



PENGEMBANGAN MODEL APLIKASI AKUNTANSI RANTAI PASOKAN PANGAN FUNGSIONAL YANG TRANSPARAN DAN AKUNTABEL DI TINGKAT DESA STUDI KASUS DI DESA CIPUTRI, KABUPATEN CIANJUR

Ratu Prisiconsina

Program Studi Akuntansi Fakultas Kewirausahaan dan Bisnis Podomoro University

e-mail: prisiconsinaratu@gmail.com

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima, 13 September 2026

Direvisi, 22 September 2026

Disetujui, 27 September 2026

KEYWORDS

Accountability, Accounting Application Model, Functional Food, Supply Chain, BUMDes, Transparency.

ABSTRACT

Indonesia possesses abundant potential sources of functional foods, yet faces significant challenges in developing and optimizing these resources. This research aims to contribute to overcoming these challenges by developing a transparent and accountable accounting application model tailored for the functional food supply chain. The study is conducted through a case study in Ciputri Village, Cianjur Regency, West Java Province. The research focuses on designing the supply chain accounting model at the village level, centering the analysis on the Village-Owned Enterprise (Badan Usaha Milik Desa / BUMDes) of Ciputri Village. The BUMDes actively produces natural, bioactive-rich raw materials, including palm sugar, stevia leaves, and alang-alang root. A critical issue identified is the current lack of dedicated supply chain accounting information for these raw materials. This absence detrimentally affects farmers, BUMDes, and producers in efforts to improve the quality, quantity, and efficiency of crop yields and functional food production. Furthermore, despite achieving an annual turnover of approximately IDR 1 billion, BUMDes Ciputri struggles to utilize its existing accounting information system to enhance business transparency and accountability.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

KATA KUNCI

Akuntabilitas, Model Aplikasi Akuntansi, Pangan Fungsional, Rantai Pasok, BUMDes, Transparansi..

ABSTRAK

Indonesia memiliki sumber potensial pangan fungsional yang melimpah, namun masih menghadapi tantangan yang signifikan dalam mengembangkan dan mengoptimalkan sumber daya tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk berkontribusi dalam mengatasi tantangan tersebut melalui pengembangan model aplikasi akuntansi yang transparan dan akuntabel yang disesuaikan dengan kebutuhan rantai pasok pangan fungsional. Penelitian ini dilakukan melalui studi kasus di Desa Ciputri, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Penelitian berfokus pada perancangan model akuntansi rantai pasok pada tingkat desa, dengan analisis yang berpusat pada Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Ciputri. BUMDes tersebut secara aktif memproduksi bahan baku alami yang kaya akan senyawa bioaktif, termasuk gula aren, daun stevia, dan akar alang-alang. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah belum tersedianya informasi akuntansi rantai pasok yang

CORRESPONDING AUTHOR

Ratu Prisiconsina

Podomoro University

Jakarta

secara khusus digunakan untuk mengelola bahan baku tersebut. Kondisi ini berdampak negatif terhadap petani, BUMDes, dan produsen dalam upaya meningkatkan kualitas, kuantitas, serta efisiensi hasil pertanian dan produksi pangan fungsional. Selain itu, meskipun BUMDes Ciputri telah mencapai omzet tahunan sekitar Rp1 miliar, BUMDes masih mengalami kesulitan dalam memanfaatkan sistem informasi akuntansi yang dimiliki untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas usaha.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya dan kearifan lokal pangan fungsional yang melimpah, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal (Purwaningsih et al., 2021). Pangan fungsional memberikan manfaat kesehatan melalui kandungan nutrisi seperti vitamin, mineral, protein, asam lemak, dan prebiotik. Pasar pangan fungsional global terus berkembang seiring meningkatnya kesadaran terhadap pola hidup sehat dan perubahan demografi. Di Indonesia, peningkatan populasi lanjut usia juga mendorong kebutuhan terhadap pangan yang mendukung kesehatan dan produktivitas pada usia lanjut (Fortune Business Insight, 2025; United Nations, 2019; Wagner & Brath, 2012).

Meningkatnya penyakit tidak menular, seperti penyakit jantung, kanker, diabetes, dan stroke, semakin memperkuat kebutuhan terhadap pangan fungsional. Pada 2018, prevalensi diabetes, hipertensi, dan kanker di Indonesia masing-masing mencapai 2,0%, 8,4%, dan 1,8%, sementara stroke, penyakit jantung iskemik, dan diabetes termasuk tiga penyakit utama pada 2017 (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2018; Badan Pusat Statistik, 2023). Namun, pengembangan pangan fungsional masih menghadapi kendala berupa fragmentasi jejaring penelitian, keterbatasan infrastruktur dan SDM, pembiayaan, serta mahalnya uji klinis (Purwaningsih et al., 2021). Kondisi tersebut turut tercermin dari rendahnya pertumbuhan sektor pertanian yang hanya mencapai 0,67% pada 2024, meskipun ekonomi nasional tumbuh 5,03%.

Penelitian ini mengembangkan model aplikasi akuntansi rantai pasok pangan fungsional untuk meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi rantai pasok. Integrasi pemasok dalam proses produksi terbukti dapat meningkatkan kualitas, mempercepat pengembangan produk, menurunkan biaya, dan menciptakan sinergi teknologi jangka panjang (Wynstra et al., 2010; Lawson et al., 2009; Wagner & Hoegl, 2006; Appleyard, 2003; Laseter & Ramdas, 2002; Primo & Amundson, 2002; Sobrero & Roberts, 2002; Brusoni et al., 2001; Petersen et al., 2005; Van Echtelt et al., 2008; Takeishi, 2001).

Model tersebut diterapkan pada rantai pasok bahan pangan fungsional di Desa Ciputri, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, dengan melibatkan BUMDes dan Kelompok Tani Hutan Satria Mandiri. Bahan baku yang dihasilkan meliputi nira/gula aren, daun stevia, dan akar alang-alang yang memiliki potensi bioaktif. Akar alang-alang mengandung polifenol dan berpotensi sebagai antioksidan serta mendukung penurunan tekanan darah (Dhianawaty & Ruslin, 2015), sedangkan gula aren memiliki indeks glikemik rendah dan kandungan mineral yang mendukung kesehatan (Sarkar et al., 2023). Daun stevia juga memiliki aktivitas antioksidan yang berpotensi membantu mencegah berbagai penyakit (Kim et al., 2011).

Pengembangan model mengintegrasikan teori manajemen rantai pasok, akuntansi manajemen, dan sistem informasi akuntansi yang masih jarang dikaji secara terpadu (Atik & Kovacevic, 2020). Integrasi tersebut penting karena informasi rantai pasok diperlukan untuk mendukung keberlanjutan bisnis, selain laporan keuangan bagi pihak eksternal (Taschner & Charifzadeh, 2020; Heng et al., 2005). Model ini juga mendukung terciptanya rantai pasok pangan yang transparan dan akuntabel serta pengembangan ekonomi hijau dan ekonomi sirkular (Ellahi et al., 2024; Essien et al., 2024; Kumar et al., 2022; Astill et al., 2019; Chiaraluce et al., 2021).

Saat ini, transaksi dari petani hingga konsumen masih banyak menggunakan sistem informal dan manual sehingga sulit ditelusuri. BUMDes Ciputri Gemilang memiliki potensi ekonomi besar

dengan pendapatan lebih dari Rp1 miliar dalam dua tahun dari komoditas lokal, tetapi masih menghadapi kelemahan dalam pencatatan keuangan, dokumentasi arus barang, bukti transaksi, dan pelacakan margin keuntungan (Universitas Agung Podomoro, 2025). Akibatnya, aliran barang, uang, dan distribusi nilai tambah belum dapat dipantau secara akurat. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya pengembangan sistem akuntansi rantai pasok digital yang terintegrasi, transparan, dan akuntabel untuk mendukung pengelolaan pangan fungsional di Desa Ciputri.

METODE PENELITIAN

Pendekatan

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk memahami secara mendalam kondisi sosial, kelembagaan, dan proses rantai pasokan pangan fungsional di tingkat desa. Studi kasus difokuskan pada BUMDes Ciputri Gemilang, Kabupaten Cianjur, yang berperan sebagai perantara dalam rantai pasok gula aren, daun stevia, dan akar alang-alang. Metode ini memungkinkan peneliti memahami dinamika hubungan antar pelaku, transparansi distribusi nilai, serta kendala pencatatan dan pelaporan melalui triangulasi wawancara, observasi, dan dokumen.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam, studi dokumen, dan observasi partisipatif. Wawancara dilakukan kepada pengurus BUMDes untuk menggali sistem pencatatan transaksi, pelaporan keuangan, distribusi produk, dan penggunaan teknologi. Petani diwawancarai terkait literasi pasar dan keuangan, akses informasi harga, penentuan harga, serta transparansi margin. Mitra industri diwawancarai mengenai harga bahan baku, kualitas, logistik, dan posisi BUMDes serta petani dalam rantai pasok.

Studi dokumen mencakup laporan keuangan BUMDes tahun 2022–2024, sedangkan observasi dilakukan terhadap proses operasional, pencatatan transaksi, penggunaan teknologi, distribusi produk, dan interaksi antar pelaku. Ketiga teknik tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran yang holistik dan memvalidasi temuan penelitian.

Inovasi Penelitian

Penelitian ini menawarkan inovasi berupa model integratif rantai pasokan pangan fungsional dengan sistem akuntansi digital tingkat desa melalui BUMDes. Model ini ditujukan untuk meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan keadilan distribusi nilai melalui pencatatan serta pelacakan transaksi dari petani hingga industri.

Inovasi diwujudkan melalui prototipe aplikasi sederhana yang mencatat kuantitas produk, nilai transaksi, margin, dan biaya logistik secara *real time*, serta menghasilkan laporan otomatis untuk evaluasi kinerja BUMDes. Penelitian juga melakukan simulasi perubahan harga dan biaya logistik untuk menentukan harga minimum pembelian (*floor price*) dan pembagian margin yang proporsional antara petani, BUMDes, dan industri.

Sistem tersebut diharapkan dapat memperkuat posisi tawar pelaku lokal, meningkatkan efisiensi dan keadilan rantai pasok, serta menjadi model yang praktis, aplikatif, berkelanjutan, dan dapat direplikasi di desa lain dengan permasalahan serupa.

DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Sistem Pencatatan Keuangan yang Berjalan di BUMDes Ciputri

1. Tidak Tersedianya Modul Persediaan (*Inventory Module*)

Aplikasi Akuntansiku.id belum menyediakan fitur pencatatan barang masuk, barang keluar, dan saldo persediaan. Akibatnya, stok tidak tercatat secara kuantitatif, rekonsiliasi fisik dengan laporan keuangan tidak dapat dilakukan, dan HPP per komoditas tidak diketahui. Kondisi ini menyebabkan laporan keuangan belum mencerminkan kondisi operasional BUMDes secara akurat.

2. Ketidaktahuan Pengurus dalam Pencatatan Persediaan

Pengurus BUMDes belum memahami pencatatan barang masuk, penilaian persediaan, perhitungan HPP, dan penyesuaian stok dengan laporan keuangan. Pergantian pegawai akuntansi juga menyebabkan pengetahuan tidak terdokumentasi dan pembukuan tidak memiliki standar operasional yang konsisten.

3. Minimnya Bukti Transaksi untuk Operasional

Bukti transaksi pembelian bahan baku dan biaya operasional belum tersedia secara konsisten. Kondisi ini menyebabkan pencatatan dalam Akuntansiku tidak lengkap. Peneliti membantu membuat format bon atau nota menggunakan *Excel* sebagai upaya standarisasi administrasi transaksi.

4. Pencatatan Akun Tidak Dirinci per Produk

Pendapatan dan beban pokok berbagai komoditas masih dicatat secara agregat. Akibatnya, BUMDes sulit mengetahui komoditas yang paling menguntungkan, menghitung margin secara akurat, dan menganalisis kinerja setiap produk.

5. Tidak Dilakukannya Jurnal Penutup Tahunan

BUMDes belum melakukan tutup buku tahunan sehingga akun pendapatan, beban, dan BPP tahun 2022–2024 masih tercampur. Kondisi ini berpotensi menyebabkan saldo laporan keuangan bias dan kesalahan dalam menginterpretasikan kondisi keuangan.

Permasalahan Utama dalam Pengelolaan Keuangan dan Rantai Pasok BUMDes Ciputri

Berdasarkan observasi, analisis dokumen, dan wawancara, ditemukan bahwa permasalahan rantai pasok BUMDes Ciputri tidak hanya berkaitan dengan pencatatan transaksi, tetapi juga kelembagaan, kompetensi SDM, dan belum terintegrasinya informasi dari petani hingga BUMDes.

1. Tidak Ada Sistem Pelacakan Persediaan (*Inventory Traceability*)

BUMDes belum memiliki catatan yang memadai mengenai jumlah barang masuk, pemasok, tanggal penerimaan, stok tersisa, barang terjual, dan *stock opname*. Akibatnya, arus barang tidak dapat ditelusuri dan berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian antara arus barang dan laporan keuangan.

2. Perhitungan Biaya dan HPP Tidak Pernah Dilakukan

Tidak adanya pencatatan persediaan dan identifikasi barang per produk menyebabkan HPP tidak dapat dihitung. Akibatnya, laba-rugi dan margin tiap komoditas tidak diketahui serta penentuan harga jual dan perencanaan usaha belum memiliki dasar biaya yang memadai.

3. Tidak Ada Data Historis Rantai Pasok

Data transaksi tahun 2022–2024 belum tersusun secara konsisten akibat pergantian pegawai, penggunaan sistem yang tidak berkelanjutan, dan tidak adanya jurnal penutup tahunan. Kondisi ini menghambat analisis perkembangan kinerja usaha dan evaluasi program BUMDes.

4. Administrasi Pembelian dan Penjualan Tidak Terstandar

Nota pembelian dari petani dan bukti penjualan belum selalu tersedia sehingga pencatatan transaksi menjadi tidak lengkap dan laporan keuangan belum sepenuhnya menggambarkan kondisi operasional.

5. Minimnya Transparansi Harga di Tingkat Petani

Sebagian petani belum memperoleh informasi yang memadai mengenai harga pasar, harga beli BUMDes, margin perantara, dan permintaan industri. Kondisi tersebut menyebabkan posisi tawar petani masih rendah dan menunjukkan perlunya sistem informasi harga yang lebih transparan.

6. Pergantian Pegawai Akuntansi dan Minimnya Kompetensi SDM

Keterbatasan kompetensi akuntansi dan pergantian pegawai pada 2022–2024 menyebabkan pengelolaan data keuangan tidak berkelanjutan. Pengetahuan penggunaan *software*, pencatatan transaksi, dan penyusunan laporan belum terdokumentasi sehingga laporan keuangan menjadi tidak konsisten dan data antarperiode kurang stabil.

Hasil Wawancara dengan Pengurus BUMDes dan Petani

Wawancara menunjukkan bahwa BUMDes Ciputri menghadapi keterbatasan SDM dalam memahami akuntansi, diperburuk oleh pergantian pegawai sejak 2022 dan tidak adanya dokumentasi serta transfer pengetahuan. Bukti transaksi pembelian dari petani dan pengeluaran operasional juga belum terdokumentasi secara konsisten.

Petani umumnya tidak memperoleh informasi harga pasar, tidak mengetahui margin BUMDes, dan belum melakukan pencatatan biaya produksi secara sistematis. Kondisi tersebut menimbulkan **asimetri informasi** dan menyulitkan pelacakan aliran barang dari petani ke BUMDes.

1. Hasil Observasi Proses Operasional di BUMDes

Hasil observasi menunjukkan bahwa:

- a. Penyimpanan komoditas tidak didukung dokumentasi, sehingga jumlah dan kualitas stok tidak tercatat.
- b. Administrasi masih berkembang, ditandai dengan penyusunan format bukti transaksi baru.
- c. Pencatatan keuangan dan gudang belum terintegrasi, sehingga transaksi pembelian tidak terhubung dengan data persediaan.
- d. Evaluasi keuangan belum dilakukan secara berkala, sehingga laporan keuangan belum optimal sebagai dasar pengambilan keputusan.

2. Sintesis Temuan Lapangan

Temuan utama meliputi:

1. Asimetri informasi antara petani dan BUMDes.
2. Pencatatan keuangan tidak konsisten.
3. Tidak adanya dokumentasi persediaan.
4. Belum adanya standar bukti transaksi.
5. Minimnya integrasi data hulu dan hilir.

Temuan tersebut menjadi dasar pengembangan sistem berbasis **AI** untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas rantai pasok.

Analisis Rantai Pasok Pangan Fungsional di BUMDes Ciputri

Analisis rantai pasok dilakukan untuk mengidentifikasi aliran barang, informasi, dan nilai dari petani hingga BUMDes dan konsumen/mitra. Rantai pasok mencakup berbagai komoditas, seperti gula aren, stevia, mint, alang-alang, kopi Sarongge, gula semut, sayuran, serta cabai.

1. Alur Rantai Pasok dari Hulu ke Hilir

- a. Produksi: Petani memproduksi komoditas secara mandiri tanpa pencatatan biaya dan produktivitas.
- b. Penyerahan ke BUMDes: Produk diserahkan secara informal tanpa dokumen penerimaan atau bukti timbang.
- c. Penyimpanan: Gudang belum memiliki sistem pengawasan dan pencatatan stok.
- d. Harga dan penjualan: Harga beli dan jual ditentukan berdasarkan perkiraan atau kesepakatan karena belum tersedia perhitungan HPP dan margin.

2. Titik Kritis dalam Rantai Pasok

Titik kritis yang ditemukan meliputi:

1. Tidak adanya data dasar jumlah petani, volume produksi, dan kebutuhan gudang.
2. Ketidakjelasan harga yang menimbulkan asimetri informasi.
3. Tidak adanya keterkaitan antara data barang, HPP, dan margin sehingga kinerja komoditas tidak dapat diukur.

3. Analisis Aliran Barang dan Kelemahannya

- a. Barang masuk: Tidak ditimbang dan dicatat sehingga kuantitas, mutu, waktu penerimaan, dan nilai persediaan tidak terkontrol.
- b. Penyimpanan: Tidak adanya sistem inventaris meningkatkan risiko kehilangan, kerusakan, dan ketidakakuratan stok.

- c. Barang keluar: Penjualan tidak diikuti penyesuaian stok sehingga kontribusi laba setiap komoditas tidak dapat diketahui.

4. Implikasi Temuan untuk Perancangan Sistem Informasi

BUMDes Ciputri membutuhkan sistem yang mampu:

1. Mencatat barang masuk dan keluar secara otomatis.
2. Menghitung HPP setiap komoditas.
3. Mengintegrasikan data petani, gudang, dan keuangan.
4. Menyediakan informasi harga bagi petani.
5. Menghasilkan laporan keuangan yang konsisten dan terstandar.

Temuan tersebut menjadi dasar perancangan model aplikasi akuntansi berbasis AI pada tahap berikutnya.

Evaluasi Sistem Akuntansi yang Digunakan BUMDes Ciputri (*Software Akuntansiku*)

Evaluasi menunjukkan bahwa *software* Akuntansiku telah membantu pencatatan transaksi dan penyusunan laporan keuangan dasar, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam mendukung pengelolaan rantai pasok pangan fungsional yang bersifat multi-komoditas.

1. Fitur Sistem Akuntansiku yang Digunakan BUMDes

Software Akuntansiku digunakan sejak BUMDes berdiri pada April 2022 dengan fitur utama:

1. Pencatatan penerimaan dan pengeluaran kas.
2. Penyusunan laporan laba rugi dan neraca otomatis.
3. Pencatatan aset tetap melalui *fixed asset*.
4. Unggah bukti transaksi secara digital.

Sistem ini cukup membantu dalam pembukuan dasar, terutama bagi BUMDes yang belum memiliki tenaga akuntansi profesional.

2. Kelebihan Penggunaan *Software* Akuntansiku

Kelebihan sistem meliputi:

- a. Mudah digunakan, termasuk bagi pegawai baru.
- b. Laporan keuangan otomatis, sehingga mengurangi perhitungan manual.
- c. Pencatatan aset tetap tersedia dan dapat dipantau.
- d. Pembukuan lebih rapi dibandingkan pencatatan manual.

3. Keterbatasan Sistem Akuntansiku

Keterbatasan utama sistem adalah:

- a. Tidak memiliki modul persediaan, sehingga stok, barang masuk, dan HPP tidak dapat dihitung secara optimal.
- b. Tidak memiliki fitur rantai pasok, seperti data petani, riwayat pemasok, dan pelacakan barang dari hulu ke hilir.
- c. Tidak dapat merekap data per komoditas, sehingga pendapatan, biaya, dan margin setiap produk tidak dapat dianalisis.
- d. Tidak menyediakan laporan analitis, seperti grafik kinerja, tren harga, permintaan, dan rekomendasi otomatis.
- e. Tidak mendukung integrasi otomatis dengan sistem gudang, aplikasi petani, atau sistem prediksi harga melalui *API*.

4. Dampak Keterbatasan Sistem terhadap Kinerja BUMDes

Keterbatasan sistem menyebabkan:

- a. Margin komoditas tidak dapat dihitung, sehingga keuntungan setiap produk tidak diketahui.
- b. Akuntabilitas persediaan lemah, karena barang keluar tidak selalu tercatat.
- c. Kinerja rantai pasok sulit dianalisis, karena data petani, produksi, harga, dan biaya belum terintegrasi.

5. Kebutuhan Akan Sistem yang Lebih Terintegrasi

BUMDes Ciputri membutuhkan sistem yang mengintegrasikan data petani, komoditas, persediaan, transaksi keuangan, alur barang, perhitungan HPP, serta prediksi harga dan margin

berbasis AI. Dengan demikian, sistem akuntansi berbasis AI dapat menjadi solusi untuk menggabungkan pencatatan keuangan dan analisis rantai pasok dalam satu *platform*.

Rancangan Model Aplikasi Akuntansi Berbasis AI untuk BUMDes Ciputri

Model aplikasi dirancang sebagai **purwarupa konseptual** untuk mengintegrasikan transaksi keuangan, persediaan, dan rantai pasok. Sistem bertujuan meningkatkan transparansi, akuntabilitas, keterlacakan, dan efisiensi pengelolaan pangan fungsional, tanpa menggantikan *software* Akuntansiku sepenuhnya.

1. Tujuan Pengembangan Model Sistem

Model dikembangkan untuk:

1. Mengintegrasikan pencatatan keuangan dan persediaan.
2. Melacak komoditas secara *real-time* dari petani hingga pembeli.
3. Menghitung HPP setiap komoditas secara otomatis.
4. Menyediakan analisis AI berupa deteksi anomali, analisis margin, dan prediksi permintaan.
5. Meningkatkan transparansi harga bagi petani.
6. Menghasilkan laporan keuangan yang akurat, konsisten, dan dapat diaudit.

Model ini melengkapi Akuntansiku, khususnya pada aspek persediaan, pelacakan barang, HPP, dan pemetaan rantai nilai.

2. Komponen Utama Model Sistem

Model terdiri atas empat komponen utama:

- a. Modul Penerimaan Komoditas (*Inbound Inventory*)
Mencatat jenis komoditas, jumlah, tanggal penerimaan, identitas petani, kualitas, dan foto produk serta menghasilkan bukti penerimaan digital untuk memastikan keterlacakan barang.
- b. Modul Persediaan (*Inventory Management*)
Mengelola stok secara *real-time*, mencatat *stock opname*, mengurangi stok saat penjualan, serta menghubungkan pergerakan barang dengan keuangan. Modul ini juga mencatat harga normal, diskon, dan harga kontrak sebagai dasar perhitungan HPP dan margin.
- c. Modul Pencatatan Keuangan (*Financial Ledger*)
Mencatat pendapatan, beban, kas, HPP, serta mengintegrasikan data persediaan dengan laporan laba rugi, neraca, arus kas, dan jurnal penutup.
- d. Modul Analisis AI (*AI Analytical Engine*)
Mendukung:
 - deteksi anomali transaksi dan harga;
 - prediksi margin;
 - rekomendasi rentang harga berdasarkan HPP;
 - verifikasi awal kualitas komoditas melalui gambar;
 - *dashboard* transparansi harga bagi petani.

Sistem juga dilengkapi kontrak digital yang memuat kualitas, jumlah pasokan, harga, waktu panen, dan pengiriman serta memungkinkan pemantauan tahapan budidaya.

3. Diagram Konteks Model Sistem (*Context Diagram*)

Pada Level 0, sistem menjadi pusat integrasi informasi antara:

- a. Petani → Sistem: data komoditas, jumlah, kualitas, foto, dan tahapan budidaya.
- b. BUMDes → Sistem: data pembelian, persediaan, penjualan, dan keuangan.
- c. AI Engine → Sistem → BUMDes & Petani: analisis anomali, rekomendasi harga, prediksi margin, dan penilaian kualitas.

Dengan demikian, sistem menjadi *shared platform* yang menghubungkan petani, BUMDes, dan industri secara transparan dan dapat ditelusuri.

4. Data Flow Diagram (DFD) Level 1

DFD Level 1 terdiri atas lima proses utama:

- a. Penerimaan Barang: mencatat dan memvalidasi data komoditas dari petani.

- b. Pencatatan Stok: memperbarui persediaan secara *real-time* berdasarkan barang masuk dan keluar.
- c. Penjualan: mencatat barang keluar, jumlah, harga, dan tujuan distribusi.
- d. Pencatatan Keuangan: mengintegrasikan transaksi dengan perhitungan HPP dan laporan keuangan.
- e. Analisis AI: mengolah data historis untuk mendeteksi anomali, mengevaluasi margin, serta menganalisis pola harga dan permintaan.

Alur utamanya adalah Petani → Penerimaan → Persediaan → Keuangan → Laporan, sementara seluruh data historis dianalisis oleh *AI Engine* untuk menghasilkan *insight* dan rekomendasi.

5. Flowchart Proses Penerimaan Komoditas

Alur penerimaan komoditas terdiri atas:

1. Mulai: petani menyerahkan hasil panen.
2. Penyerahan komoditas: mencakup jenis, jumlah, dan kualitas.
3. Input data: petugas mencatat identitas petani, komoditas, kuantitas, harga, dan foto serta sistem menghasilkan bukti penerimaan digital.
4. Pembaruan stok: sistem memperbarui persediaan gudang secara otomatis.
5. Perhitungan nilai persediaan: nilai stok dihitung berdasarkan harga beli.
6. Integrasi keuangan: data digunakan untuk perhitungan HPP dan laporan keuangan.
7. Selesai: data siap digunakan untuk penjualan, pengelolaan stok, dan analisis *AI*.

6. Flowchart Perhitungan HPP Berbasis AI

- a. Tahap Inisiasi Proses
Proses dimulai dengan mengumpulkan data historis dari modul penerimaan komoditas, persediaan, penjualan, dan pencatatan keuangan sebagai input *AI Analytical Engine*.
- b. Deteksi Anomali Transaksi
Sistem membandingkan harga beli dan harga jual dengan data historis untuk:
 1. mengidentifikasi harga di luar rentang wajar;
 2. memberikan peringatan terhadap transaksi tanpa bukti pendukung.
Tahap ini bertujuan meminimalkan kesalahan pencatatan dan potensi penyimpangan transaksi.
- c. Prediksi *Margin* Sederhana
Sistem mengestimasi *margin* normal berdasarkan data historis dan membandingkannya dengan *margin* aktual setiap komoditas untuk mengidentifikasi penyimpangan dan membantu evaluasi kinerja. Hasilnya bersifat referensi, bukan keputusan final.
- d. Rekomendasi Harga Jual
Berdasarkan HPP, biaya perolehan, *margin* normal, dan pola harga historis, sistem memberikan rekomendasi rentang harga jual sebagai bahan pertimbangan pengurus BUMDes.
- e. Verifikasi Kualitas Berbasis Gambar
AI menganalisis foto komoditas yang diunggah petani dan membandingkannya dengan standar kualitas dalam kontrak digital. Hasilnya menjadi pembanding awal, sedangkan keputusan akhir tetap berada pada BUMDes.
- f. Dashboard Transparansi untuk Petani
Petani dapat melihat histori harga beli, pola harga dan permintaan, serta informasi rantai pasok secara lebih transparan. Fitur ini bertujuan mengurangi asimetri informasi.
- g. Integrasi Kontrak dan Pemantauan Budidaya
Sistem terhubung dengan kontrak digital yang memuat standar kualitas, jumlah pasokan, harga beli, serta estimasi panen dan pengiriman. Sistem juga memungkinkan pemantauan tahapan budidaya sejak penanaman.
- h. Penyelesaian Proses
Setelah seluruh analisis selesai, proses dinyatakan selesai. Namun, *AI* terus memperbarui hasil analisis seiring masuknya data baru.

Use Case Diagram

Aktor: Petani, Staf BUMDes, Pengurus BUMDes, dan *AI Engine*.

1. Use Case Utama:

Input barang masuk, input transaksi keuangan, melihat stok dan laporan keuangan, rekomendasi harga, peringatan anomali, serta akses petani terhadap dashboard harga.

2. Integrasi dengan Proses Keuangan di BUMDes

Model menyediakan fitur *auto journal*, *auto posting* HPP, dan rekonsiliasi otomatis antara stok dan laporan keuangan. Saat terjadi penjualan, sistem otomatis mengurangi stok, menghitung HPP, menambah pendapatan, dan memperbarui laba bersih. Dengan demikian, laporan keuangan dapat lebih sesuai dengan kondisi persediaan aktual.

3. Manfaat Implementasi Model untuk BUMDes Ciputri

- a. Transparansi meningkat
Petani memperoleh informasi harga dan alur barang secara lebih terbuka.
- b. Akuntabilitas keuangan membaik
Seluruh transaksi tercatat dan dilengkapi bukti digital.
- c. Stok dapat dikontrol
Pengelolaan gudang menjadi terdokumentasi dan terpantau.
- d. Pengambilan keputusan lebih tepat
BUMDes dapat menganalisis *margin* per komoditas, tren harga, dan kinerja usaha.
- e. Data historis terbentuk
BUMDes dapat melakukan analisis kinerja usaha dari waktu ke waktu.
- f. Mendukung literasi digital desa
Pegawai BUMDes terbiasa menggunakan sistem pencatatan yang lebih terstandar.

Pembahasan

Hubungan Temuan Lapangan dengan Konsep Pangan Fungsional

Pangan fungsional merupakan produk pangan yang memiliki kandungan bioaktif tertentu yang memberikan manfaat kesehatan tambahan selain nilai gizi dasar. Produk-produk yang dikelola BUMDes Ciputri seperti stevia, daun mint, kopi Sarongge, dan gula aren termasuk kelompok pangan fungsional yang memiliki potensi nilai ekonomi tinggi.

Namun, temuan lapangan menunjukkan bahwa potensi tersebut belum termanfaatkan optimal karena:

1. Tidak ada pencatatan komoditas per jenis, sehingga BUMDes tidak dapat mengetahui kontribusi setiap produk fungsional.
2. Tidak ada data mutu dan volume panen, padahal komoditas bioaktif memerlukan standardisasi mutu.
3. Tidak ada harga referensi khusus untuk komoditas fungsional.

Secara teoretis, rantai pasok pangan fungsional memerlukan identifikasi komoditas yang jelas, pelacakan kualitas, dan pencatatan kuantitas yang konsisten. Temuan lapangan memperlihatkan posisi BUMDes yang masih berada pada tahap awal dalam memenuhi prinsip-prinsip tersebut.

Keterkaitan dengan Teori Komponen Bioaktif

Komponen bioaktif seperti *polifenol*, *flavonoid*, dan *mineral* tertentu membutuhkan proses rantai pasok yang bersih, terkontrol, dan terdokumentasi. Temuan menunjukkan bahwa tidak ada dokumentasi atau standarisasi yang dilakukan BUMDes terkait kualitas komoditas.

Implikasinya:

1. komoditas dengan kandungan bioaktif berpotensi kehilangan mutu jika penyimpanan tidak terkontrol,
2. BUMDes tidak dapat membedakan komoditas *premium* dan *non-premium*,

3. potensi nilai tambah hilang karena tidak ada data kualitas barang.

Ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (O'Brien, 2018) bahwa rantai pasok tanpa dokumentasi mutu akan menghasilkan produk yang kurang kompetitif secara industrial.

Keterkaitan Temuan dengan Teori Informasi Rantai Pasok

Teori rantai pasok menekankan bahwa arus informasi sama pentingnya dengan arus barang. Pada rantai pasok yang efektif:

1. informasi hulu–hilir harus mengalir transparansi
2. data produksi, stok, mutu, dan harga harus saling terhubung,
3. setiap pelaku harus dapat memantau posisi barang dalam alur pasok.

Namun temuan lapangan menunjukkan: petani tidak mendapatkan informasi harga, BUMDes tidak memiliki data stok dan data riwayat dan sistem akuntansi tidak terintegrasi dengan alur barang,

Kesenjangan ini menunjukkan bahwa BUMDes Ciputri belum mencapai tahap *integrated supply chain*, dan lebih berada pada kategori *fragmented supply chain*, yaitu rantai pasok yang tiap aktornya bekerja sendiri tanpa integrasi.

Hubungan Temuan dengan Prinsip Transparansi dan Akuntabilitas

Dalam teori transparansi dan akuntabilitas (Mardiasmo, 2018), prinsip utamanya adalah:

1. kemudahan akses informasi,
2. kejelasan alur aktivitas,
3. ketersediaan data untuk evaluasi,
4. pelaporan keuangan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Temuan lapangan menunjukkan situasi yang berlawanan: Transparansi:

1. Petani tidak mengetahui harga serta nilai tambah produknya.
2. Tidak ada data historis produksi dan penjualan.
3. Tidak ada laporan kinerja per komoditas.

Akuntabilitas:

1. Banyak transaksi tidak memiliki bukti.
2. Tidak ada jurnal penutup; laporan tiap tahun tidak dapat diaudit.
3. Sistem persediaan tidak ada sehingga arus barang tidak dapat dipertanggungjawabkan.

Ketidaksesuaian ini menunjukkan bahwa BUMDes masih berada pada kategori *low accountability organization*, yaitu lembaga yang belum memiliki struktur sistem pelaporan yang stabil.

Peran Model Aplikasi Akuntansi Berbasis AI sebagai Solusi Teoretis

Model aplikasi yang dirancang pada bagian 4.7 menjawab secara langsung seluruh *gap* teori–praktik.

- a. Mendukung teori pangan fungsional
Dengan pencatatan per komoditas, BUMDes dapat menilai kontribusi tiap produk fungsional.
- b. Mendukung konsep rantai pasok terintegrasi
AI dapat melacak barang, menganalisis HPP, memberikan prediksi *margin*, menciptakan alur informasi dari hulu ke hilir.
- c. Memperkuat transparansi dan akuntabilitas
Model sistem memastikan bukti transaksi digital, stok tercatat otomatis, laporan keuangan dapat diaudit, data harga dapat diakses petani.
- d. Mendukung digitalisasi desa
Literatur menegaskan bahwa digitalisasi adalah syarat rantai pasok *modern*.
Sistem ini menyediakan kerangka dasar untuk transformasi digital BUMDes.

Penegasan Posisi BUMDes Ciputri dalam Kerangka Teori

Jika dibandingkan dengan konsep rantai pasok *modern*, BUMDes Ciputri berada pada tahap Operasional dasar, Digitalisasi parsial, Belum terintegrasi, Minim data historis, Transparansi rendah. Sistem berbasis *AI* yang dirancang dalam penelitian ini memindahkan BUMDes menuju tahap: Sistem terintegrasi, Transparansi tinggi, Keuangan dapat dipertanggungjawabkan, Rantai nilai dapat dipetakan, *AI-assisted decision making*, Digitalisasi desa yang berkelanjutan.

Ringkasan Temuan

Pertama, penelitian mengungkapkan bahwa BUMDes Ciputri belum memiliki sistem pencatatan persediaan yang memadai. Barang yang diterima dari petani tidak dicatat secara formal dan tidak ada mekanisme pelacakan arus barang. Kondisi ini berdampak pada ketidakakuratan laporan keuangan, ketiadaan nilai persediaan dalam neraca, serta ketidakmampuan BUMDes untuk menghitung harga pokok penjualan (HPP) per komoditas.

Kedua, proses pencatatan keuangan menunjukkan keterbatasan signifikan. Banyak transaksi tidak didukung dengan bukti formal, laporan keuangan tidak dilakukan jurnal penutup tahunan, dan pergantian pegawai akuntansi menyebabkan ketidakkonsistenan data dari tahun ke tahun. Penggunaan *software* Akuntansiku membantu pencatatan transaksi dasar, namun belum mampu memenuhi kebutuhan pengelolaan rantai pasok *multi*-komoditas yang dikelola BUMDes Ciputri.

Ketiga, temuan lapangan menunjukkan adanya kesenjangan informasi antara petani dan BUMDes. Petani tidak mengetahui harga pasar, tidak melakukan pencatatan biaya, dan tidak memahami margin usaha. Di sisi lain, BUMDes tidak memiliki data historis produksi, sehingga perencanaan usaha sulit dilakukan. Kondisi ini mempertegas adanya *asymmetry information* yang melemahkan posisi tawar petani.

Keempat, analisis terhadap sistem Akuntansiku menunjukkan bahwa meskipun fitur dasar pencatatan ada, sistem tersebut tidak memiliki modul persediaan, tidak mendukung pelacakan petani, tidak dapat menghitung HPP otomatis, dan tidak mampu menampilkan kinerja per komoditas. Dengan demikian, sistem yang ada belum mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kesehatan usaha BUMDes.

Kelima, penelitian merumuskan model aplikasi akuntansi berbasis *AI* sebagai solusi konseptual. Model ini berfungsi untuk mengintegrasikan pencatatan barang, persediaan, transaksi keuangan, dan alur nilai dalam satu sistem terpadu. Fitur *AI* dalam model ini dirancang untuk membantu mendeteksi anomali transaksi, memprediksi margin usaha, memberikan rekomendasi harga, dan meningkatkan transparansi informasi bagi petani.

Pembahasan menghubungkan seluruh temuan dengan teori pangan fungsional, komponen bioaktif, rantai pasok, serta prinsip transparansi dan akuntabilitas. Temuan membuktikan bahwa kondisi BUMDes Ciputri belum memenuhi kerangka sistem rantai pasok modern dan membutuhkan intervensi berbasis teknologi untuk mencapai tata kelola yang lebih efektif, transparan, dan akuntabel.

KESIMPULAN

Sistem pengelolaan rantai pasok belum terintegrasi dan terdokumentasi

BUMDes Ciputri mengelola berbagai komoditas pangan fungsional, tetapi proses penerimaan, penyimpanan, hingga penjualan belum didukung dokumentasi yang terstruktur. Ketiadaan pencatatan persediaan menyebabkan tidak tersedianya data volume usaha, nilai stok, dan informasi alur hulu–hilir secara lengkap, sehingga rantai pasok berjalan informal dan sulit dianalisis.

Sistem akuntansi belum menggambarkan kondisi operasional secara menyeluruh

Software Akuntansiku telah membantu pencatatan transaksi dasar sejak 2022, tetapi belum memiliki modul persediaan dan perhitungan HPP serta belum mengintegrasikan data barang dengan data keuangan. Kondisi tersebut membuat laporan keuangan belum sepenuhnya mencerminkan arus

barang dan nilai secara akurat. Permasalahan diperburuk oleh tidak dilakukannya jurnal penutup tahunan dan pergantian pegawai akuntansi.

Petani memiliki akses informasi yang terbatas

Petani belum memperoleh informasi yang memadai mengenai harga pasar dan biaya produksi. Mereka cenderung berorientasi pada penjualan cepat tanpa mengetahui nilai tambah komoditas. Keterbatasan informasi tersebut memperkuat ketimpangan antara petani dan BUMDes, sementara BUMDes sendiri belum memiliki basis data pemasok dan riwayat transaksi yang memadai.

Digitalisasi BUMDes menjadi kebutuhan mendesak

Ketiadaan sistem informasi terintegrasi menjadi akar berbagai persoalan, seperti tidak tersedianya data stok, HPP, dokumentasi transaksi, dan data historis. Digitalisasi diperlukan agar BUMDes mampu mengukur kinerja usaha, menyusun strategi pengembangan, dan meningkatkan akuntabilitas laporan keuangan.

Model aplikasi akuntansi berbasis *AI* relevan dengan kebutuhan BUMDes

Model yang dikembangkan mencakup modul penerimaan komoditas, persediaan, pencatatan keuangan, dan analisis *AI*. Sistem tersebut dirancang untuk mengatasi ketiadaan stok, ketidakakuratan laporan keuangan, serta rendahnya transparansi harga melalui perhitungan HPP otomatis, deteksi anomali harga, prediksi *margin*, rekomendasi harga jual, dan *dashboard* harga bagi petani.

Model selaras dengan teori rantai pasok dan prinsip akuntabilitas

Model yang dikembangkan tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga memperkuat pengelolaan rantai pasok pangan fungsional melalui sistem yang terstandar, terdokumentasi, dan dapat dipertanggungjawabkan. Sistem ini mendukung pengelolaan rantai nilai, keterbukaan informasi, serta penerapan prinsip *good governance*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada PT Indofood Sukses Makmur Tbk atas dukungan dan pendanaan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini melalui Program Indofood Riset Nugraha Tahun 2025–2026. Dukungan tersebut memiliki peran penting dalam mendukung kelancaran proses penelitian, mulai dari tahap perancangan hingga penyusunan laporan hasil penelitian. Oleh karena itu, penulis dengan penuh tanggung jawab menyatakan bahwa penelitian ini merupakan bagian dari Program Indofood Riset Nugraha 2025–2026 dan seluruh hasil penelitian yang dipublikasikan bersumber dari dukungan program tersebut.

REFERENSI

- Andriani, R., & Sulistyowati, R. (2021). Peran BUMDes dalam penguatan ekonomi desa melalui digitalisasi. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 22(1), 45–58.
- Appleyard, M. M. (2003). *The influence of knowledge accumulation on buyer–supplier collaboration*. *Journal of Management Studies*, 40(4), 937–963.
- Badan Ketahanan Pangan (2022) Strategi nasional kedaulatan pangan. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2005). Peraturan Kepala BPOM RI Nomor HK.00.05.52.0685 tentang ketentuan pokok pengawasan pangan fungsional. BPOM RI.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2018). Laporan nasional Riskesdas 2018. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Statistik tanaman pangan 2024: Produksi padi menurut bulan. BPS RI.

- Bennett, R. M., & Franzel, S. (2021). *Digital technologies for strengthening rural value chains. Agricultural Systems*, 191, 103151. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103151>
- Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). *Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. Trends in Food Science & Technology*, 31(2), 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.006>
- Bovens, M., Goodin, R. E., & Schillemans, T. (2014). *The Oxford handbook of public accountability. Oxford University Press*.
- Brusoni, S., Prencipe, A., & Pavitt, K. (2001). *Knowledge specialization and the boundaries of the firm. Administrative Science Quarterly*, 46(4), 597–621.
- Budiman, A., & Wulandari, F. (2022). Kesiapan masyarakat desa terhadap adopsi teknologi digital. *Jurnal Pembangunan dan Teknologi Informasi Desa*, 4(2), 75–89. <https://doi.org/10.25077/jptid.v4i2.356>
- Dhianawaty, D., & Ruslin, R. (2015). *Antioxidant activity of Imperata cylindrica root extract. Journal of Natural Medicines*, 69(3), 340–347.
- Ellahi, B., Essien, B., & Khan, S. (2024). *Traceability and transparency in functional food supply chains. Journal of Food Quality and Safety*, 8(2), 1–12. <https://doi.org/10.1093/jfqsa/fyad045>
- Fang, X., & Ge, Y. (2023). *Food safety and quality management through traceability systems. Food Control*, 145, 109484. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109484>
- Faramayuda, F., Nurhasanah, S., & Yuniarti, N. (2022). *Stevioside and rebaudioside A content of Stevia rebaudiana. Indonesian Journal of Pharmacy*, 33(2), 95–104.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Agroecology: Transitioning to sustainable food systems. FAO*.
- Fortune Business Insights. (2025). *Functional food market size, share & industry analysis, 2025–2032*.
- Fripp, E., Ritchie, P., & Williams, A. (2023). *Supply chain transparency and traceability as tools to prevent deforestation. Sustainability*, 15(4), 3127. <https://doi.org/10.3390/su15043127>
- Gliessman, S. R. (2007). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (2nd ed.). CRC Press.
- Hidayat, S., & Rachmadiyanto, A. (2016). Alang-alang sebagai tanaman obat tradisional. *Jurnal Farmasi Herbal Indonesia*, 4, (2), 89–97.
- Iwatani, S., & Yamamoto, N. (2019). *Functional foods for the aging population. Nutrition Research Reviews*, 32(1), 1–15. <https://doi.org/10.1017/S095442241800015X>
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). *Theory of the firm. Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)
- Jung, J. Y., & Shin, H. J. (2021). *Pharmacological activities of Imperata cylindrica. Journal of Ethnopharmacology*, 268, 113567. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113567>
- Kumar, R., Singh, S., & Luthra, S. (2022). *Digitalization of food supply chains. Sustainable Production and Consumption*, 31, B 184–197. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.02.012>
- Kusuma, A. N., & Hartati, S. (2021). Strategi peningkatan akuntabilitas BUMDes berbasis digital. *Jurnal Akuntansi Multiparadigma*, 12(3), 458–470. <https://doi.org/10.18202/jamal.2021.12.3.5>
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). *Free radicals, antioxidants and functional foods. Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
- Moeller, N. I., van den Berg, M., & Schmitt, E. (2023). *Measuring agroeco-logical performance. Agricultural Systems*, 205, 103594. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103594>
- Nazir, M., et al. (2019). *Opportunities and challenges in functional food development. Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3371–3383. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03852-5>
- Nyamah, E. Y., Jiang, Y., & Feng, Y. (2022). *Supply chain transparency and traceability*.

- Sustainable Production and Consumption*, 30, 256-268.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.12.012>
- O'Brien, M. (2018). *Quality documentation and traceability*. *Journal of Supply Chain Management*, 54(3), 23 - 37. <https://doi.org/10.1111/jscm.12172>
- Purwaningsih, S., Santoso, J., & Salamah, E. (2021). Pangan fungsional berbasis kearifan lokal Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(1)
- Rijal, M., Putri, A. R., & Hidayat, R. (2021). Transparansi dan akuntabilitas pengelolaan keuangan BUMDes. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Publik*, 6(1), 45–58.
- Setiono, B., Pratama, A. R., & Lestari, D. (2025). *Leadership support and community participation*. *Jurnal Tata Kelola Desa*, 13(1), 1 - 15.
- United Nations. (2019). *World population prospects 2019: Highlights*. UN DESA.
- Wagner, K. H., & Brath, H. (2012). *A global view on the development of functional foods: Antioxidants*. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S266–S274.
<https://doi.org/10.1017/S0007114512002592>
- World Bank. (2022). *Digital agriculture in Indonesia: Opportunities for transformation*. *World Bank Publications*.