

## DIGITALISASI SISTEM TRACEABILITY DAN KEBERLANJUTAN AGROINDUSTRI PANGAN: TELAAH KRITIS LITERATUR

### FOOD AGROINDUSTRY DIGITIZATION TRACEABILITY AND SUSTAINABILITY SYSTEM: A CRITICAL REVIEW LITERATURE

Yusriana<sup>1)\*</sup> dan Rachman Jaya<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala  
Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia  
Email: [yusriana@unsyiah.ac.id](mailto:yusriana@unsyiah.ac.id)

<sup>2)</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh, Jl. Panglima Nyak Makam No. 27  
Lampineung, Banda Aceh, Indonesia 23125, Indonesia

Makalah: Diterima 6 Mei 2022; Diperbaiki 15 Agustus 2022; Disetujui 10 Agustus 2022

#### ABSTRACT

Nowadays, the food consumers claim on quality specification and authentication on food product is very important fulfilled by agroindustry. Certainly both of this will improve the sustainability of business the agroindustry. The objectives of this research were to determine an existing condition and main topics of the traceability and authentication system for the future research in food-agroindustry. Research approach was deeply literature review (desk-study) on several research based on the traceability system. The cluster technique was implemented to analyze the scientific paper. It was divided into two clusters, namely conventional and digital traceability systems. Each cluster was assessed substance, time-period and methodology as well as the contribution for agroindustry development to find the state of the art on scientific of traceability system in food supply chain. Finally, to share an illustration on implementation, assessment in agroindustry cacao and arabica Gayo coffee commodities were delivered.

Key words: food agroindustry, traceability, digitization

#### ABSTRAK

Saat ini tuntutan konsumen terhadap mutu dan keautentikan produk pangan menjadi titik kritis untuk dipenuhi oleh agroindustri, yang tentunya akan meningkatkan aspek keberlanjutan bisnis agroindustri tersebut. Tujuan kajian ini adalah memetakan kondisi terkini dan topik-topik penting untuk penelitian mendatang pada lingkup sistem digitalisasi *traceability* dan autentifikasi pada agroindustri pangan. Secara teknis, kajian ini bersifat telaah mendalam (*desk-study*) terhadap penelitian-penelitian berbasis sistem *traceability*, yang dikelompokkan pada berdasarkan sistem konvensional dan digital. Selanjutnya dianalisis secara mendalam berdasarkan substansi dan metodologi serta kontribusi penelitian bidang agroindustri pangan pada kurun waktu tertentu (*time-frame*) sehingga dapat ditunjukkan *state of the art* kajian, terutama bidang kelimuan sistem *traceability* dalam rantai pasok produk pangan. Pada bagian akhir untuk memberikan ilustrasi terhadap implementasi kajian, disampaikan secara singkat pengembangan model sistem digital *traceability* pada komoditas kakao Aceh dan kopi arabika Gayo.

Kata kunci: agroindustri pangan, *traceability*, digitalisasi

#### PENDAHULUAN

Saat ini agroindustri pangan memegang peranan penting dalam keberlanjutan suatu bangsa, hal ini semakin nyata saat dan pasca pandemi Covid-19 melanda seluruh dunia, tidak terkecuali Indonesia. Pangan merupakan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi untuk menjaga eksistensi manusia (*mandkind*) atau bangsa (*nation*) itu sendiri disamping pertahanan dan energy. Secara operasional, agroindustri adalah industri yang mengolah bahan baku pertanian menjadi produk pangan dan non-pangan jadi atau setengah jadi serta mengantarkannya sampai ke konsumen akhir (Brown, 1994; Ardiansyah *et al.*, 2021). Dengan semakin meningkatnya pengetahuan konsumen terhadap suatu produk pangan (*consumer-value*) terhadap mutu dan autentifikasi, maka pihak prod usen dalam hal ini

agroindustri pangan harus mampu beradaptasi dengan kondisi tersebut, salah satunya adalah dengan mengaplikasi inovasi teknologi sistem *traceability* dalam pengelolaan sistem rantai pasoknya yang saat ini telah menjadi salah satu pilar keberlanjutan agroindustri pangan tersebut (Gambar 1).

Sistem *traceability* merupakan adalah suatu pendekatan dan metodologi yang dapat diterapkan oleh agroindustri pangan untuk melakukan pelacakan terhadap produk yang dihasilkan secara menyeluruh. Kondisi saat ini, umumnya agroindustri pangan belum sepenuhnya menerapkan sistem *traceability*, walaupun ada masih bersifat konvensional dengan pengertian bersifat statis (*not real-time*) dan tidak terhubung (*not connected*) seluruh pelaku yang terlibat. Proses pelacakan mencakup seluruh aktivitas, asal usul, dan karakteristik mutu produk pangan yang dilakukan pada seluruh sistem produksi,

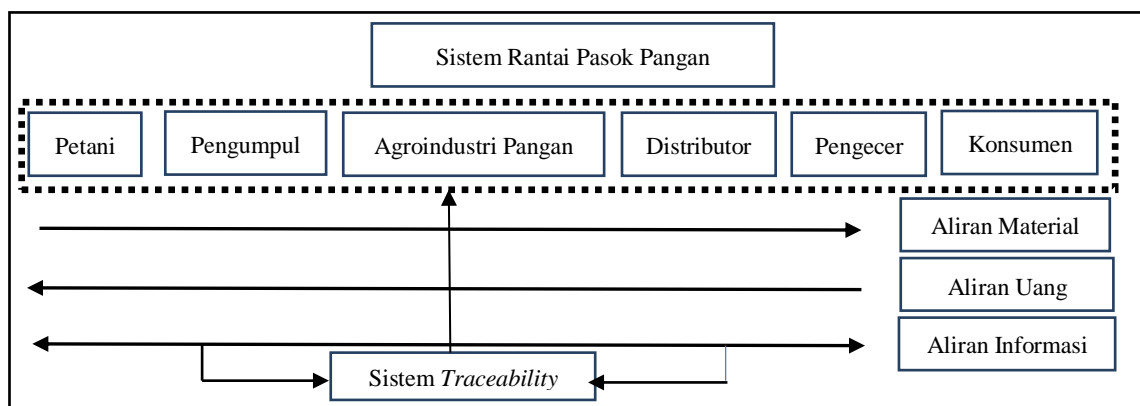
termasuk juga para aktor yang terlibat (Yusriana *et al.*, 2016). Pada sisi yang lain sistem *traceability* merupakan alat bantu manajemen untuk melakukan aktivitas pendokumentasian terhadap seluruh proses produksi dan sifat atau karakteristik produk yang dihasilkan (Karlsen dan Olsen, 2011), walaupun beberapa lembaga yang berkaitan dengan legalitas suatu standar mutu telah mendefinisikan tentang sistem *traceability*, misalnya *International Standardization Organization (ISO) 8402 (1994)*, *ISO 9000* dan *ISO 2025*, *Codex Alimentarius Commission Procedural Manual (FAO/WHO, 1997)* serta Uni-Eropa (EU) melalui *General Food Law (GFL), 178/2002 (Olsen dan Borit, 2013)*.

Berdasarkan uraian tersebut dapat dikatakan bahwa sistem *traceability* merupakan proses manajemen pada level strategis, taktis dan operasionan. Output penerapan sistem ini berupa informasi mengenai asal usul (*country of origin*), karakteristik produk dan pelaku yang terlibat pada sistem rantai pasok (Bevilacqua *et al.*, 2009), selain itu dengan melakukan implementasi sistem *traceability* pada setiap tahapan dalam proses produksi dapat dideteksi secara efektif dan efisien (Diallo *et al.*, 2016) jika terjadi kesalahan (gagal produk) untuk segera diperbaiki, termasuk juga jika harus dilakukan penarikan (*recalls*) produk yang sudah terlanjur dipasarkan (Pouliot dan Sumner, 2010; Saltini dan Akkerman, 2012). Operasionalisasi pada sistem *traceability* berkaitan erat dengan isu keamanan pangan, sosial dan lingkungan dan tentunya juga reputasi dari agroindustri pangan yang memproduksi pangan tersebut. Dengan pelaksanaan sistem produksi pangan yang efektif dan efisien tentunya juga akan meningkatkan aspek keberlanjutan dari agroindustri (Scholten *et al.*, 2016; Garcia-torres *et al.*, 2019; Hoque *et al.*, 2022).

Operasionalisasi sistem *traceability* dalam agroindustri pangan telah melalui transformasi teknis sejak awal dekade tahun 1950-an, tepatnya pasca

perang dunia ke II yang ditandai dengan semakin meningkatnya volume produksi dan cakupan wilayah pemasaran produk pangan. Pada awalnya sistem *traceability* hanya dilakukan secara manual (konvensional) melalui pencatatan harian (*daily manual-book*) terhadap suatu sistem produksi, tentunya hal ini sangat sulit untuk dipertahankan ketika volume produksi dan cakupan wilayah pemasaran semakin besar dan luas. Inovasi sistem informasi berbasis komputer dan jaringan internet tentunya berbagai kendala dalam sistem *traceability* konvensional dapat diatasi secara efektif dan efisien melalui pengembangan sistem digitalisasi.

Dalam perspektif sistem *traceability*, digitalisasi berhubungan erat dengan pengembangan Produk Manajemen Data (PMD) yang sesuai dengan standarisasi dari suatu entitas bisnis agroindustri pangan dalam sistem rantai pasok (Campos dan Miguez, 2006; Liu dan Gou, 2016) dengan mengaplikasikan pendekatan era-industri 4.0 (Razak *et al.*, 2021). Dengan mengembangkan sistem *traceability* digital, agroindustri pangan dapat melakukan pertukaran informasi secara *real-time* antar sesama entitas bisnis yang terlibat (*value-chain producer and supplier*), demikian juga dengan konsumen (*value-chain from consumers*). Berkaitan dengan hal tersebut, Betti *et al.*, (2021) menyatakan bahwa 40% konsumen produk pangan dunia menginginkan pengetahuan yang cukup mengenai asal usul (*country of origin*) dan autentifikasi produk yang mereka konsumsi. Beberapa penelitian yang membahas tentang pengembangan sistem *traceability* digital pada agroindustri pangan antara lain Saltini dan Akkerman, 2012; Yusriana *et al.*, 2016, pada komoditas kakao, Vikaliana *et al.*, (2021) pada buah-buahan, dan Kumperščak *et al.*, 2019; Tessitore *et al.*, 2020 produk pangan serta Purwandoko *et al.*, 2019 dan Zahrah *et al.*, 2021 untuk agroindustri beras serta Hoque *et al.*, 2022.



Gambar 1. Sistem *traceability* produk pangan dalam sistem rantai pasok

## METODE PENELITIAN

### Kerangka Pemikiran

Dasar pemikiran (Gambar 2) dari kajian ini adalah semakin pentingnya informasi detail produk pangan oleh para konsumen dan produsen, terutama yang berkaitan dengan asal usul, spesifikasi mutu, kadaluarsa, dan informasi yang berhubungan dengan keberlanjutan sistem produksi (*green productivity* dan *production*) yang dapat diakses secara *real-time* (Ko *et al.*, 2014). Adanya pertukaran informasi ini tentunya menguntungkan kedua belah pihak, dalam hal ini produsen mendapatkan informasi mengenai keinginan konsumen (*responsiveness*), sehingga produk yang dihasilkan senantiasa berbasis pada keinginan konsumen. Demikian juga dengan pihak konsumen dapat memastikan bahwa agroindustri pangan sebagai produsen menjalankan sistem produksinya berbasis pada pendekatan sistem berkelanjutan (dimensi lingkungan, sosial dan ekonomi) secara berimbang (Jaya *et al.*, 2013).

Penjabaran tersebut tentunya dapat dicapai dengan mengaplikasikan pendekatan sistem *traceability* sebagai salah satu bidang keilmuan dalam sistem rantai pasok pangan melalui instrumen digital (Djatna *et al.*, 2021). Pada dasarnya sistem digitalisasi yang dimaksud pada kajian ini merupakan implementasi beberapa komponen teknologi berbasis sistem informasi dengan pendekatan era-industri 4.0, yaitu sistem komputerisasi dan koneksi internet pada agroindustri pangan. Berkaitan dengan teknis penulisan ilmiah tentunya sangat penting mengemukakan gap dari kajian ini. Pada dasarnya gap kajian dapat dianalisis berdasarkan fakta bahwa kebutuhan entitas agroindustri pangan untuk merubah orientasi bisnis ke arah digitalisasi karena kebutuhan informasi oleh pengguna, dalam hal ini dukungan teknologi informasi yang semakin massif, termasuk juga kapasitas dan jangkauan jaringan internet (*covered-area*) yang semakin luas.

### Ruang Lingkup

Kajian ini bersifat *desk-study* yang didasarkan pada analisis mendalam terhadap publikasi ilmiah

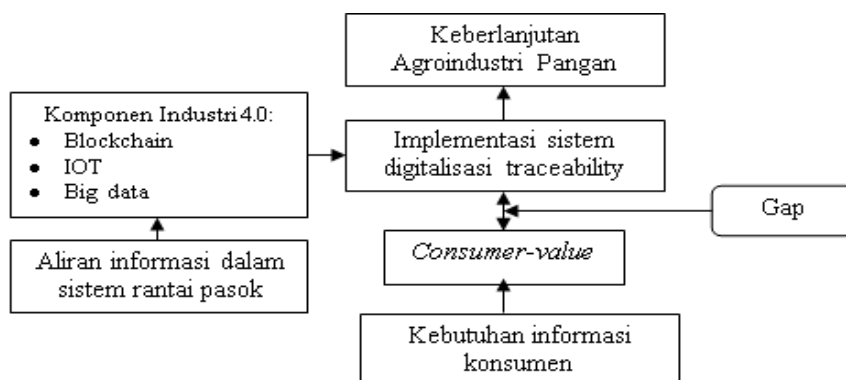
(*research paper*) melalui review literatur yang berkaitan dengan kajian. Publikasi yang menjadi bahan acuan utama berbasis sistem informasi dalam rantai pasok produk pangan, kemudian dispesifikan pada pengembangan sistem *traceability* dengan mengaplikasikan pendekatan era-industri 4.0, komponen inovasi berkaitan dengan *blockchain* dan *internet of thing* (IOT), serta kecerdasan buatan yang kemudian diimplementasi pada sistem *traceability* agroindustri pangan.

### Material

Dikarenakan sifat dari kajian ini berbasis pada review literatur publikasi ilmiah, maka tentunya yang menjadi material adalah beberapa publikasi ilmiah yang diunduh dari portal publikasi ilmiah seperti Scopus, Cross-reef, Google scholar, Ebsco, ProQuest, Sinta-Dikti dan Acedemia.edu. Publikasi ilmiah yang digunakan pada kajian ini umumnya dari penerbit bereputasi, yang sebagian besar dilengkapi dengan *digital object indentified* (DOI) serta pada waktu terbit publikasi sejak sistem *traceability* mulai dibahas sampai dengan sekarang, sehingga dapat ditelaah *state of the art* kajian.

### Tata Laksana Kajian

Secara umum, kajian dilaksanakan melalui beberapa tahapan (Gambar 3) yang dimulai dengan penentuan ide yang dibangun, berdasarkan kajian mendalam terhadap kondisi terkini terhadap adanya dinamika kebutuhan antar pihak produsen (agroindustri pangan) dan konsumen, terhadap peningkatan kinerja bisnis dari produsen dan kepastian (autentifikasi) asal-usul, pemenuhan spesifikasi mutu dan keamanan produk pangan (Dabbene dan Gay, 2011). Pemahaman terhadap substansi kajian dilaksanakan melalui klasterisasi beberapa topik kajian, misalnya pada aspek keilmuan dasar rantai pasok dengan pendalaman pada dinamika perkembangan sistem informasi dari praktik konvensional sampai pada kebutuhan secara *real-time* melalui aplikasi teknologi komputer dan jaringan internet.



Gambar 2. Kerangka pemikiran kajian

Pendalaman pada materi kajian secara terstruktur yaitu berdasarkan masing-masing aspek, termasuk juga perkembangan (sejarah) bidang keilmuan sistem *traceability* pada kurun waktu tertentu, kemudian dilakukan sintesis dan selanjutnya disampaikan ilustrasi pengembangan sistem digitasi *traceability* berbasis komoditas kakao (Yusriana *et al.*, 2015) dan kopi arabika Gayo. Pada akhirnya ditentukan topik-topik utama yang diprediksi menjadi pokok bahasan pada waktu mendatang. Pengguna output kajian tidak hanya kalangan akademisi dan peneliti, tetapi juga untuk pelaku yang mengelola agroindustri pangan, dalam hal teknis dan operasional serta pentingnya pengembangan sistem *traceability* digital untuk meningkatkan aspek keberlanjutan bisnis (Betti *et al.*, 2021).

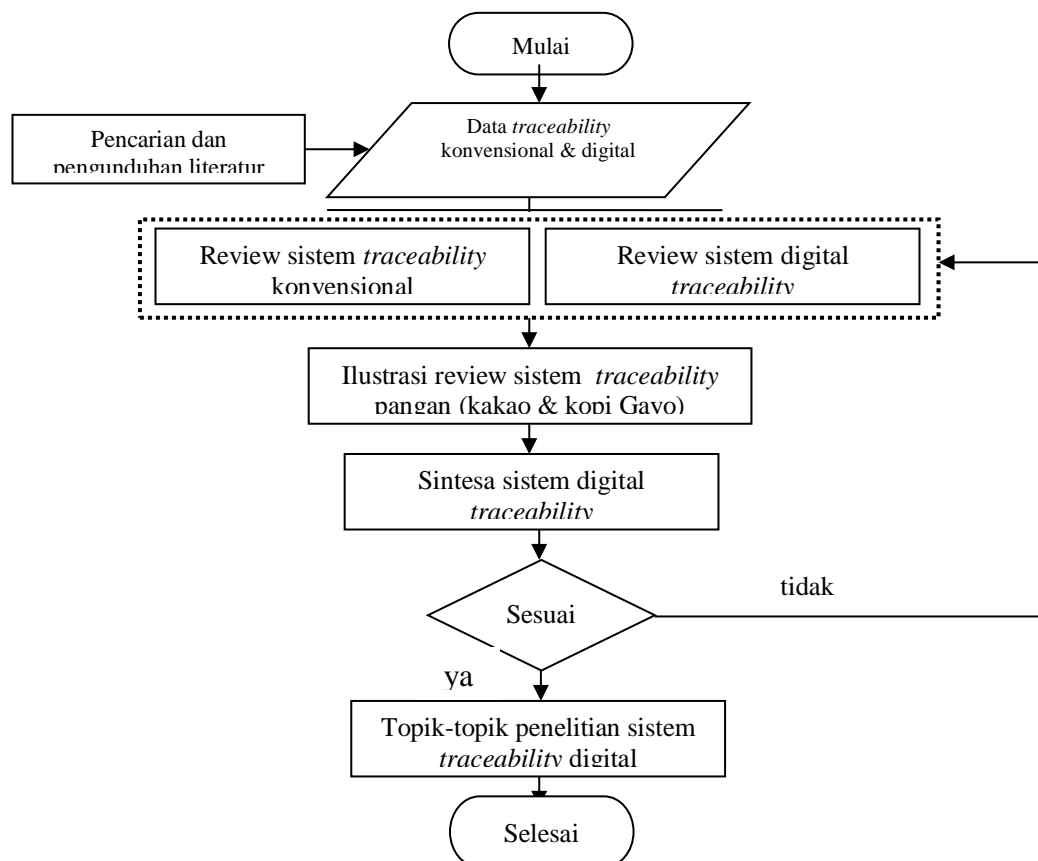
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sejarah Sistem *Traceability*

Sebelum memasuki era modern (komputasi dan digitasi) pada sistem *traceability* rantai pasok produk pangan, belum dilakukan proses pencatatan secara sistematis terhadap sistem produksi pangan. Menurut Monet dan Dey (2018) setelah terjadi

beberapa kejadian luar biasa (*outbreak*) konsumen yang berkaitan dengan produk pangan yang terkontaminasi cemaran bahan berbahaya baik dari fisik, kimia dan biologis termasuk juga akibat polutan dari aspek lingkungan. Misalnya di beberapa negara Eropa dan Amerika Serikat terdapat kontaminan melamin pada telur impor dari China, kemudian pada produk teh susu dan kopi instan, sehingga harus ditarik (*recalled*) dari pasar. Hal ini hanya sebagian kecil kejadian luar biasa terhadap produk pangan yang menyebabkan kerugian pada produsen (kinerja bisnis) dan konsumen (keamanan).

Berdasarkan hal tersebut, kemudian muncul kepekaan para pelaku bisnis pangan untuk membangun sistem *traceability* yang pada dasarnya adalah untuk memastikan bahwa pada aliran informasi sistem rantai pasok, informasi-informasi yang berkaitan dengan produk dalam hal asal usul, mutu, proses produksi, keamanan, termasuk juga dengan aktor yang terlibat dapat diketahui oleh produsen dan konsumen. Olsen dan Borit (2013) serta Monet dan Dey (2018), telah melakukan elaborasi tindak lanjut dari pentingnya pembangunan sistem informasi, misalnya oleh *Codex Alimentarius Commission, Europe Union* bahkan di Inggris secara khusus membentuk *Food Safety Agency (FSA)*.



Gambar 3. Tata Laksana kajian

### Konseptual Sistem Traceability

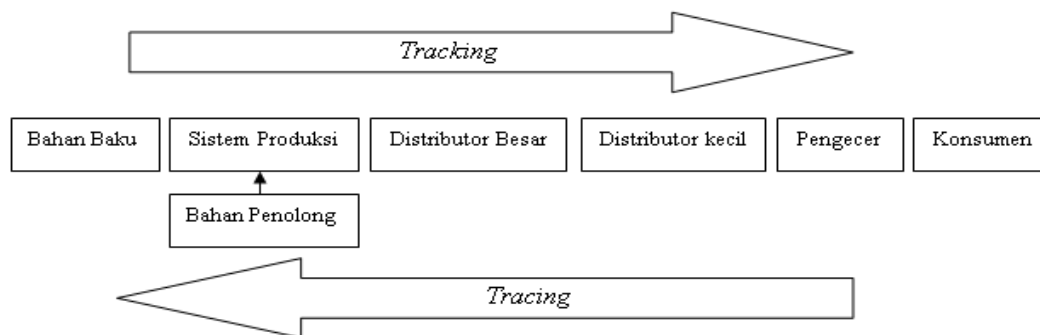
Sintesa sistem *traceability* pada agroindustri pangan yang digali berdasarkan literatur yang telah dibahas pada bab sebelumnya pada dasarnya adalah kemampuan pelacakan dari pihak agroindustri pangan sebagai produsen dalam hal seluruh aktivitas sistem produksi, dan kemudian dilakukan pencatatan secara terstruktur, sistematis, dan terdokumentasi dengan baik (aman) serta mudah dalam menelusurinya kembali (Less, 2003; Karlsen dan Olsen, 2011). Proses pelacakan dalam sistem *traceability* tidak hanya dapat dilakukan oleh produsen atau mitra, akan tetapi dapat juga dilakukan oleh konsumen walaupun konsumen tersebut berada pada lokasi yang sangat jauh (*borderless*) dari produsen.

Pada dasarnya inti dari implementasi sistem *traceability* dalam aliran informasi sistem rantai pasok adalah aktivitas *tracking* dan *tracing* (Gambar 4). Pemahaman terhadap 2 istilah ini mengacu pada kegiatan penelusuran dan pelacakan terhadap suatu produk pangan. *Tracking* berkaitan dengan aktivitas pelacakan ke hulu ke hilir (*downstream*), dengan makna bahwa proses yang dilakukan dari bahan baku utama, bahan penolong, proses produksi sampai menjadi suatu produk pangan. Pada sisi yang lain, *Tracing* berkaitan erat dengan aktivitas pelacakan

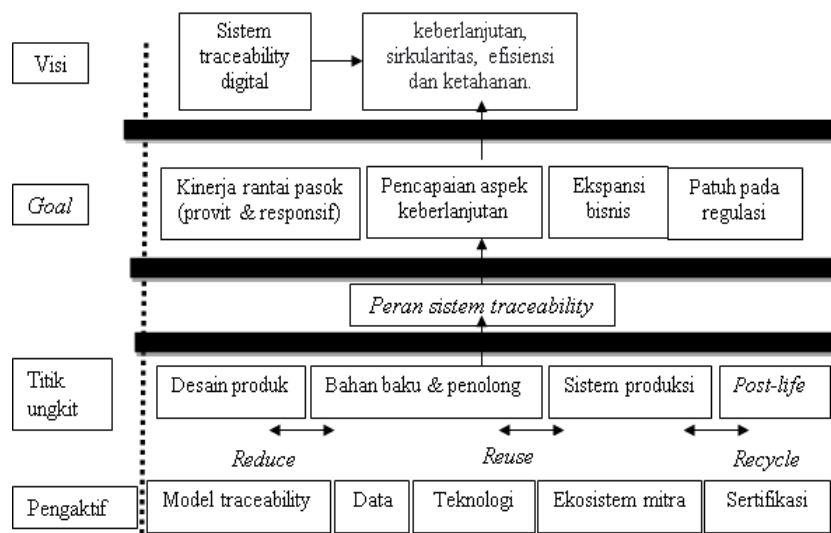
dari hilir ke hulu (*upstream*) terhadap suatu produk pangan ke proses produksi, bahan penolong dan bahan baku utama (Shamsuzzoha *et al.*, 2013; Monet dan Gey, 2018; Hoyer *et al.*, 2019).

### Sistem Traceability dan Keberlanjutan Agroindustri Pangan

Pada era modern sekarang, secara teknis sistem *traceability* terutama pada agroindustri pangan tidak hanya sebatas alat manajemen untuk mengetahui proses transformasi produk dari bahan baku dan mengantarkannya sampai ke konsumen melalui sistem informasi, akan tetapi sistem *traceability* telah menjadi faktor kunci kesuksesan dari proses bisnis (Betti *et al.*, 2021). Menurut Breitfuss *et al.* (2020), sistem *traceability* telah menjadi alat manajemen yang menghubungkan antara tujuan bisnis agroindustri, termasuk ekspansi usaha (internal) dengan upaya pemenuhan ketahanan dan keamanan pangan, efektivitas dan efisiensi sistem rantai pasok, visibilitas dan transparansi, kepatuhan terhadap regulasi, serta upaya perbaikan kualitas lingkungan (eksternal). Secara detail hubungan (*inter-relationship*) internal dan eksternal dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Ilustrasi konseptual *tracking* dan *tracing* sistem *traceability* (Adaptasi Monet dan Gey, 2018)



Gambar 5. Sistem *traceability* dengan keberlanjutan (adaptasi Betti *et al.*, 2021)

Berdasarkan Gambar 5, dapat dijelaskan bahwa pengembangan sistem *traceability* digital seharusnya menjadi visi dari entitas agroindustri pangan untuk mewujudkan keberlanjutan bisnis. Fokus pemahaman adalah pada bagaimana agroindustri mampu mendayagunakan titik ungkit (*leverage*) untuk mengoptimalkan peran dari sistem *traceability* pencapaian tujuan bisnis. Keseluruhan aktivitas dalam sistem produksi pangan harus dijadikan input dalam pengembangan digitalisasi sistem *traceability*, sehingga seluruh aktor pengguna atau yang terlibat dan berkepentingan dapat mengakses serta memberikan masukan (*feedback*) secara *real-time*.

### Desain Model Digitalisasi Sistem *Traceability*

Pertanyaan mendasar yang sering muncul saat proses perencanaan sistem digitalisasi sistem *traceability* adalah seperti apa pengelompokan (klusterisasi) data dari seluruh sistem produksi (*downstream*) dan data dari sebaliknya (*upstream*), yang tentunya kedua aliran informasi membahas aktor produsen dan konsumen, sehingga apa yang dijelaskan sebelumnya bahwa kedua belah pihak memiliki nilai (*value of producer and consumers*) dapat diaktualisasikan dalam sistem aplikasi. Menurut Ediz (2021) pembangunan data-base menjadi sangat penting terhadap hal ini, demikian juga dengan aspek teknis dan operasionalnya misalnya klusterisasi jenis data yang akan digali sebagai input dalam sistem baik dari produsen maupun konsumen (Breitfuss *et al.*, 2020). Secara detail pada Tabel 1 disajikan data-data yang diperlukan dalam pengembangan digitasi sistem *traceability*, termasuk juga pada level mana informasi data tersebut digunakan serta bidang teknologi dalam pendekatan industri 4.0 (*building block technology*).

### Pengembangan Model Sistem *Traceability* Cerdas Kakao Aceh

Provinsi Aceh merupakan salah satu daerah penghasil kakao di Pulau Sumatera. Produksi kakao provinsi ini pada tahun 2012 sebesar 23 840 ton dengan produktivitas 324 kg/ha yang tersebar di Kabupaten Pidie, Pidie Jaya, Bireuen, Aceh Utara, Aceh Timur dan Aceh Tenggara. Hal ini menunjukkan bahwa Provinsi Aceh mempunyai potensi untuk menghasilkan biji kakao dengan mutu tinggi, yaitu untuk ukuran 100 gr, jumlah biji mencapai 80, sehingga jika dilihat berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2323- 2002, maka mutunya masuk dalam grade AA. secara komposisi asam lemak, kakao dari Provinsi Aceh terdiri dari palmitat 26,24%, stearat 43,23%, dan oleat 26,53%, nilai ini tidak jauh berbeda dengan lemak kakao asal Pantai Gading dan Ghana yang dianggap memiliki mutu yang baik.

Sistem ketertelusuran cerdas untuk produk kakao Aceh, yang dibangun berdasarkan karakteristik spesifiknya, sehingga sistem yang dibangun dapat mendiskriminasikan produk kakao Aceh dengan daerah lain. Sistem diekspresikan dalam model berbasis sistem cerdas yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan dengan sistem konvensional yaitu kemampuannya melakukan penalaran (*reasoning*), pembelajaran (*learning*) dan akuisisi pengetahuan (*knowledge*), sehingga model yang dibangun bersifat adaptif. Justifikasi penggunaan sistem cerdas pada penelitian ini berdasarkan kompleksitas masalah yang dihadapi dalam sistem ketertelusuran kakao Aceh. Secara teknis, hal ini membahas jumlah aktor yang terlibat, lokasi, aktivitas dalam seluruh *tier* rantai pasok kakao Aceh itu sendiri. Selain itu sistem ketertelusuran yang dibangun berdasarkan keunikan dari produk kakao Aceh, sehingga sistem ketertelusuran yang terbentuk lebih memiliki nilai dari sistem ketertelusuran konvensional .

Tabel 1. Ilustrasi jenis dan level aplikasi data dalam sistem digitasi *traceability*

No.	Lingkup teknologi digital	Kebutuhan
<b>I. Internal agroindustri</b>		
1.	<i>Enterprises resources planning</i> (ERP)	Pengelolaan transaksi utama (finansial, penjualan, pengadaan, logistik, pemasaran)
2.	MES ( <i>Manufacturing execution system</i> )	Sistem produksi
3.	CRM ( <i>Customer relationship management</i> )	Berkaitan hubungan dengan konsumen ( <i>value of consumers</i> )
<b>II. Blockchain</b>		
1.	Publik	Hubungan dengan pelaku umum
2.	Khusus (private)	Hubungan dengan pelaku dekat
<b>III. Internet of things</b>		
1.	RFID ( <i>Radio-frequency identification</i> ) / <i>Sensors</i>	Penelusuran atribut asal usul, mutu, regulasi ( <i>tracking and tagging</i> )
2.	GPS (Global positioning system)	Geo-lokasi aset, penelusuran pengiriman ( <i>shipping</i> )

### Desain Model

Secara faktual, kondisi terkini sistem rantai pasok kakao Provinsi Aceh yang difokuskan pada aspek informasi belum mencerminkan keterhandalan dalam implementasi teknologi informasi pada sistem *traceability*. Pada sisi yang berbeda, kemajuan sistem *traceability* telah diterapkan secara massif di negara maju. Tentunya hal ini sangat merugikan bagi pelaku agroindustri berbasis komoditas kakao Aceh, karena sulit untuk memastikan (autentifikasi) kakao Aceh secara *real-time*. Hal ini tentunya berakibat kurang maksimalnya nilai jual kakao Aceh, terutama di pasar ekspor.

Secara teknis desain model pengembangan sistem *traceability* cerdas untuk komoditas kakao (Gambar 6) dirancang berdasarkan kebutuhan pelaku sistem rantai pasok kakao terhadap sistem informasi, terutama dalam hal autentifikasi (*country of origin*) kakao Aceh. Desain model dibangun melalui sintesis dari beberapa sub model dengan input awal adalah karakteristik mutu dari kakao Aceh, yang selanjutnya menjadi *benchmark* dengan kakao produksi daerah lain. Pada intinya para konsumen (*value of consumers*) dapat mengetahui dengan pasti biji kakao yang mereka olah adalah benar (autentik) dari Aceh dengan asumsi menggunakan desain model yang sama dengan yang telah dikembangkan.

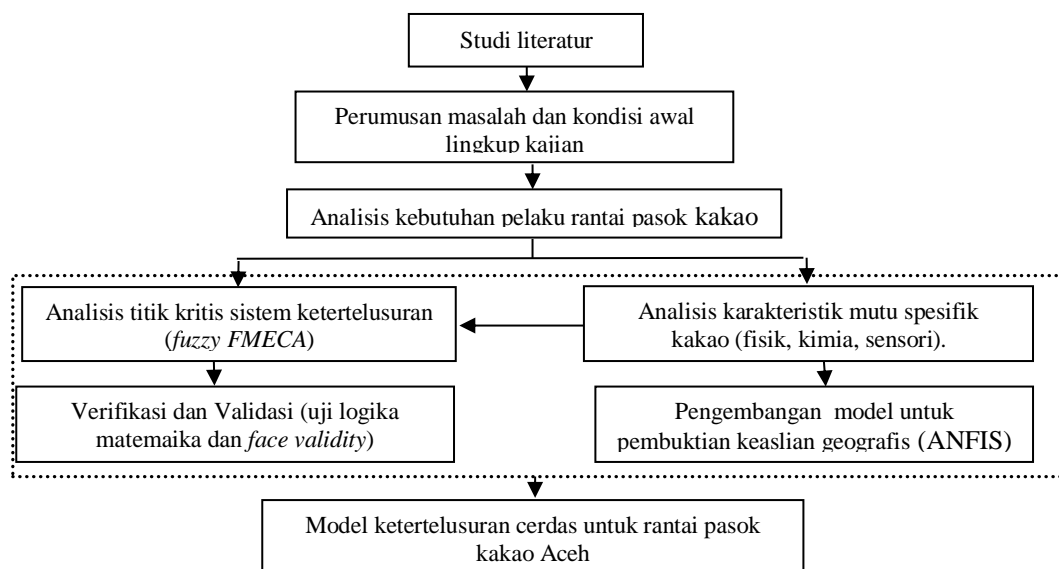
### Rancang Bangun Sistem Ketertelusuran Bubuk Kopi Arabika Gayo Berbasis Aplikasi Web Dengan Pemanfaatan Quick Response (QR) Code

Provinsi Aceh adalah salah satu dari banyak sentra dengan produksi kopi terbesar yang ada di Indonesia. Kopi yang sangat populer di Aceh dikenal oleh khalayak umum sebagai kopi Arabika Gayo. Luas areal lahan pertanaman kopi Arabika Gayo mencakup 90% dari total keseluruhan areal lahan yang tersebar di 3 Kabupaten yaitu Kabupaten Bener

Meriah (45.316 ha), Kabupaten Aceh Tengah (48.000 ha), dan Gayo Lues (3.000 ha). Selain itu Kopi memegang peranan dan juga faktor penting dalam mensejahterakan masyarakat di daerah tersebut karena merupakan sumber mata pencarian bagi 77.000 kepala keluarga.

Sistem *traceability* yaitu suatu sistem yang dibuat untuk memperoleh informasi dari tiap-tiap proses yang dilalui oleh produk hingga produk tersebut sampai ke konsumen. Informasi dari sistem ketertelusuran dapat ditujukan untuk pengguna spesifik, salah satunya untuk pabrik pengolahan kopi yang bisa mendapatkan informasi produk, seperti varietas produk, bahan yang digunakan selama produksi berlangsung, hingga tanggal panen dari produk tersebut dengan mudah. Pabrik pengolahan kopi dapat melihat informasi-informasi tersebut dari *platform* yang dipilih, salah satunya melalui laman (*web*) yang menyajikan data berdasarkan pada database (basis data) yang telah diinputkan. Sistem ketertelusuran ini dapat dimanfaatkan bagi pabrik pengolahan kopi untuk membantu dalam pengendalian pasokan bahan baku dan menjaga kualitas produk akhirnya.

Implementasi dari kajian ini adalah untuk menyediakan transparansi informasi tersebut, perlu dirancang sistem ketertelusuran yang menyediakan informasi bagi konsumen. Konsumen dapat mengakses informasi tersebut melalui aplikasi pemindai yang terpasang di ponsel pintar berbasis teknologi Android. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghasilkan rancangan sistem *tracability* pada bubuk kopi Arabika Gayo menggunakan website dengan pemanfaatan *QR Code* sehingga dapat memberikan informasi yang dapat diakses menggunakan internet dengan aplikasi pemindai *QR Code* pada *smartphone*.



Gambar 6. Desain model pengembangan sistem *traceability* cerdas kakao Aceh (Yusriana et al., 2015)

## Desain Model

Prinsip dasar pengembangan model sistem *traceability* kopi arabika Gayo digital adalah diperlukannya informasi mengenai karakteristik mutu kopi arabika Gayo yang dibutuhkan oleh konsumen. Model dibangun berdasarkan basis-data yang diinputkan pada rancangan sistem aplikasi berbasis laman (web). Input data berdasarkan sistem produksi (hulu-hilir) yang kemudian dilakukan pencatatan oleh aktor pada masing-masing tahapan dalam sistem produksi kopi Gayo. Interaksi konsumen dengan produk dilakukan melalui kode QR yang tempelkan (insert) pada kemasan (Gambar 7), sedangkan informasi karakter terdapat dalam *interface* sistem aplikasi (Gambar 8).



Gambar 7. Kode QR sistem *traceability*

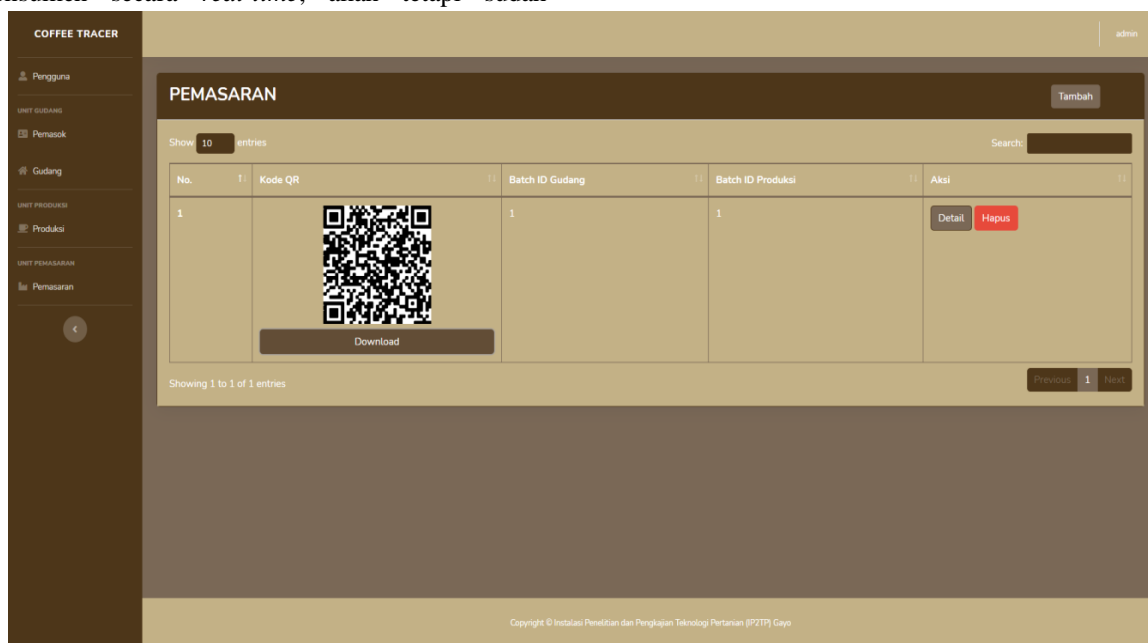
## KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tataran strategis, sistem *traceability* digital tidak lagi hanya sebatas alat manajemen dalam memenuhi kebutuhan aliran informasi dalam sistem rantai pasok produk pangan antara produsen dan konsumen secara *real-time*, akan tetapi sudah

seharusnya menjadi visi agroindustri untuk mencapai *global-value*, dalam hal peningkatan aspek keberlanjutan bisnis. Pada tataran teknis dan operasional sangat penting bagi agroindustri untuk membangun sistem *traceability* digital karena kebutuhan terhadap kepastian asal usul, mutu dan keamanan menjadi hal yang mutlak, sedangkan pada sisi yang lain peran konsumen (*value-consumers*) sangat berarti untuk meningkatkan kinerja bisnis melalui input kebutuhan/keinginan secara *real-time* pada aplikasi sistem *traceability* digital agroindustri pangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah R, Jaya, R, Yusriana, Rahmi CH. 2021. Prediksi pasokan bawang merah mendukung desain pengembangan agroindustri di Provinsi Aceh. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 31 (1): 42-56. doi: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.1.46>
- Betti F, Hinkel J, dan Saenz H. 2021. Digital *traceability*: A Framework for More Sustainable and Resilient Value Chains. White Paper, World Economic Forum.
- Breitfuss D, Sibenik G, Goran, dan Sreckovic M. 2020. Digital *traceability* for planning processes. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3799968>
- Brown J. 1994. *Agroindustrial Investment and Operation*. Washington DC: The World Bank.



Gambar 8. Ilustrasi salah satu *interface* sistem *traceability* kopi Gayo



- Dabbene F dan Gay P. 2011. Food traceability systems: performance evaluation and optimization. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75: 139-146.  
<http://doi:10.1016/j.compag.2010.10.009>
- Diallo TML, Henry S, dan Ouzrout Y. 2016. *Effective use of food traceability in product recall*. Advances in Food Traceability Techniques and Technologies - Improving Quality Throughout the Food Chain, Elsevier.
- Djatna T, Koswara MF, dan Kuncoro DKR. 2021. A system analysis and design for mobile digital business traceability at a food manufacturing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1063:1-7. <http://doi:10.1088/1755-1315/1063/1/012051>
- Ediz C. 2021. A food traceability database model with base parameters and algorithms. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 14 (3): 313-324. <http://doi:10.17671/gazibtd.656288>
- Garcia-Torres S, Albareda L, Rey-Garcia M, Seuring S. 2019. Traceability for sustainability – literature review and conceptual framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, <https://doi.org/10.1108/SCM-04-2018-0152>
- Hoque MZ, Akhter N, dan Chowdhury MSR. 2022. Consumers' preferences for the traceability information of seafood safety. *Foods*, 11, 1675: 1-21. <https://doi.org/10.3390/foods11121675>
- Hoyer MR, Oluyisola OE, Strandhage JO, Semini MG. 2019. Exploring the challenges with applying tracking and tracing technology in the dairy industry. *IFAC papers online*, 52-13: 1727-1734. <http://doi.10.1016/j.ifacol.2019.11.450>
- Jaya R, Machfud, Raharja S, Marimin. 2012. Sustainability analysis for Gayo coffee supply chain. 3 (2): 24-28. <http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.3.2.293>
- Karlsen KM dan Olsen P. 2011. Validity of method for analysing critical traceability points. *Food Control*, 22: 1209-1215. <http://doi:10.1016/j.foodcont.2011.01.020>
- Ko D, Kwak J, dan Song S. 2014. Real time traceability and monitoring system for agricultural products based on wireless sensor network. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2014:1-7. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/832510>
- Kumperščak S, Medved M, Terlav M, Wrzalik A, dan Obrecht M. 2019. Traceability systems and technologies for better food supply chain management. *Quality Production Improvement*, 1 (1): 567-574. <http://doi:10.2478/cqpi-2019-0076>
- Liu YC dan Gao HM. 2016. An Empirical Study for the mobile food traceability: Private Traceability System for the White Gourd in Tianjin, China. *ITM Web of Conferences*, 7, 01006. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20160701006>
- Montet D dan Dey G. 2018. History of food traceability. Di dalam Montet D, dan Ray RC (ed.) *Food traceability and authenticity: analytical techniques*. CRC Press, Taylor & Francis Group. P1-30.
- Olsen P dan Borit M. 2013. How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology*, 29 (2): 142-150. doi: <http://10.1016/j.tifs.2012.10.003>
- Pouliot S dan Sumner A. 2010. *Traceability, product recalls, industry reputation and food safety*. Agricultural Issues Center, University of California.
- Purwandoko PK, Seminar KB, Sutrisno, Sugiyanta. 2019. Development of a smart traceability system for the rice agroindustry supply chain in Indonesia. *Information*, 10 (288): 1-16. <http://doi:10.3390/info10100288>
- Qadrawi R. 2021. Rancang bangun sistem ketertelusuran bubuk kopi arabika Gayo berbasis aplikasi web dengan pemanfaatan quick response (QR) Code.[skripsi] Banda Aceh: Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.
- Razak GM, Hendry LC, dan Stevenson M. 2021. Supply chain traceability: a review of the benefits and its relationship with supply chain resilience. *Production Planning & Control*, <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1983661>
- Saltini R dan Akkerman R. 2012. Testing improvements in the chocolate traceability system: impact on product recalls and production efficiency. *Food Control*, 23 (1): 221-226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.07.015>
- Scholten H, Verdouw CN, Beulens A, van der Vorst JGAJ. 2016. Defining and analysing traceability systems in food supply chains. Di dalam Espinera M, dan Santaclara F (ed.). *Advances in food traceability techniques and technologies: improving quality throughout the food chain*. Elsevier science and technology, P1-22.
- Shamsuzzoha AHM, Ehrns M, Addo-Tenkorang R, Ngun D, Helo PT. 2013. Performance evaluation of tracking and tracing for logistics operations. *International Journal Shipping and Transport Logistics*, 5 (1): 31-54. <http://dx.doi.org/10.1504/IJSTL.2013.050587>
- Tessitore S, Iraldo F, Apicella A, Tarabella A. 2020. The Link between food traceability and food labels in the perception of young consumers in Italy. *International Journal Food System*

- Dynamics*, 11 (5): 425-440. doi: <http://dx.doi.org/10.18461/ijfsd.v11i5.65>
- Vikaliana R, Rasi RZRM, Pujawan IN, Irwansyah. 2021. Blockchain technology meets traceability in fruit supply chain management: a systematic review. *Jurnal Manajemen dan Organisasi*, 12 (3): 232-238. doi: <https://doi.org/10.29244/jmo.v12i3.39199>
- Yusriana, Arkeman Y, Raharja S, Haryadi P. 2015. Rancang bangun sistem ketertelusuran cerdas untuk rantai pasok kakao Aceh. [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yusriana, Arkeman Y, Raharja S, Haryadi P. 2016. Analisis titik-titik kritis ketertelusuran pada rantai pasok kakao Aceh. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26 (1): 31-40.
- Zahrah DS, Arkeman Y, dan Indrawan D. 2021. Traceability system model rice supply chain during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Research and Review*, 8 (3): 247-259.