

KARAKTERISASI GEN PENYANDI FOTOSISTEM I PADA TEBU *Saccharum* 'Bululawang' BERBASIS *COMPLETE* *CHLOROPLAST GENOME*

Denianto Agung Wicaksono

22/492926/BI/10934

Dosen Pembimbing: Ganies Riza Aristya, S.Si., M.Sc., Ph.D.

INTISARI

Tebu menempati posisi sentral dalam ketahanan pangan Indonesia seiring dengan meningkatnya kebutuhan gula nasional. Urgensi tersebut tidak seimbang dengan kapasitas produksi yang masih terbatas dan cenderung mengalami fluktuasi dalam satu dekade terakhir. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan dalam pengembangan kultivar unggul. Tebu 'Bululawang' hasil pemuliaan dalam negeri merupakan kultivar yang mendominasi karena keunggulannya dalam beberapa parameter agronomis. Studi molekuler, seperti genom sekuensing dan analisis gen fungsional, seperti fotosistem I, sangat penting untuk memahami perannya dalam proses fotosintesis dan pembentukan biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi gen, menganalisis struktur protein, dan memetakan bias penggunaan kodon gen penyandi fotosistem I (gen *psa*) pada genom kloroplas tebu 'Bululawang'. Metode yang dilakukan meliputi koleksi sampel, isolasi *high molecular weight* DNA, sekuensing *long-read*, *assembly* dan anotasi genom kloroplas, klasifikasi gen, dan analisis data. Analisis data mencakup analisis struktur gen, motif terkonservasi, prediksi struktur protein tiga dimensi, serta analisis bias penggunaan kodon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gen *psaA*, *psaB*, *psaC*, *psal*, dan *psaJ* memiliki struktur ekson tunggal tanpa intron dan motif fungsional yang konservatif ($p\text{-value } 2.29 \times 10^{-55}$ sampai dengan 0.00×10^0). Analisis protein menunjukkan stabilitas tinggi (ipTM > 0,95) pada subunit PsaA dan PsaB, dengan kemiripan struktural yang hampir identik terhadap referensi (RMSD < 1,0 Å). Profil penggunaan kodon mengindikasikan ada bias pada kodon TTA (RSCU 3,01) dan CGG (RSCU 3,00). Penelitian ini menunjukkan bahwa tebu 'Bululawang' memiliki arsitektur molekuler fotosistem I yang efisien dan mendukung optimalisasi konversi energi fotosintesis serta peningkatan potensi hasil tanaman.

Kata Kunci: Bululawang, fotosistem I, genom kloroplas, karakterisasi gen

CHARACTERIZATION OF PHOTOSYSTEM I ENCODING GENES IN SUGARCANE *Saccharum* 'Bululawang' BASED ON COMPLETE CHLOROPLAST GENOME

Denianto Agung Wicaksono

22/492926/BI/10934

Supervisor: Ganies Riza Aristya, S.Si., M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

Sugarcane occupies a central position in Indonesia's food security, driven by increasing national sugar demand. However, current production capacity remains limited and has fluctuated over the last decade, partly due to constraints in developing superior cultivars. The domestic 'Bululawang' cultivar is currently dominant due to its advantageous agronomic parameters. Molecular investigations, particularly genome sequencing and functional analysis of Photosystem I, are essential to understand the mechanisms underlying photosynthesis and biomass formation. This study aimed to characterize the genes, analyze protein structures, and map the codon usage bias of Photosystem I-coding genes (*psa* genes) in the chloroplast genome of sugarcane 'Bululawang'. Methods included sample collection, high molecular weight DNA isolation, long-read sequencing, chloroplast genome assembly and annotation, followed by gene classification and data analysis. The analysis covered gene structure, conserved motifs, 3D protein structure prediction, and codon usage bias. The results showed that *psaA*, *psaB*, *psaC*, *psaI*, and *psaJ* genes feature a single-exon structure without introns and possess highly conserved functional motifs (p -value 2.29×10^{-55} to 0.00×10^0). Protein analysis revealed high stability (ipTM > 0.95) in PsaA and PsaB subunits, with structural similarity nearly identical to the reference (RMSD < 1.0 Å). Codon usage profiling indicated a bias towards TTA (RSCU 3.01) and CGG (RSCU 3.00) codons. In conclusion, 'Bululawang' sugarcane exhibits an efficient molecular architecture of photosystem I, which supports optimized photosynthetic energy conversion and improved crop yield potential.

Keywords: Bululawang, photosystem I, chloroplast genome, gene characterization