadi sub-pohon berdasarkan jawaban atas pertanyaan, misalnya ya atau tidak (Bansal dkk. 2022). Algoritma ini sangat baik untuk rekomendasi tanaman karena dapat mengidentifikasi hubungan yang kompleks antara berbagai parameter pertanian. *Decision tree* menawarkan interpretasi, memungkinkan petani untuk memahami alasan mengapa mereka memilih tanaman tertentu. *Random Forest* merupakan perluasan dari algoritma klasifikasi bagging yang memperkenalkan randomness tambahan dengan memilih subset acak fitur pada setiap simpul *Decision Tree*. Dengan lebih mendiver-

sifikasi pohon-pohon individual, *Random Forest* meningkatkan kekuatan prediktif dan mengurangi korelasi antara pohon-pohon. Dalam rekomendasi tanaman, *Random Forest* dapat mengatasi dataset berdimensi tinggi dengan banyak fitur, memberikan rekomendasi yang akurat dan dapat diandalkan berdasarkan pengetahuan kolektif dari beberapa *Decision Tree* (Dalavai dkk. 2024).

Dengan adanya aplikasi yang mengintegrasikan teknologi machine learning dengan algoritma *Random Tree*, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam menemukan perlakuan terbaik untuk *ethyl methanesulfonate (EMS)* pada tanaman. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi alat yang berguna untuk membantu petani, pemulia, atau peneliti membuat rekomendasi yang akurat tentang perlakuan EMS mana yang paling efektif untuk meningkatkan hasil panen dan produktivitas tanaman dengan memanfaatkan data sebelumnya atau data historis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana solusi untuk sifat mutasi yang sepenuhnya acak atau *randomness* yang mempengaruhi kesulitan bagi peneliti dan pemulia dalam menentukan parameter perlakuan?
2. Bagaimana cara membantu peneliti dan pemulia menentukan parameter perlakuan untuk mutagenesis karena kualitas biji yang bermutasi hanya dapat diketahui saat setelah ditanam dan membutuhkan waktu yang lama?
3. Bagaimana cara membuat aplikasi yang mudah digunakan untuk mengetahui apakah parameter perlakuan yang digunakan oleh peneliti sesuai atau tidak untuk biji tanaman, sehingga mengurangi kebutuhan untuk melakukan tebak-menebak selama proses mutagenesis?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membangun model *machine learning* yang menggunakan data dari perlakuan sebelumnya yang dibuat oleh peneliti atau pemulia lain untuk memprediksi apakah perlakuan tersebut cocok atau tidak untuk benih.
2. Membangun sistem yang dapat memberikan peneliti atau pemulia daftar parameter perlakuan yang memberikan hasil terbaik untuk suatu benih tertentu.
3. Mengembangkan sebuah aplikasi yang dirancang untuk melakukan retraining model guna menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan potensi untuk menghasilkan varietas tanaman unggul yang dapat berkontribusi pada upaya peningkatan ketahanan pangan.
2. Membantu dalam penghematan waktu dan biaya yang sebelumnya diperlukan untuk mengembangkan varietas benih baru.
3. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Penelitian

1. Dataset atau kumpulan data yang digunakan untuk melatih model ini berasal dari banyak sumber yang berbeda, terutama dari berbagai artikel dan jurnal ilmiah yang tersedia secara online. Sebagian dari sumber-sumber tersebut berasal dari penelitian dan kajian. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini dikonsultasikan terlebih dahulu dengan pakar, yaitu dosen pertanian di Politeknik Negeri Jember.
2. Karena keterbatasan data yang tersedia dalam jurnal ilmiah, penelitian ilmiah, terutama dalam bidang biologi dan taksonomi, sering kali difokuskan pada sejumlah spesies tertentu yang menjadi objek studi yang penting atau relevan. Akibatnya, dukungan aplikasi terbatas pada beberapa spesies saja.