

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Crude Palm Oil (CPO) merupakan salah satu komoditas strategis Indonesia yang memberikan kontribusi besar terhadap pendapatan negara melalui ekspor. Pada tahun 2024, nilai ekspor CPO Indonesia tercatat mencapai USD 23,25 miliar, mencerminkan besarnya peran sektor ini dalam mendukung perekonomian nasional (GAPKI, 2024). Namun demikian, ekspor CPO Indonesia menghadapi berbagai tantangan kompleks yang bervariasi di setiap negara tujuan, baik dari segi regulasi, stabilitas permintaan, maupun kebijakan perdagangan (Suharto, 2007). Upaya memahami kompleksitas ini, diperlukan pendekatan analisis yang mampu mengelompokkan negara-negara berdasarkan pola karakteristik eksportnya, salah satunya melalui metode analisis *cluster*, yang dapat mengidentifikasi pola kemiripan dan perbedaan dalam variabel-variabel tersebut guna merancang strategi ekspor yang lebih efektif dan adaptif (Senthamarai, K. et al, 2016). Analisis *cluster* adalah suatu teknik analisis *multivariate* yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan objek yang memiliki kemiripan ke dalam kelompok-kelompok tertentu. Objek dalam satu kelompok yang sama akan memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya berdasarkan beberapa kriteria pemilihan telah ditetapkan sebelumnya. Objek dalam kelompok yang berlainan memiliki sifat yang berbeda (Asra et al., 2017). Nilai produksi CPO memiliki Variasi nilai ekspor CPO Indonesia tidak terlepas dari beragam permasalahan yang dihadapi masing-masing negara tujuan (Farissa, R. et al, 2021).

Nilai ekspor CPO Indonesia ke berbagai negara tujuan menunjukkan keberagaman yang cukup signifikan. Meskipun demikian, Indonesia tetap mempertahankan posisinya sebagai eksportir CPO terbesar di dunia secara konsisten, dengan negara tujuan ekspor utama seperti India, Tiongkok, dan Pakistan yang memiliki volume ekspor tinggi namun sangat sensitif terhadap perubahan harga dan kebijakan tarif impor. Pada 2024, India menjadi pasar ekspor terbesar dengan volume mencapai 4,27 juta ton, namun kebijakan peningkatan tarif impor dari 5,5% menjadi 27,5% berdampak pada penurunan nilai ekspor (Abidin Z, 2008). Sementara itu, Tiongkok mencatat volume ekspor sekitar 2,36 juta ton, namun mengalami penurunan akibat fluktuasi permintaan dan kebijakan CPO. Pakistan menerima sekitar 3 juta ton CPO, tetapi nilai ekspor menurun hingga 40,9% karena sensitivitas harga dan ketidakpastian kebijakan (Sofilda, E. 2021). Pada april 2024, negara-negara Eropa seperti Belanda, Italia, Spanyol, Prancis, Jerman, Belgia, Swedia, Denmark, dan Finlandia menerapkan

regulasi keberlanjutan yang ketat, yang menuntut peningkatan daya saing dalam aspek lingkungan dan kualitas produk. Hal ini berdampak langsung pada volume ekspor, seperti yang terjadi di Belanda, di mana ekspor CPO dari Indonesia menurun dari 169 ribu ton menjadi 108 ribu ton (Kemendag, 2024). Sementara itu, Amerika Serikat, Kanada, dan Australia merupakan pasar potensial yang belum dimanfaatkan secara optimal. Amerika Serikat mencatat impor sekitar 1,4 juta ton dari Indonesia pada 2024, namun nilai ekspor menurun 14,4% dibandingkan tahun sebelumnya. Minimnya strategi diversifikasi ekspor dan rendahnya tingkat penetrasi pasar menjadi kendala utama di wilayah ini (World Bank, 2021). Di sisi lain, negara-negara seperti Bangladesh, Mesir, dan Filipina menghadapi hambatan seperti infrastruktur perdagangan yang belum memadai dan ketergantungan pada subsidi impor. Bangladesh mencatat volume impor sekitar 1,02 juta ton, namun nilai ekspor turun sebesar 18,3%. Mesir mengimpor sekitar 792 ribu ton, dengan pola nilai ekspor yang tidak stabil meskipun permintaan cukup besar. Filipina mengalami dinamika serupa (Apriana s, 2019). Di kawasan Asia Tenggara, Malaysia dan Thailand menjadi pesaing langsung Indonesia dalam produksi dan ekspor CPO.

Melihat kondisi tersebut, negara-negara tujuan ekspor menunjukkan karakteristik yang beragam dari segi permintaan CPO dan pendekatan analisis yang mampu mengelompokkan negara tujuan ekspor CPO yaitu analisis cluster. Dalam konteks ekspor CPO, objek yang dianalisis mencakup negara tujuan dengan karakteristik yang berbeda dari segi kapasitas impor, kebijakan perdagangan dan tuntunan keberlanjutan. Data ekspor CPO memiliki karakteristik yang kompleks karena mencakup banyak negara dengan perbedaan signifikan dalam nilai ekspor (Aprina, 2019). Keanekaragaman ini menyebabkan data bersifat multivariat dan heterogen, sehingga memerlukan pendekatan analisis yang mampu menggambarkan pola kemiripan dan perbedaan antar negara secara efektif. Oleh karena itu, analisis cluster menggunakan metode non-hierarki yang jumlah kelompok ditentukan terlebih dahulu sebelum proses pengelompokan dilakukan (Ediyanto et al., 2013). Metode ini didasarkan pada efisiensinya dalam menangani data berukuran besar, seperti data ekspor CPO yang mencakup banyak negara tujuan dengan karakteristik yang sangat beragam. Selain itu, metode ini lebih fleksibel dalam menyesuaikan jumlah cluster sesuai kebutuhan analisis, serta mampu mengelompokkan objek berdasarkan kemiripan karakteristik tertentu yang relevan, seperti perbedaan permintaan, nilai ekspor, atau daya saing antarnegara tujuan ekspor CPO. Menggunakan analisis *cluster*, untuk mengelompokkan negara tujuan ekspor berdasarkan kesamaan dan perbedaan dalam pola ekspor CPO, sehingga

memungkinkan negara Indonesia untuk merancang strategi ekspor yang lebih tepat sasaran salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan nilai ekspor CPO ialah algoritma *K-Means* dan *K-Medoids* (K. Senthamarai, et al., 2016). Algoritma *K-Means* mengelompokkan negara berdasarkan pola ekspor CPO dengan menentukan jumlah *cluster*, memilih *centroid*, lalu mengelompokkan data berdasarkan kedekatan jarak terhadap *centroid* tersebut. Secara matematis, *K-Means* bertujuan meminimalkan jumlah kuadrat jarak antar data dengan pusat *cluster* sehingga cocok untuk data yang menyebar simetris. Sebaliknya, *K-Medoids* menggunakan *medoid* yaitu titik aktual dalam data sebagai pusat *cluster*, dan meminimalkan jumlah total jarak antar titik dalam *cluster*. *K-Medoids* lebih tahan pada data ekstrem karena tidak bergantung pada nilai rata-rata. Dengan pendekatan matematis ini, algoritma *K-Means* dan *K-Medoids* memungkinkan pengelompokan data nilai ekspor CPO secara lebih akurat dan informatif, sehingga mampu mengidentifikasi pola ekspor antar negara secara efektif dan memberikan dasar yang kuat dalam merumuskan strategi perdagangan internasional Indonesia (Senthamarai, et al, 2016).

Berdasarkan penelitian ini akan dilakukan pengelompokan negara tujuan ekspor CPO. Metode yang tepat digunakan adalah analisis *cluster* yaitu *K-Means* dan *K-Medoids*. Indikator yang digunakan dalam analisis ini memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai ekspor CPO. Volume ekspor menentukan besarnya nilai ekspor secara keseluruhan, sementara harga ekspor mempengaruhi total pendapatan yang diperoleh (Ginting, 2013). Pangsa pasar mencerminkan dominasi CPO Indonesia di pasar global, sedangkan pertumbuhan ekspor menggambarkan peningkatan atau penurunan permintaan dari waktu ke waktu. Diversifikasi pasar berperan dalam mengurangi ketergantungan pada negara tertentu, sehingga membantu menstabilkan ekspor dalam jangka panjang (Ristri, F, 2010). Selain itu, daya saing ekspor mencerminkan kemampuan industri CPO dalam memenuhi standar kualitas serta efisiensi produksi yang menjadi faktor penting dalam mempertahankan akses ke pasar global. Rasio ekspor terhadap impor menunjukkan keseimbangan perdagangan, di mana rasio yang tinggi menandakan keunggulan ekspor Indonesia dalam industri CPO. Semua faktor ini saling berhubungan dan berperan dalam menentukan stabilitas serta pertumbuhan ekspor CPO Indonesia (Ginting, 2013).

Dalam konteks ekspor CPO, tantangan utama dalam proses pengelompokan negara tujuan ekspor adalah memastikan bahwa hasil *cluster* yang terbentuk benar-benar mencerminkan pola yang nyata dan terstruktur dalam data. Setiap negara memiliki karakteristik yang kompleks dan berbeda dalam hal volume ekspor, nilai ekspor, sensitivitas terhadap harga, serta regulasi impor yang

diterapkan (Abidin, 2020). Oleh karena itu, ketika menggunakan dua algoritma pengelompokan yang berbeda yakni *K-Means* dan *K-Medoids* diperlukan validasi untuk menilai seberapa baik masing-masing algoritma menghasilkan kluster yang representatif. Dua metode tersebut bekerja dengan pendekatan yang berbeda secara matematis, sehingga hasil pengelompokan dapat bervariasi. Untuk itu, dibutuhkan metode validasi yang dapat mengukur sejauh mana kluster yang terbentuk benar-benar sesuai dengan pola alami dalam data. Dalam hal ini, *Hubert's Gamma* digunakan sebagai alat validasi eksternal yang efektif. *Hubert's Gamma* menghitung validitas cluster dengan membandingkan kedekatan antar objek dalam data asli terhadap hasil pengelompokan, guna menilai kesesuaian antara struktur data yang sesungguhnya dan kluster yang dibentuk oleh algoritma (Baker et al, 2011). Metode ini sangat relevan dalam konteks ekspor CPO karena mampu menunjukkan apakah negara-negara yang dikelompokkan bersama benar-benar memiliki karakteristik ekspor yang serupa atau tidak. Dengan demikian, penggunaan *Hubert's Gamma* memberikan dasar yang kuat dalam menentukan kualitas dan keandalan hasil klusterisasi ekspor CPO (Bishop, C.M., 2006).

Puspitasari et al., 2023, pada penelitiannya tersebut diterapkan metode jarak yaitu *Euclidean Distance*. Diperoleh kesimpulan *K-Means* unggul karena mampu menghasilkan kualitas dan kekuatan *cluster* secara maksimal berdasarkan jarak antar *cluster*, sementara *K-Medoids* memiliki keunggulan dalam menghasilkan *cluster* dengan nilai kesalahan acak terkecil berdasarkan pengujian metode *Sum Squared Error (SSE)*. Selanjutnya Satyawan et al. (2021), pernah melakukan pengujian pada dua algoritma dataset berukuran besar dengan dimensi tinggi dan menunjukkan bahwa *K-Medoids* cenderung memberikan hasil yang lebih stabil dengan nilai *Hubert's Gamma* yang lebih tinggi, sementara *K-Means* lebih efisien pada dataset yang lebih bersih. Sedangkan Arifin dan Audina (2020), mengidentifikasi pola ekspor CPO dengan mengelompokkan negara-negara tujuan berdasarkan karakteristik tertentu dan menggunakan algoritma *K-Means* dan *K-Medoids*. Pada penelitian ini memberikan hasil yang tinggi itu pada *K-Medoids* karena lebih akurat dalam menangani variasi nilai ekspor CPO yang besar antar negara.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pengelompokan negara berdasarkan tujuan ekspor CPO di Indonesia menjadi langkah strategis dalam membantu perusahaan mengambil keputusan yang lebih tepat. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membandingkan kedua algoritma dalam *clustering*, yaitu *K-Means* dan *K-Medoids*, dalam pengelompokan nilai ekspor CPO. Untuk menentukan metode yang lebih efisien dengan menggunakan validasi *Hubert's*

Gamma. Adapun judul dari penelitian ini adalah “**Penggunaan Hubert’s Gamma Dalam Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids Untuk Pengelompokan Negara Tujuan Ekspor Crude Palm Oil**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di paparkan, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengelompokan negara tujuan ekspor CPO berdasarkan *K-Means* dan *K-Medoids*?
2. Bagaimana perbandingan kinerja algoritma *K-Means* dan *K-Medoids* dalam mengelompokkan negara tujuan ekspor berdasarkan indikator nilai ekspor CPO menggunakan *Hubert’s Gamma*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang akan dikaji, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan negara tujuan ekspor CPO berdasarkan indikator nilai ekspor CPO menggunakan metode analisis *cluster K-Means* dan *K-Medoids*.
2. Membandingkan kinerja algoritma *K-Means* dan *K-Medoids* dalam mengelompokkan negara tujuan ekspor berdasarkan indikator nilai ekspor CPO dengan menggunakan metode validasi *Hubert’s Gamma*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis adalah sebagai sarana dalam mengaplikasikan ilmu dalam bidang statistika yang telah diperoleh khususnya dalam mengelompokkan suatu objek.
2. Bagi pembaca adalah untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang analisis *cluster* terutama metode *K-Means* dan *K-Medoids* dan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis membatasi materi dan pembahasan agar tidak meluas sehingga digunakan Batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan data nilai ekspor CPO tahun 2023 yaitu terdapat 33 negara tujuan ekspor CPO di bea cukai.

2. Terdapat 7 indikator nilai ekspor yang digunakan sebagai variabel dalam penelitian ini. Indikator tersebut terdiri dari volume ekspor, harga ekspor, pangsa pasar ekspor, pertumbuhan ekspor, diversifikasi pasar ekspor, daya saing ekspor, rasio ekspor terhadap impor.
3. Menggunakan jarak *Euclidean* sebagai ukuran jarak dalam analisis yang dilakukan.