I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu subsektor strategis dalam pembangunan pertanian di Indonesia yang memiliki kontribusi penting terhadap perekonomian nasional, baik sebagai penyedia lapangan kerja, sumber devisa negara, maupun pendorong pertumbuhan sektor agroindustri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2024), luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai sekitar 16,8 juta hektare. Selain itu, Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI, 2024) mencatat bahwa nilai ekspor produk kelapa sawit dan turunannya mencapai lebih dari USD 30 miliar per tahun, sehingga menjadikan industri kelapa sawit sebagai salah satu penyumbang devisa terbesar sektor perkebunan nasional. Dalam kegiatan operasional perkebunan kelapa sawit, proses panen tandan buah segar (TBS) merupakan aktivitas utama yang secara langsung mempengaruhi produktivitas dan efektivitas pengelolaan perusahaan. Oleh karena itu, pengelolaan data produksi panen yang akurat, cepat, dan dapat dipertanggungjawabkan menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung pengambilan keputusan dan pengawasan operasional perkebunan secara efektif.

Kegiatan panen kelapa sawit memiliki karakteristik operasional yang kompleks karena melibatkan areal kerja yang luas, pembagian kerja berbasis blok dan ancak, serta keterlibatan tenaga kerja dalam jumlah besar. Dalam praktiknya, proses pencatatan data produksi panen pada banyak perusahaan

perkebunan masih dilakukan secara manual maupun semi-digital, sehingga berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan seperti keterlambatan pelaporan, kesalahan pencatatan (*human error*), duplikasi data, mismatch data Tempat Penampungan Hasil (TPH), serta keterbatasan dalam melakukan validasi dan penelusuran data hingga ke tingkat blok. Kondisi tersebut dapat menyebabkan keterlambatan penyampaian laporan operasional, serta kesulitan dalam melakukan verifikasi asal hasil panen secara akurat, sehingga berdampak pada kurang optimalnya pengawasan operasional dan pengambilan keputusan manajerial di lapangan.

Berdasarkan observasi awal pada operasional panen di lokasi penelitian, proses pencatatan data produksi panen masih memiliki keterbatasan, terutama dalam validasi lokasi dan kecepatan pelaporan hasil panen dari lapangan. Selain itu, proses penelusuran data produksi hingga ke tingkat blok dan lokasi panen masih belum sepenuhnya optimal karena koordinat GPS, *timestamp*, dan dokumentasi digital belum menjadi atribut dalam sistem pencatatan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem pencatatan berbasis lokasi yang mampu memperkuat validasi dan ketelusuran data produksi panen secara lebih terintegrasi.

Permasalahan dalam pencatatan data produksi panen tersebut menunjukkan pentingnya kualitas data dalam mendukung efektivitas pengelolaan operasional perkebunan. Menurut Wang dan Strong (1996), kualitas data merupakan salah satu komponen penting dalam sistem informasi yang ditentukan oleh beberapa dimensi, di antaranya akurasi (*accuracy*),

kelengkapan (*completeness*), konsistensi (*consistency*), dan ketelusuran data (*traceability*). Data yang berkualitas akan menghasilkan informasi yang lebih andal dalam mendukung pengambilan keputusan organisasi. Selain itu, Juran (1999) menyatakan bahwa kualitas data mencerminkan tingkat kesesuaian data dengan tujuan penggunaannya (*fitness for use*), sehingga data produksi panen yang tidak akurat atau sulit ditelusuri dapat mengurangi efektivitas pengawasan dan pengendalian operasional di perkebunan kelapa sawit.

Selain aspek akurasi, kemampuan ketelusuran data (*traceability*) juga menjadi elemen penting dalam pengelolaan produksi panen pada perkebunan kelapa sawit. Menurut Bosona dan Gebresenbet (2013), *traceability* merupakan kemampuan suatu sistem dalam melacak asal, lokasi, riwayat, dan proses suatu data atau produk sepanjang rantai operasional. Dalam kegiatan operasional perkebunan, ketelusuran data produksi panen diperlukan untuk memastikan kesesuaian asal blok, lokasi Tempat Penampungan Hasil (TPH), waktu pencatatan, serta validitas data produksi yang tercatat di lapangan. Keterbatasan kemampuan penelusuran data dapat menyebabkan kesulitan dalam verifikasi asal hasil panen dan menurunkan efektivitas pengawasan operasional, sehingga diperlukan sistem pencatatan yang mampu meningkatkan validitas dan transparansi data produksi panen secara lebih akurat.

Perkembangan teknologi informasi mendorong sektor pertanian dan perkebunan untuk mengadopsi sistem digital dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas pengelolaan data. Wolfert et al. (2017) menyatakan

bahwa penerapan teknologi digital dalam sektor pertanian mampu meningkatkan akurasi data, transparansi informasi, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision making*). Dalam operasional perkebunan kelapa sawit, sistem digital mulai dimanfaatkan untuk mendukung pencatatan produksi panen secara real-time, validasi data lapangan, monitoring aktivitas panen, serta integrasi informasi berbasis lokasi secara lebih cepat dan akurat. Pemanfaatan teknologi digital tersebut diharapkan mampu mengatasi keterbatasan sistem pencatatan konvensional, khususnya dalam meningkatkan validitas dan ketelusuran data produksi panen di lapangan.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam mendukung digitalisasi operasional perkebunan adalah sistem digital berbasis geofencing, yaitu teknologi berbasis lokasi yang memanfaatkan koordinat geografis untuk membentuk batas virtual dan mengidentifikasi posisi suatu objek atau aktivitas berdasarkan lokasi tertentu. Menurut Zhang et al. (2019), pemanfaatan teknologi geospasial dalam sektor pertanian mampu meningkatkan validitas lokasi, transparansi data, dan monitoring aktivitas lapangan secara real-time. Dalam operasional perkebunan kelapa sawit, teknologi geofencing dapat dimanfaatkan untuk memvalidasi lokasi pencatatan panen, mengidentifikasi lokasi Tempat Penampungan Hasil (TPH), serta memastikan kesesuaian antara data produksi yang tercatat dengan lokasi aktual di lapangan. Penerapan teknologi tersebut berpotensi

meningkatkan akurasi dan ketelusuran data produksi panen melalui validasi lokasi berbasis koordinat geografis dan pencatatan data secara digital.

Meskipun pemanfaatan teknologi digital dan geospasial dalam sektor pertanian telah banyak dibahas, penelitian sebelumnya umumnya masih berfokus pada digitalisasi pertanian, kualitas data, traceability, serta pemanfaatan teknologi geospasial secara umum. Kajian yang secara spesifik mengevaluasi perubahan akurasi dan ketelusuran data produksi panen TBS setelah implementasi sistem digital berbasis geofencing, khususnya hingga tingkat blok dan Tempat Penampungan Hasil (TPH), masih terbatas. Selain itu, evaluasi yang membandingkan kondisi operasional sebelum dan sesudah implementasi sistem (before-after study) diperlukan untuk memperoleh bukti empiris mengenai perubahan kualitas data produksi panen setelah sistem digital berbasis geofencing diterapkan.

Berdasarkan permasalahan operasional dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan tingkat akurasi dan ketelusuran (traceability) data produksi panen tandan buah segar (TBS) per blok sebelum dan sesudah implementasi sistem digital berbasis geofencing pada perkebunan kelapa sawit. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai efektivitas penerapan sistem tersebut dalam meningkatkan kualitas pengelolaan data produksi panen serta mendukung pengawasan operasional perkebunan yang lebih akurat, transparan, dan terintegrasi.

B. Perumusan masalah

1. Bagaimana perbedaan tingkat akurasi data produksi panen TBS per blok sebelum dan sesudah penerapan sistem digital berbasis *geofencing* pada perkebunan kelapa sawit?
2. Bagaimana perbedaan tingkat ketelusuran (*traceability*) data produksi panen TBS hingga tingkat blok dan Tempat Penampungan Hasil (TPH) sebelum dan sesudah penerapan sistem digital berbasis geofencing?
3. Bagaimana perubahan efisiensi administrasi pengelolaan data panen ditinjau dari kebutuhan tenaga operator input sebelum dan sesudah penerapan sistem digital berbasis *geofencing*?

C. Tujuan penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas penerapan sistem digital berbasis *geofencing* dalam meningkatkan kualitas data produksi panen tandan buah segar (TBS) pada perkebunan kelapa sawit. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji tingkat akurasi data produksi panen TBS per blok sebelum dan sesudah penerapan sistem digital berbasis *geofencing*.
2. Mengkaji tingkat ketelusuran (*traceability*) data produksi panen TBS hingga ke tingkat blok dan Tempat Penampungan Hasil (TPH) sebelum dan sesudah penerapan sistem digital berbasis *geofencing*.
3. Mengkaji peningkatan efisiensi administrasi pengelolaan data panen

ditinjau dari kebutuhan tenaga operator input sebelum dan sesudah penerapan sistem digital berbasis *geofencing*.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang manajemen perkebunan, sistem informasi pertanian, serta evaluasi kualitas data operasional berbasis lokasi melalui penerapan teknologi digital berbasis *geofencing* dalam meningkatkan akurasi dan ketelusuran (*traceability*) data produksi panen.

2. Manfaat Praktis

   Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi perusahaan perkebunan dalam menilai efektivitas penerapan sistem digital berbasis *geofencing* untuk meningkatkan akurasi, ketelusuran (*traceability*), dan kualitas pengelolaan data produksi panen. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan manajerial, meningkatkan efektivitas pengawasan operasional, serta mendukung proses validasi lokasi pencatatan panen dan pengelolaan data produksi secara lebih akurat, cepat, dan terintegrasi.

E. Keaslian Penelitian

Kebaruan (*novelty*) penelitian terletak pada evaluasi empiris perubahan akurasi dan ketelusuran data produksi panen TBS hingga tingkat blok dan

TPH sebelum dan sesudah implementasi sistem digital berbasis geofencing, dengan menggunakan parameter validasi koordinat GPS, kesesuaian lokasi TPH, timestamp pencatatan, dan kelengkapan dokumentasi digital.

Penelitian ini juga menghasilkan pendekatan evaluasi kualitas data operasional berbasis lokasi yang dapat digunakan sebagai dasar pengawasan dan validasi data produksi panen pada sistem digital perkebunan kelapa sawit. Penelitian sebelumnya umumnya hanya membahas digitalisasi pertanian, sistem informasi perkebunan, dan teknologi geospasial secara umum, serta belum secara spesifik mengevaluasi kualitas data produksi panen berbasis geofencing hingga tingkat blok dan TPH melalui pendekatan *before-after* study pada operasional perkebunan kelapa sawit.