

## Rancang Bangun Sistem Ketertelusuran Kopi dengan Implementasi QR-Code pada Platform Android

### *Design and Development of a Coffee Traceability System with QR Code Implementation on Android Platform*

RISKI ARIFANI<sup>1</sup>, SETYO PERTIWI<sup>2\*</sup>

#### Abstrak

Kopi merupakan salah satu komoditas utama perkebunan di Indonesia yang dikenal karena cita rasanya yang khas, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan proses pengolahan. Untuk menjaga konsistensi mutu kopi, diperlukan sistem ketertelusuran yang andal guna melacak bahan baku dari tingkat petani hingga ke fasilitas pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan rantai pasok kopi di Pulau Sumatra dan Jawa serta mengembangkan prototipe sistem ketertelusuran bernama Tracko yang memanfaatkan teknologi QR Code pada platform Android. Sistem ini dikembangkan menggunakan pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC) yang disesuaikan dengan kebutuhan Tracko. Tahap awal penelitian difokuskan pada analisis rantai pasok dengan mengidentifikasi aktor-aktor utama seperti petani, pengepul, pedagang besar, pabrik pengolahan, kedai kopi, eksportir, dan konsumen. Prototipe ini terutama dirancang untuk digunakan oleh petani dan pabrik pengolahan, sementara pengepul dan pedagang besar berfungsi sebagai perantara sehingga akses untuk mengubah informasi produk sangat terbatas. Setiap QR Code yang dihasilkan dalam sistem Tracko berisi identitas produk unik yang terhubung dengan informasi rinci yang tersimpan di server. Pengujian alpha menunjukkan bahwa semua fitur utama Tracko berfungsi dengan baik. Pengujian beta menunjukkan bahwa aplikasi mudah digunakan, meskipun masih diperlukan penyempurnaan untuk sepenuhnya memenuhi kebutuhan operasional di pabrik pengolahan kopi.

Kata Kunci: Ketertelusuran, kopi, perkebunan, QR Code, rantai pasok.

#### Abstract

*Coffee is one of Indonesia's primary plantation commodities, renowned for its unique flavor shaped by various environmental and processing factors. Ensuring consistent coffee quality requires a robust traceability system that can track raw materials from the farm to the processing facilities. This study aims to map the coffee supply chain across Sumatra and Java and to develop a prototype traceability system called Tracko, which utilizes QR Code technology on an Android platform. The system was developed using a customized System Development Life Cycle (SDLC) approach to suit the specific needs of Tracko. Initial research focused on analyzing the supply chain and identifying key actors, such as farmers, collectors, wholesalers, processing facilities, coffee shops, exporters, and consumers. The prototype is primarily designed for use by farmers and processing facilities, while collectors and wholesalers function as intermediaries, so access to change product information is very limited. Each QR Code generated within Tracko contains a unique product identifier that links to detailed information stored on a server. Alpha testing confirmed that all core features of Tracko functioned correctly. Beta testing showed that the app is user-friendly, although further refinements are needed to address the operational requirements of coffee processing facilities fully.*

Keywords: Coffee, plantation, QR Code, supply chain, traceability.

## PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan sektor utama di Indonesia yang secara konsisten berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Produk-produk pertanian di sektor perkebunan, khususnya kopi, memberikan kontribusi signifikan terhadap

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor 16880

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor 16880

\*Penulis Korespondensi: Tel/Faks: +628121107187; Surel: [pertiwi@apps.ipb.ac.id](mailto:pertiwi@apps.ipb.ac.id)

produk domestik bruto (PDB). Kopi Indonesia dikenal luas karena cita rasanya yang khas, dipengaruhi oleh kondisi agroekologi dan praktik pengolahan. Saat ini, Indonesia adalah produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia. Menurut BPS (2020), produksi kopi Indonesia pada tahun 2020 mencapai 762,380 ton, dengan luas areal 1,250,452 hektar dan volume ekspor sebesar 379,354 ton. Sekitar 70% dari total produksi tersebut diekspor, menjadikan kopi sebagai salah satu komoditas utama ekspor pertanian Indonesia.

Pandemi Covid-19 turut mendorong peningkatan konsumsi kopi domestik, seiring dengan menjamurnya usaha rumah tangga, kedai kopi, serta permintaan robusta sebagai bahan baku kopi instan. Di sisi lain, meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan dan keamanan pangan memperkuat urgensi sistem ketertelusuran dalam rantai pasok agroindustri, termasuk kopi. Banyak negara tujuan ekspor telah memberlakukan regulasi ketat terkait asal-usul dan keamanan produk. Konsumen lokal pun kini semakin peduli terhadap proses produksi dan sumber kopi yang mereka konsumsi, karena terkait langsung dengan kualitas dan cita rasa.

Dalam konteks ini, manajemen rantai pasok dan sistem ketertelusuran memainkan peran penting dalam memastikan keberlanjutan industri kopi. Menurut Kot (2018), manajemen rantai pasok berperan sebagai kunci dalam pengelolaan sumber daya, peningkatan profitabilitas, daya saing, dan efisiensi biaya. Sementara itu, sistem ketertelusuran yang kuat dibutuhkan dalam industri berbasis permintaan konsumen, guna menjamin keaslian, mutu, dan keamanan produk (Razak *et al.* 2021).

Sistem ketertelusuran (*traceability system*) mencatat dan mendokumentasikan setiap tahapan produksi, mulai dari bahan baku hingga distribusi produk akhir ke tangan konsumen. Regattieri *et al.* (2007) menyebutkan empat komponen utama dalam kerangka ketertelusuran pangan, yaitu: identifikasi produk, data penelusuran, jalur distribusi produk, dan perangkat ketertelusuran. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) memungkinkan digitalisasi proses-proses tersebut, sehingga data dapat diakses secara *real-time* oleh produsen maupun konsumen melalui perangkat *mobile*. Hal ini menjadikan sistem lebih efisien, transparan, dan akurat.

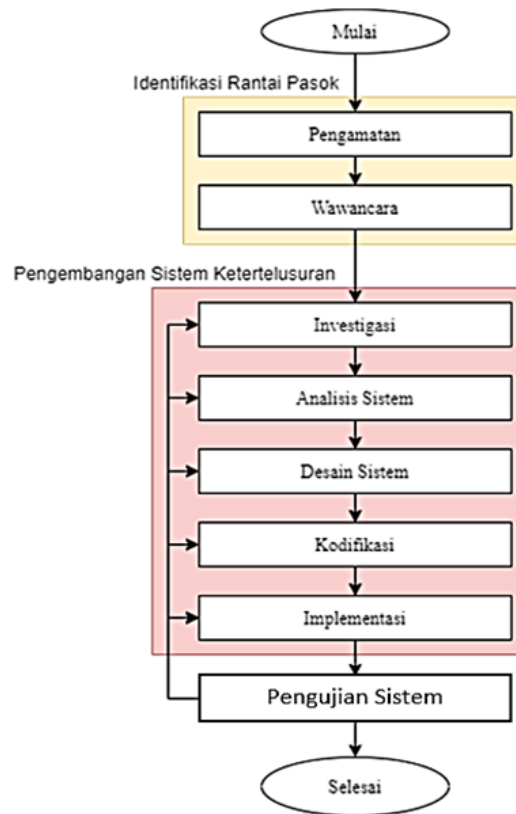
Berbagai penelitian telah mengintegrasikan konsep rantai pasok dan teknologi digital. Lin *et al.* (2017) mengusulkan *e-agriculture* dengan memanfaatkan penggunaan *blockchain* yang dipadukan dengan teknologi informasi dan komunikasi (ICT). Kumar dan Iyengar (2017) menghasilkan usulan skenario *blockchain* pada rantai pasok beras. Skenario yang disusun mampu membantu meningkatkan efisiensi rantai pasok beras dengan menyediakan sistem penelusuran yang merekam semua peristiwa yang terjadi dalam pasokan beras, dan oleh karenanya mampu memonitor keamanan dan mutu beras. Di Indonesia, Munthe (2016) telah membuat rancang bangun sistem ketertelusuran ayam broiler berbasis *Quick Response (QR) Code Android* dan *Web*, sedang Taqwa (2018) membuat rancang bangun sistem *QR Code* berbasis *Web* untuk pengembangan ketertelusuran beras.

Bertolak dari konteks tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memetakan rantai pasok kopi di Pulau Sumatra dan Jawa serta mengembangkan prototipe sistem ketertelusuran berbasis teknologi informasi. Sistem ini diharapkan mampu memastikan mutu produk, meningkatkan transparansi, mengidentifikasi sumber permasalahan, mendukung praktik produksi berkelanjutan, meningkatkan pendapatan petani, serta memenuhi standar regulasi nasional dan internasional. Dengan sistem ini, asal-usul biji kopi dapat dilacak hingga ke petani tertentu, sehingga memungkinkan pengawasan mutu dan praktik pertanian terbaik. Selain itu, konsumen memperoleh kepercayaan melalui transparansi penuh perjalanan kopi dari kebun hingga ke cangkir.

## METODE

Penelitian ini terbagi menjadi tiga proses utama: identifikasi rantai pasok, perancangan dan pengembangan sistem ketertelusuran, serta pengujian efektivitas sistem. Identifikasi rantai pasok dilakukan melalui pengamatan langsung dan wawancara. Pengembangan sistem

ketertelusuran mengikuti model *System Development Life Cycle (SDLC)* yang dimodifikasi dari O'Brien dan Marakas (2006), mencakup tahapan investigasi, analisis sistem, desain sistem, kodifikasi, dan perbaikan. Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian dan survei yang melibatkan pemangku kepentingan. Secara garis besar tahapan penelitian digambarkan seperti pada Gambar 1.



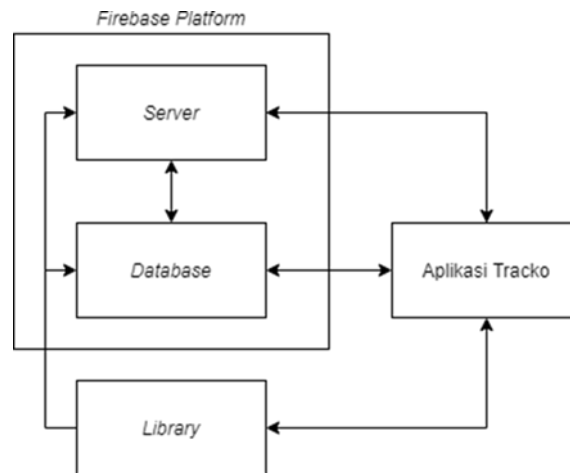
Gambar 1 Tahapan penelitian

Identifikasi rantai pasok dilakukan dengan pengamatan terhadap kegiatan di areal perkebunan, pasar dagang (pengumpul, pedagang kecamatan, pedagang besar), dan pabrik pengolahan kopi. Wawancara dengan petani, pengumpul, pedagang besar, dan pabrik pengolahan dilakukan menggunakan kuesioner yang disiapkan. Ada tiga jenis kuesioner, masing-masing untuk petani, pedagang pengumpul dan pedagang besar, serta pabrik pengolahan. Informasi yang digali antara lain mencakup identitas responden, varietas kopi dan aspek-aspek budidaya kopi, alur pemasaran, penanganan pasca panen kopi yang dilakukan oleh masing-masing komponen rantai pasok, serta pengolahan biji kopi. Selain itu, untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang rantai pasok dan informasi tambahan dilakukan wawancara bebas dengan ketua kelompok tani dan ketua gabungan kelompok tani (gapoktan).

Investigasi dilakukan untuk mengidentifikasi informasi yang dibutuhkan dalam sistem sehingga menghasilkan luaran yang diharapkan. Analisis sistem meliputi penentuan kebutuhan sistem (masukan, proses, kontrol, penyimpanan, dan luaran), serta analisis kelayakan teknis, ekonomis, dan organisasional. Rancangan sistem dibagi menjadi beberapa komponen, yaitu basis data, *server*, *library*, dan aplikasi. Hubungan antar komponen sistem disajikan pada Gambar 2.

Implementasi sistem menggunakan *platform Firebase Development* yang menyediakan basis data, *server*, autentikasi pengguna, dan fitur lainnya yang terintegrasi. *Library* yang digunakan untuk fungsi-fungsi berulang dibangun menggunakan *QR Code generator*. Kodifikasi dilakukan menggunakan *Android Studio* untuk aplikasi dan layanan *Firebase Development Platform* untuk basis data yang diakses melalui browser *Firefox*, sehingga sistem ketertelusuran dapat diakses menggunakan komputer atau telepon pintar. Basis data yang

digunakan adalah *Document Oriented Database (DOD)*, yang menyimpan setiap data dalam dokumen. Menurut Truica *et al.* (2015), DOD umumnya merangkul dan mengenkripsi data menggunakan format standar seperti XML, YAML, JSON, BSON, PDF, dan dokumen MS Word.



Gambar 2 Hubungan antar komponen sistem ketertelusuran

Pengujian sistem terdiri atas tiga tahap: pengujian *alpha*, pengujian *beta*, dan perbaikan (Pressman dan Maxim 2015). Pengujian *alpha* dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan kodifikasi (*bug*) yang dapat mengganggu fungsi utama sistem dan memastikan bahwa semua fungsi utama sistem bekerja dengan baik sebelum sistem diuji oleh pengguna eksternal. Pengujian beta adalah bentuk pengujian eksternal yang dilakukan oleh sejumlah pengguna akhir (*end users*) dalam kondisi nyata, setelah pengujian alpha selesai. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin tidak terdeteksi selama pengujian alpha dan mengevaluasi kegunaan dan pengalaman pengguna (*user experience*). Pengujian beta dilakukan dengan uji coba penggunaan sistem oleh empat pengguna akhir yang berperan sebagai aktor dalam rantai pasok kopi, masing-masing 2 orang petani, 2 orang pengepul, 1 pedagang besar, dan 1 pabrik pengolahan, dilanjutkan dengan wawancara langsung menggunakan kuesioner. Penilaian dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu kemudahan penggunaan sistem (desain grafis, tata letak, komposisi warna, gambar, teks, dan kelengkapan lainnya) dan efektivitas sistem.

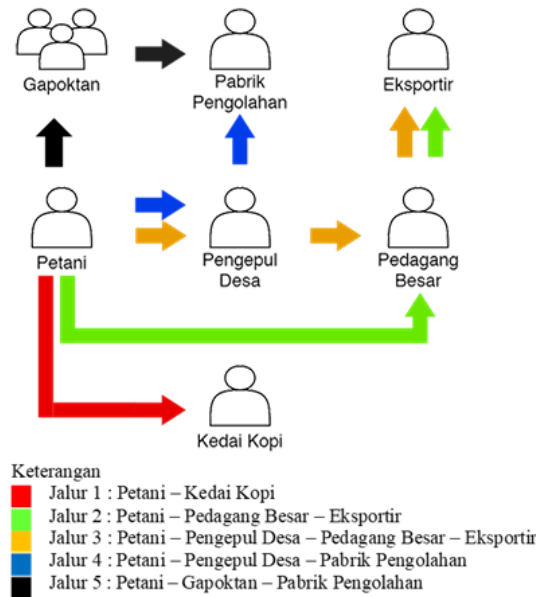
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rantai Pasok Kopi di Sentra Produksi Sumatra dan Jawa

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan wawancara dengan responden di sentra produksi kopi di Sumatra dan Jawa, rantai pasok kopi melibatkan beberapa jalur distribusi dan sejumlah aktor. Aktor-aktor ini terdiri dari lembaga dan individu yang terlibat dalam aliran produk dan informasi. Secara umum, rantai pasok kopi di Jawa dan Sumatra mirip dengan rantai pasok produk pertanian lainnya. Terdapat tujuh aktor utama dalam rantai pasok kopi, yaitu petani, pengepul desa, pedagang besar, pabrik pengolahan, eksportir, dan kedai kopi. Hubungan antara aktor rantai pasok kopi di Pulau Sumatra dan Jawa disajikan pada Gambar 3, dengan catatan bahwa jalur 5 belum signifikan berkembang di Pulau Sumatra.

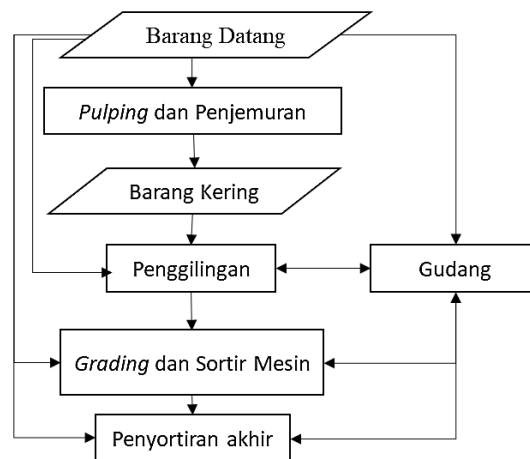
Rantai pasok dimulai dari petani yang melakukan panen raya, biasanya pada bulan Januari serta Juli di Lampung, dan bulan Februari dan Agustus di Jawa Timur. Panen raya dilakukan bersama-sama selama satu hingga dua hari tergantung jumlah buah matang. Petani umumnya mengolah kopi dengan proses kering dan menjualnya sebagai kopi gabah (hs) atau kopi beras, meskipun ada yang menjualnya sebagai buah kopi (kopi ceri). Kopi hs dan beras biasanya disimpan di rumah masing-masing sebelum disortasi dan dikeringkan. Setelah sortasi, petani

melakukan pengeringan secara tradisional dengan menjemur kopi di halaman rumah atau area lapang desa. Setelah kering, kopi dikupas secara manual menghasilkan kopi beras yang siap dijual. Petani menjual produk mereka ke pengepul desa, pedagang besar, dan pabrik pengolahan, seringkali melalui Gapoktan jika tergabung dalam kelompok tersebut. Beberapa petani juga menjual kopi beras atau kopi sangrai langsung ke kedai kopi.



Gambar 3 Skema rantai pasok kopi di Pulau Sumatra dan Jawa

Di pabrik pengolahan kopi, kegiatan produksi dimulai dari penerimaan bahan baku kopi, bisa berupa kopi buah, kopi hs, atau kopi beras, kemudian masuk ke gudang penyimpanan, atau langsung dilanjutkan dengan proses pengeringan, penggilingan, penyortiran, hingga menjadi barang yang siap kirim. Aliran material suatu bahan bergantung pada bentuk dan kondisi barang pada saat penerimaan barang. Skema aliran material barang di pabrik pengolahan kopi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Skema aliran barang pada proses pengolahan di pabrik

### Analisis Kebutuhan Informasi

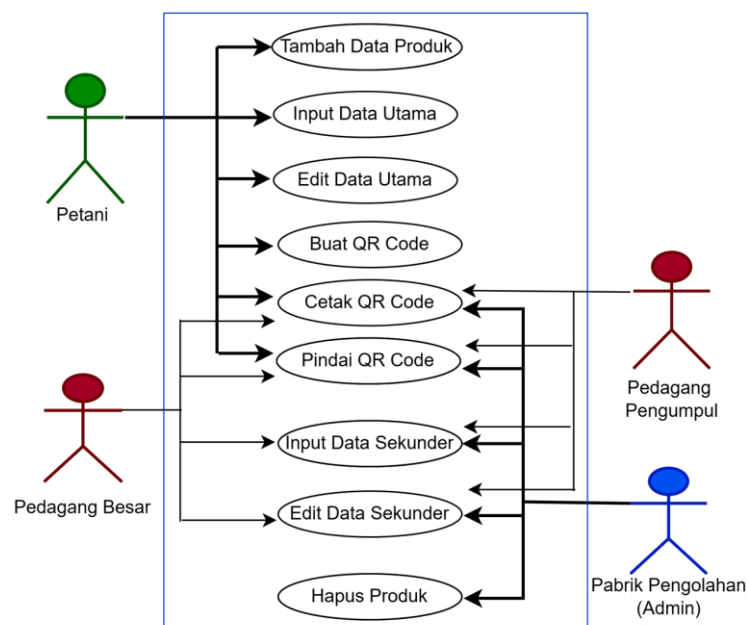
Berdasarkan hasil identifikasi rantai pasok di kedua sentra produksi kopi serta wawancara dengan petani, pengepul desa, pedagang besar, dan pabrik pengolahan, informasi yang diperlukan untuk sistem ketertelusuran mencakup informasi pemangku kepentingan (pengguna) dan informasi produk kopi. Informasi pengguna diperlukan untuk melacak perjalanan produk dari petani hingga pabrik pengolahan, sementara informasi produk

diperlukan untuk mendokumentasikan setiap tahap proses. Kedua informasi ini membantu mengidentifikasi lokasi produk dan mengidentifikasi akar masalah jika terjadi cacat atau penurunan mutu.

Dalam sistem ketertelusuran kopi, setiap tahap produksi mencatat informasi penting seperti varietas, ketinggian tanam, tahun tanam, daerah tanam, pupuk, tanggal panen, berat panen, jenis produk, insektisida, dan proses pascapanen pada tingkat petani. Sedangkan pada tingkat pengepul, pedagang besar, dan pabrik pengolahan, data yang dicatat mencakup tanggal penerimaan, jumlah, jenis produk, proses pascapanen, dan proses pengolahan kopi.

### Rancang Bangun Sistem Ketertelusuran Kopi

Rancangan sistem ketertelusuran kopi diilustrasikan melalui diagram *use case* untuk memahami fungsionalitasnya sesuai kebutuhan setiap pengguna, yang dapat dilihat pada Gambar 5. Ada empat pengguna dalam sistem ini: petani, pengepul, pedagang besar, dan pabrik pengolahan, yang juga bertindak sebagai administrator. Petani memegang peran dalam membuat data utama produk dan QR Code, sementara pengepul, pedagang besar, dan pabrik pengolahan berperan dalam *input* dan mengubah data sekunder terkait proses pasca panen dan pengolahan kopi.



Gambar 5 Diagram *use case* sistem ketertelusuran kopi

Dalam penerapannya, dua prakondisi penting harus dipenuhi. Pertama, tidak boleh ada pencampuran produk kopi di setiap tahapan rantai pasok untuk memastikan validitas data ketertelusuran. Kedua, harus ada pengaturan mekanisme kerjasama para pelaku utama sebagai pengguna sistem ketertelusuran.

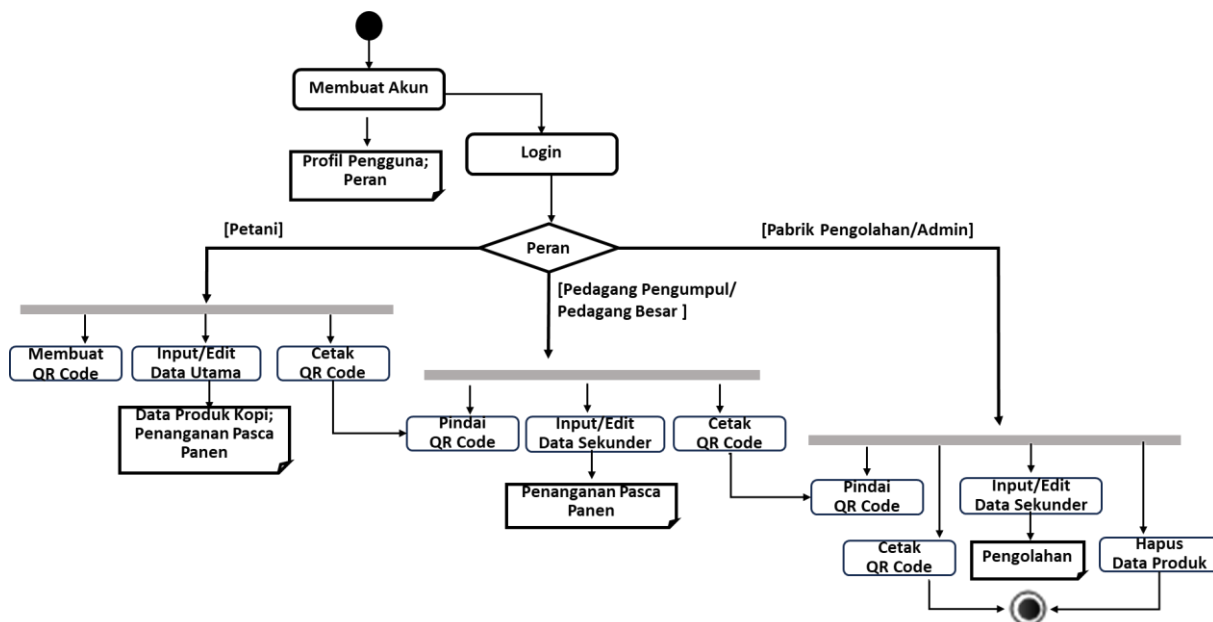
Selanjutnya, perancangan sistem melibatkan langkah-langkah seperti *login*, desain menu utama, desain basis data, desain antarmuka, dan *logout*. Diagram alir rancangan aplikasi sistem ketertelusuran ini dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 6.

Aplikasi memerlukan sistem autentikasi pengguna untuk menentukan hal yang dapat dilakukan oleh pengguna tertentu dalam rangka pengamanan data. Setiap pengguna ditentukan hak aksesnya, berbeda satu dengan yang lain. Sebagai contoh, pabrik pengolahan tidak dapat memasukkan data ke dalam sistem yang seharusnya dimasukkan oleh petani. Autentikasi pengguna ini diatur oleh *Firebase Development Platform*.

Perancangan antarmuka dilakukan menggunakan Android Studio dengan berkas XML untuk setiap *activity*. Antarmuka ini digunakan oleh semua pengguna sesuai perannya dalam rantai pasok. Pabrik pengolahan memiliki akses penuh melalui layanan *Firebase*. Halaman pertama yang akan diakses adalah halaman *login*, yang diperlukan untuk melakukan

autentikasi pengguna dan menentukan level akses. Proses *login* memerlukan email dan *password* yang telah didaftarkan di *Firebase*.

Setelah *login*, pengguna diarahkan ke halaman utama yang terdiri dari empat komponen utama: identitas pengguna, level pengguna dalam rantai pasok, data statistik transaksi bisnis tahun berjalan, dan menu utama. Menu utama mencakup profil, statistik, *QR Code*, dan tentang aplikasi. Level dan otoritas pengguna akan disesuaikan secara otomatis. Misalnya, terkait hak pengguna atas *QR Code*. Menu *QR Code* terdiri atas tiga sub menu, yaitu menu Buat Produk, menu Daftar Produk, dan Pindai Produk. Sub menu Buat Produk hanya berfungsi pada level pengguna petani, dan oleh karenanya sub menu ini akan dinonaktifkan untuk level pengguna pengepul, pedagang besar, dan pabrik pengolahan. Halaman Buat Produk digunakan untuk memasukkan data produk baru beserta seluruh atribut di tingkat petani. Sub menu Daftar Produk berfungsi untuk petani, pedagang dan pabrik pengolahan. Menu ini ditujukan untuk melihat semua produk yang pernah dibuat oleh petani dan berisikan informasi setiap produk dan *QR Code* produk tersebut. Sub menu Pindai *QR Code* yang ditujukan untuk memindai kode produk yang sudah ada, dapat diakses oleh semua level pengguna untuk melihat data produk, sementara petani, pedagang, dan pabrik pengolahan dapat melakukan modifikasi/penambahan data terkait atribut pada ranah yang menjadi otoritasnya.



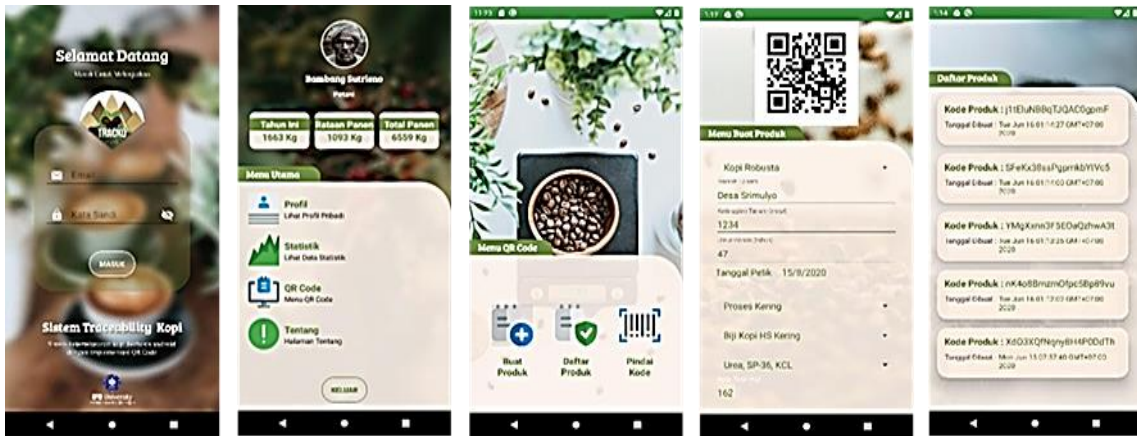
Gambar 6 Diagram alir aplikasi sistem ketertelusuran kopi

### Implementasi Sistem Ketertelusuran

Dari kodifikasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak android studio dengan bahasa pemrograman Java, Kotlin, dan XML pada aplikasi dan layanan *Firebase Development Platform* telah dihasilkan program aplikasi sistem ketertelusuran kopi yang dapat diakses pengguna menggunakan komputer atau telepon pintar. Dari halaman utama, pengguna bisa mengakses berbagai halaman sesuai menu yang dipilih. Misalnya, menu statistik menampilkan data statistik tahunan pengguna yang diperbarui setiap kali ada transaksi. Informasi statistik ini diambil dari basis data dokumen *statistics*. Menu *QR Code* memiliki tiga sub menu: buat produk, lihat produk, dan pindai produk.

Sub menu buat produk hanya disediakan untuk petani dan digunakan untuk memasukkan data produk baru seperti jenis kopi, daerah tanam, ketinggian, umur pohon, tanggal panen, proses pascapanen, jenis produk akhir, pupuk, dan berat produk. Data ini disimpan dalam dokumen *products*. Sub menu lihat produk ditujukan untuk petani dan pabrik pengolahan, menampilkan semua produk yang pernah dibuat dengan informasi produk dan *QR Code*-nya, serta fitur unduh *QR Code*. Sub menu pindai *QR Code* digunakan oleh semua level pengguna untuk memindai kode produk yang ada dan mengganti informasi produk. Pemindaian dilakukan

dengan kamera telepon pintar, dan *library* akan memproses kode tersebut untuk mendapatkan kode unik produk. Untuk keamanan dan perlindungan data pengguna, semua transaksi data terenkripsi via HTTPS dan disimpan di Firestore dengan aturan akses berbasis peran. Gambar 7 menunjukkan contoh-contoh rancangan antarmuka sistem ketertelusuran.



Gambar 7 Contoh rancangan antar muka sistem ketertelusuran kopi

### Pengujian Sistem Ketertelusuran

Pengujian *alpha* dilakukan pada 4 perangkat telepon pintar Android dengan spesifikasi yang berbeda. Tabel 1 menampilkan ringkasan hasil pengujian.

Tabel 1 Ringkasan hasil pengujian *alpha*

No	Modul	Hasil Pengujian Pada Perangkat			
		a	b	c	d
1	<i>Login</i> pengguna	✓	✓	✓	✓
2	Verifikasi informasi pengguna pada halaman <i>login</i>	✓	✓	✓	✓
3	Menampilkan foto pengguna pada halaman utama	✓	✓	✓	✓
4	Menampilkan nama pengguna pada halaman utama	✓	✓	✓	✓
5	Menampilkan 3 data statistik pada halaman utama	✓	✓	✓	✓
6	Menampilkan data pengguna pada halaman profil	✓	✓	✓	✓
7	Input data pada halaman profil	✓	✓	✓	✓
8	Memperbarui data pada halaman profil	✓	✓	✓	✓
9	Menampilkan statistik pada halaman statistik	✓	✓	✓	✓
10	Input data pada halaman <i>QR Code</i>	✓	✓	✓	✓
11	Menyimpan berkas <i>QR Code</i> pada halaman <i>QR Code</i>	✓	✓	✓	✓
12	Mengunggah berkas <i>QR Code</i> pada halaman <i>QR Code</i>	✓	✓	✓	✓
13	Menampilkan semua produk pengguna pada halaman produk	✓	✓	✓	✓
14	Menyimpan berkas <i>QR Code</i> pada halaman produk	✓	✓	✓	✓
15	Memindai <i>QR Code</i> produk pada halaman pindai <i>QR Code</i>	✓	✓	✓	✓

Keterangan: ✓ = Sistem berjalan dengan baik

Pengujian *alpha* menunjukkan bahwa semua perangkat pengujian tidak mengalami kesalahan saat mencoba semua parameter yang diberikan, menunjukkan tidak ada kesalahan dalam kode aplikasi atau kesalahan yang sudah diperbaiki. Pengujian memberikan dua saran: menambahkan halaman pelaporan untuk masalah pengguna akhir dan keterangan saat *login* gagal.

Pengujian *beta* dilakukan pada pengguna akhir (petani, pengepul, pedagang besar, dan pabrik pengolahan) sebelum peluncuran aplikasi. Hasil pengujian beta menunjukkan aplikasi mudah digunakan dengan respons pengguna yang baik. Namun, ukuran teks pada halaman statistik dinilai terlalu kecil oleh petani. Aplikasi dinilai cukup efektif oleh petani, pengepul,



dan pedagang besar, tetapi kurang efektif oleh pabrik pengolahan karena data statistik dan informasi rincian proses belum lengkap.

Pabrik tertarik menggunakan sistem, tetapi mereka menginginkan informasi pascapanen yang lebih lengkap, termasuk analisis nilai tambah pada tahapan proses yang dilalui dalam rantai pasok, tampilan khusus untuk data keseluruhan, dan informasi seluruh pengguna akhir yang terdaftar. Nilai tambah adalah selisih antara nilai *output* dan nilai *input*, umumnya mencakup biaya bahan dan pengolahan (Hidayat *et al.* 2012). Perbaikan yang diperlukan meliputi penyesuaian ukuran teks di halaman statistik, perbaikan basis data di kolom pascapanen untuk informasi lengkap, penambahan grafik bulanan di halaman statistik, dan penambahan menu utama pabrik yang hanya terlihat oleh pengguna level pabrik pengolahan. Selain itu juga perlu dipertimbangkan perluasan penggunaan sistem ketertelusuran, mencakup eksportir, kedai kopi/*cafe*, dan konsumen akhir.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa rantai pasok kopi dimulai dari petani yang melakukan panen dan pengolahan seperti sortasi, pengeringan, dan penyangraian. Di Sumatra dan Jawa, terdapat lima jalur utama, yaitu petani ke kedai kopi; petani ke pedagang besar lalu eksportir; petani ke pengepul desa ke pedagang besar lalu eksportir; petani ke pengepul desa lalu pabrik pengolahan, dan Gapoktan ke pabrik pengolahan. Sistem ketertelusuran menggunakan layanan *Firebase* dan aplikasi dengan *QR Code* berhasil dikembangkan, dengan pengguna utama petani, pengepul, pedagang besar, dan pabrik pengolahan, administrasi dilakukan oleh pabrik pengolahan kopi. Hasil pengujian *alpha* menunjukkan aplikasi berjalan baik, sedangkan hasil pengujian *beta* mengungkapkan aplikasi mudah digunakan, dinilai cukup efektif memenuhi kebutuhan petani, pengepul, dan pedagang besar, namun masih memerlukan penyempurnaan untuk memenuhi kebutuhan pabrik pengolahan secara efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi, Luas area, Volume Ekspor Kopi Di Indonesia (ID): BPS.
- Hidayat S, Marimin, Suryani A, Sukardi, Yani M. 2012. Modifikasi Metode Hayami untuk Perhitungan Nilai Tambah pada Rantai Pasok Agroindustri Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22(1): 22-31.
- Kot S. 2018. Sustainable Supply Chain Management in Small and Medium Enterprises. *Sustainability*. 10(4): 1-19. <https://doi.org/10.3390/su10041143>
- Kumar MV and Iyengar NCS. 2017. A Framework for Blockchain Technology in Rice Supply Chain Management. *Adv. Sci. Technol. Lett.* 146: 125-130.
- Lin YP, Petway JR, Anthony J, Mukhtar H, Liao SW, Chou CF, and Ho YF. 2017. Blockchain: The Evolutionary Next Step for ICT e-agriculture. *Environments*. 4(3): 50.
- Munthe ST. 2016. Rancang Bangun Sistem Traceability Ayam Broiler Berbasis Quick Response (QR) Code Mobile Android dan Web [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- O'Brien JA and Marakas GM. 2006. *Management Information Systems*. Boston (US): McGraw-Hill Irwin.
- Pressman RS and Maxim BR. 2015. *Software Engineering: A Practitioner's Approach (8th ed.)*. New York (US): McGraw-Hill Education.
- Razak G M, Hendry LC, & Stevenson M. 2021. Supply Chain Traceability: A Review of The Benefits and Its Relationship with Supply Chain Resilience. *Production Planning & Control*. 34(11): 1114–1134. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1983661>.
- Regattieri A, Gamberi M, Manzini R. 2007. Traceability of Food Products: General Framework and Experimental Evidence. *J Food Eng.* 81(2): 347–356. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.10.032.

- Taqwa MI. 2018. Rancang Bangun Sistem QR Code Berbasis Web untuk Pengembangan Sistem Traceability Beras [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Truica C, Radulescu F, Boicea A, Bucur I. 2015. Performance Evaluation for Crud Operations in Asynchronously Replicated Document Oriented Database. *ICCSCE*. 20: 191-196. doi: 10.1109/CSCS.2015.32.g.