

## ABSTRAK

Tumor otak merupakan kelainan neurologis serius dengan tingkat morbiditas dan mortalitas yang tinggi sehingga memerlukan diagnosis yang cepat dan akurat. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) menjadi modalitas utama dalam evaluasi tumor otak karena mampu menghasilkan kontras jaringan lunak yang tinggi tanpa paparan radiasi ionisasi. Namun, interpretasi manual citra MRI masih bersifat subjektif dan berpotensi menimbulkan variabilitas antar-pengamat. Oleh karena itu, pengembangan metode klasifikasi otomatis berbasis citra medis menjadi penting untuk mendukung sistem *Computer-Aided Diagnosis* (CAD). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh integrasi ekstraksi fitur hibrida terhadap akurasi klasifikasi tumor otak serta mengevaluasi efektivitas *Principal Component Analysis* (PCA) dalam mereduksi dimensi fitur tanpa menurunkan performa klasifikasi menggunakan algoritma *Subspace k-Nearest Neighbor*.

Penelitian menggunakan dataset publik BRISC 2025 dari *Kaggle* yang terdiri dari 6.000 citra MRI otak *T1-weighted* dengan empat kelas, yaitu glioma, meningioma, pituitary, dan no tumor. Tahap prapemrosesan meliputi *resizing* citra menjadi  $224 \times 224$  piksel, *grayscale*, serta peningkatan kontras menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Ekstraksi fitur dilakukan menggunakan pendekatan hibrida yang menggabungkan *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan fitur *deep learning* berbasis *MobileNet*. Seluruh fitur kemudian dinormalisasi menggunakan *StandardScaler* dan direduksi menggunakan PCA dengan retensi varians 95%. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan *Subspace k-Nearest Neighbor* dengan 30 estimator, proporsi subruang 40%, dan  $k = 1$ .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi fitur HOG + *MobileNet* + PCA mampu mencapai akurasi hingga 97.5% dengan nilai AUC 0,998. Selain itu, penerapan PCA berhasil mereduksi dimensi fitur secara signifikan sekaligus meningkatkan efisiensi komputasi. Pendekatan ini menunjukkan potensi yang kuat untuk mendukung pengembangan sistem CAD yang cepat dan akurat dalam klasifikasi tumor otak berbasis citra MRI.

Kata kunci: tumor otak, MRI, fitur hibrida, PCA, Subspace kNN