

ABSTRAK

Kanker paru-paru menduduki peringkat pertama sebagai jenis kanker dengan jumlah kasus dan kematian tertinggi di dunia. Deteksi dan pemahaman mendalam terhadap mekanisme molekuler kanker paru menjadi sangat penting guna mendukung strategi pengobatan dan pencegahan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memahami mekanisme tersebut adalah melalui analisis jaringan interaksi protein (*Protein-Protein Interaction*). Dalam konteks ini, deteksi komunitas menjadi langkah penting untuk mengelompokkan protein yang saling berinteraksi secara fungsional. Meskipun berbagai algoritma deteksi komunitas telah dikembangkan, masih dibutuhkan pendekatan yang mampu memberikan hasil yang stabil, optimal, dan bermakna secara biologis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menerapkan *algoritma Ant Colony Optimization* (ACO) untuk mendeteksi komunitas dalam jaringan interaksi protein terkait kanker paru-paru.

Metode penelitian ini melalui beberapa tahapan yakni pengumpulan data, *data preprocessing*, deteksi komunitas, pengembangan sistem dan analisis komunitas. Data yang digunakan berupa data sekunder protein dari situs IntOGen dan cBioPortal dengan kata kunci *lung*. *Enrichment Analysis* dilakukan untuk menganalisis hasil komunitas yang dihasilkan dengan menggunakan situs *Metascape*. Pengembangan sistem pada penelitian ini memanfaatkan *framework Streamlit* untuk membangun antarmuka pengguna.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma ACO mampu membentuk komunitas dengan nilai *modularity* yang meningkat secara konsisten pada setiap iterasi dan stabil dalam hasil akhir. Komunitas yang terbentuk menunjukkan keterkaitan fungsional yang kuat, dengan keterlibatan dalam berbagai proses biologis penting seperti perbaikan DNA, regulasi siklus sel, dan jalur apoptosis—yang kesemuanya berperan penting dalam perkembangan kanker paru-paru. Temuan ini membuktikan bahwa algoritma ACO tidak hanya efektif dari sisi struktur jaringan, tetapi juga relevan secara biologis, sehingga memiliki potensi dalam mendukung pemahaman molekuler kanker paru dan pengembangan terapi berbasis target.

Kata Kunci: Kanker Paru-Paru, Jaringan Interaksi Protein, Deteksi Komunitas, *Ant Colony Optimization* (ACO), *Enrichment Analysis*

ABSTRACT

Lung cancer ranks as the leading cause of cancer incidence and mortality worldwide. Gaining a deeper understanding of its molecular mechanisms is essential to support effective strategies for diagnosis, treatment, and prevention. One promising approach to explore these mechanisms is through the analysis of protein-protein interaction (PPI) networks. In this context, community detection plays a crucial role in identifying functionally related groups of proteins. While various community detection algorithms have been proposed, a method that can produce stable, optimal, and biologically meaningful results is still needed. This study aims to apply the Ant Colony Optimization (ACO) algorithm to detect communities within protein interaction networks associated with lung cancer.

The research was conducted through several stages, including data collection, preprocessing, community detection, system development, and biological analysis. Secondary data were retrieved from IntOGen and cBioPortal using the keyword “lung,” and the resulting PPI network was constructed using the STRING database. Community detection was performed using a crisp ACO-based approach, while enrichment analysis was carried out using Metascape to assess the biological relevance of the detected communities. A user-friendly system interface was also developed using the Streamlit framework.

The results show that the ACO algorithm successfully formed communities with steadily increasing modularity values and consistent final performance. The detected communities exhibit strong functional associations and are involved in key biological processes such as DNA repair, cell cycle regulation, and apoptosis pathways—all of which are critically implicated in the progression of lung cancer. These findings demonstrate that ACO is not only effective in uncovering the structural organization of protein networks but also valuable for gaining biological insights, supporting its potential use in cancer research and targeted therapeutic development.

Keywords: Lung Cancer, Protein-Protein Interaction, Community Detection, Ant Colony Optimization (ACO), Enrichment Analysis