

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia yang berkontribusi signifikan terhadap devisa negara dan penyediaan lapangan kerja. Sebagai salah satu produsen utama dunia, sektor ini menjadi tumpuan hidup bagi jutaan petani kecil, khususnya di wilayah Indonesia Timur. Di Provinsi Sulawesi Selatan, kakao menjadi komoditas unggulan daerah yang menopang struktur ekonomi pedesaan. Selain itu Sulawesi Selatan menempati posisi sebagai daerah dengan produksi kakao terbesar (Junais & Sartika, 2022). Kabupaten Luwu Utara tercatat sebagai salah satu sentra produksi terbesar di provinsi ini, di mana mayoritas masyarakatnya menggantungkan pendapatan rumah tangga pada sektor perkebunan kakao. Rahim *et al.*, (2023) menegaskan bahwa keberlanjutan ekonomi wilayah ini sangat bergantung pada stabilitas produktivitas dan mutu biji kakao yang dihasilkan oleh petani rakyat.

Tabel 1. Luas Lahan, Produksi, dan Produktivitas Kakao di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020-2024.

No.	Tahun	Luas Lahan (ha)	Produksi (kg)	Produktivitas (kg/ha)
1.	2020	195.049	110.418.000	566
2.	2021	182.353	93.816.000	514
3.	2022	179.564	86.915.000	484
4.	2023	176.224	79.776.000	452
5	2024	169.299	86.541.000	511

Sumber: Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan, 2024

Merujuk pada Tabel 1 (BPS, 2024), sektor kakao di Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan tren penurunan kinerja selama periode 2020–2024. Luas areal perkebunan menyusut sebesar 13,2%, dari 195.049 hektar pada tahun 2020 menjadi 169.299 hektar pada tahun 2024. Penyusutan lahan ini berdampak pada penurunan produksi sebesar 21,6%, di mana angka produksi merosot dari 110.418.000 kg menjadi 86.541.000 kg dalam kurun waktu yang sama. Kendati demikian, sisi produktivitas memperlihatkan dinamika yang berbeda; sempat turun ke 452 kg/ha pada tahun 2023, produktivitas kembali mengalami perbaikan menjadi 511 kg/ha pada tahun 2024.

Tabel 2. Luas Lahan, dan Produksi Kakao di Kabupaten Luwu Utara Tahun 2020-2024.

No.	Tahun	Luas Lahan (ha)	Produksi (kg)	Produktivitas (kg/ha)
1.	2020	40.814	30.856.050	756
2.	2021	38.435	28.573.370	743
3.	2022	36.032	24.388.870	677
4.	2023	28.159	22.710.890	806
5	2024	25.686	25.503.610	993

Sumber: Badan Pusat Statistik Luwu Utara, 2024

Dinamika serupa tercatat pada Tabel 2 untuk wilayah Kabupaten Luwu Utara. Selama rentang waktu 2020 hingga 2024, terjadi penyusutan lahan yang sangat tajam sebesar 37%, di mana luas lahan berkurang dari 40.814,06 hektar menjadi 25.686 hektar. Penurunan luas tanam ini berkorelasi dengan penurunan volume produksi, yang bergerak dari 30.856.050 kg (2020) ke titik terendah 22.710.890 kg (2023). Walaupun demikian, terdapat sedikit pemulihan kinerja produksi pada tahun 2024 yang tercatat meningkat menjadi 25.503,610 kg.

Meskipun memiliki potensi produksi yang besar, kinerja agribisnis kakao di Kabupaten Luwu Utara masih dihadapkan pada tantangan mendasar berupa rendahnya mutu biji kakao, hal ini diungkapkan oleh penelitian Asmawati & Rahmi (2023) yang menemukan bahwa Sebagian besar sampel biji kakao memiliki kadar air diatas standar SNI ($>7,5\%$) dan persentase biji berjamur cukup tinggi akibat pengeringan yang tidak sempurna. Fenomena ini disebabkan oleh minimnya penerapan teknologi pascapanen yang sesuai dengan *Good Manufacturing Practices* (GMP), terutama pada tahapan fermentasi. Penelitian Zainuddin & Marzuki (2024) menunjukkan bahwa penerapan teknologi pengeringan dan fermentasi yang tepat waktu dan suhu sangat krusial untuk memenuhi standar mutu SNI 2323-2008 dan permintaan pasar global. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar petani masih menjual biji kakao dalam bentuk asalan (tanpa fermentasi), yang berdampak pada rendahnya harga jual dan posisi tawar petani di rantai pasok.

Kesenjangan harga antara biji kakao fermentasi dan non-fermentasi sebenarnya memberikan insentif ekonomi yang nyata. Studi empiris oleh Singapurwa *et al.*, (2024) menemukan bahwa biji kakao terfermentasi mampu mencapai nilai jual Rp 55.000 per kg, jauh lebih tinggi dibandingkan biji non-fermentasi yang hanya dihargai dikisaran Rp 25.000 – Rp 28.000 per kg. Selisih harga yang signifikan ini seharusnya menjadi pendorong (driver) bagi petani untuk mengadopsi teknologi pascapanen. Selain itu, perkembangan teknologi pemantauan suhu dan pH berbasis Internet of Things (IoT) seperti aplikasi Blynk juga telah tersedia untuk mempermudah kontrol kualitas (Az Zahra & Satria, 2023). Namun, tingkat adopsi teknologi di tingkat petani, khususnya di Kecamatan Sabbang, masih tergolong rendah.

Rendahnya adopsi teknologi fermentasi ini mengindikasikan adanya hambatan struktural yang kompleks di luar aspek teknis. Kulyakwave *et al.*, (2023) dalam studinya menyoroiti bahwa petani dengan pendapatan dan aset yang lebih tinggi cenderung memiliki tingkat penghindaran risiko (*risk aversion*) yang lebih rendah, sehingga lebih berani mengadopsi teknologi baru. Sebaliknya, keterbatasan modal, dan rendahnya akses penyuluhan seringkali menjadi penghambat bagi petani kecil untuk beralih ke praktik pascapanen modern (Nurahmi & Yasar, 2025). Sabrini *et al.*, (2023) juga menambahkan bahwa meskipun petani memiliki persepsi positif terhadap inovasi, realisasi adopsi seringkali terhambat oleh ketidakmampuan petani dalam menanggung biaya investasi awal dan risiko kegagalan proses.

Kecamatan Sabbang sebagai salah satu basis produksi kakao di Luwu Utara tidak terlepas dari permasalahan tersebut hal ini sesuai dengan penelitian Nabilah *et al.*, (2024) yang menemukan biji kakao yang dipasarkan Sebagian besar dalam bentuk asalan atau belum difermentasi. Sehingga kesenjangan antara ketersediaan teknologi

pascapanen yang mampu meningkatkan nilai tambah dengan realitas rendahnya tingkat adopsi petani menjadi fenomena yang menarik untuk dikaji secara mendalam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, dapat diketahui bahwa penerapan teknologi fermentasi kakao belum sepenuhnya diadopsi oleh seluruh petani, meskipun teknologi tersebut berpotensi meningkatkan mutu dan nilai jual kakao. Perbedaan karakteristik petani, akses informasi, dan lainnya diduga menjadi faktor yang memengaruhi pengambilan keputusan petani dalam mengadopsi teknologi fermentasi kakao. Oleh karena itu, permasalahan utama dalam penelitian ini adalah faktor-faktor apa saja yang memengaruhi keputusan petani dalam mengadopsi teknologi fermentasi kakao.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keputusan petani dalam mengadopsi teknologi fermentasi kakao.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat akademik: Menambah khasanah ilmu pengetahuan di bidang pertanian, khususnya tentang perilaku adopsi teknologi fermentasi di sektor perkebunan kakao.
2. Manfaat praktis: Memberikan masukan bagi pemerintah daerah, penyuluh pertanian, dan lembaga terkait dalam merancang program peningkatan mutu kakao berbasis teknologi fermentasi.
3. Manfaat kebijakan: Menjadi dasar bagi penyusunan kebijakan pengembangan agribisnis kakao berkelanjutan di Kabupaten Luwu Utara.

1.5 Research Gap

Meskipun penelitian mengenai kakao telah banyak dilakukan, terdapat kesenjangan (gap) empiris yang signifikan antara kajian terdahulu dengan realitas tantangan adopsi yang dihadapi petani saat ini. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan membandingkan tiga aspek utama: fokus variabel, pendekatan analisis, dan kedalaman isu ekonomi.

Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat & Nuddin (2023) dengan judul "Peran Penyuluh Pertanian dalam Peningkatan Produktivitas Kakao di Sulawesi Selatan" lebih menitikberatkan pada aspek transfer pengetahuan teknis dan intensitas penyuluhan. Temuan mereka menyimpulkan bahwa rendahnya adopsi disebabkan oleh kurangnya frekuensi kunjungan penyuluh. Namun, penelitian tersebut mengabaikan fakta bahwa pengetahuan teknis tidak serta merta dapat dikonversi menjadi tindakan jika petani tidak memiliki kemampuan finansial. Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan memasukkan variabel pendapatan dan sebagai determinan utama, untuk membuktikan bahwa hambatan adopsi bersifat struktural-ekonomi, bukan sekadar defisit informasi.

Penelitian oleh Fitriani & Syamsuddin (2021) yang berjudul " Persepsi petani terhadap inovasi pengolahan hasil kakao fermentasi di Kabupaten Kolaka " berfokus pada aspek psikologis (persepsi) menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif. Studi tersebut menemukan bahwa petani sebenarnya memiliki persepsi positif terhadap fermentasi, namun tingkat adopsinya tetap rendah. Kelemahan studi ini adalah tidak

adanya penggunaan model statistik inferensial untuk mengukur probabilitas keputusan. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) metodologis menggunakan Regresi Logistik Biner. Metode ini mampu memprediksi secara presisi seberapa besar peningkatan peluang (*odds ratio*) seorang petani untuk mengadopsi teknologi ketika terjadi kenaikan satu satuan pada variabel.

Studi yang dilakukan oleh Wijaya *et al.*, (2023) berjudul "Strategi Pengembangan Agribisnis Kakao Berkelanjutan di Kawasan Timur Indonesia" cenderung membahas aspek makro-kelembagaan dan rantai pasok. Penelitian tersebut kurang menyentuh dinamika mikro-ekonomi rumah tangga petani, seperti beban tanggungan keluarga, yang secara langsung memengaruhi likuiditas petani untuk berinvestasi pada alat pascapanen. Penelitian ini akan mengisi celah tersebut dengan menempatkan karakteristik sosial ekonomi rumah tangga sebagai pusat analisis keputusan adopsi teknologi di Kecamatan Sabbang.

1.6 Tinjauan Pustaka

1.6.1 Pengaruh Umur Terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Umur merupakan faktor yang memengaruhi kemampuan petani dalam menerima informasi dan mengadopsi inovasi. Petani yang berusia lebih muda umumnya memiliki kemampuan fisik lebih baik, lebih terbuka terhadap perubahan, serta lebih cepat dalam menerima teknologi baru. Nuryanto (2021) menegaskan bahwa petani dengan usia produktif memiliki peluang lebih besar untuk mengadopsi inovasi pertanian dibandingkan petani yang berusia lanjut karena minat belajar dan adaptasinya lebih tinggi. Dalam konteks pascapanen kakao, umur dapat berpengaruh pada kesiapan petani dalam mempelajari dan menerapkan teknologi fermentasi serta pengeringan modern yang membutuhkan pemahaman teknis.

Menurut penelitian terbaru dari Peprah *et al.*, (2021) dalam jurnal Scientific African yang meneliti adopsi kotak fermentasi berjenjang, umur petani memiliki korelasi negatif dengan keputusan melakukan fermentasi. Petani yang lebih tua cenderung memilih menjual biji basah (*wet beans*) secara langsung karena proses fermentasi yang memakan waktu 5–7 hari dianggap terlalu melelahkan secara fisik dan menunda penerimaan uang tunai, dibandingkan petani muda yang lebih bersedia menunda penjualan demi nilai tambah.

Sebaliknya, Syahputra *et al.*, (2022) dalam Jurnal Agriekonomika menemukan bahwa pada kelompok tani tertentu di Indonesia, petani tua justru lebih patuh melakukan fermentasi dibandingkan petani muda. Hal ini dikarenakan petani tua yang telah mapan memiliki orientasi kualitas jangka panjang dan loyalitas pada koperasi yang mewajibkan penyeteroran biji fermentasi, sedangkan petani muda sering tergiur harga tunai cepat dari tengkulak yang tidak mensyaratkan fermentasi.

1.6.2 Pengaruh Pendidikan terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Tingkat pendidikan berpengaruh terhadap kemampuan petani memahami informasi teknis mengenai inovasi. Semakin tinggi pendidikan, semakin mudah petani memahami manfaat dan mekanisme penggunaan teknologi. Az Zahra & Satria (2023) menemukan bahwa pemahaman teknologi fermentasi berbasis aplikasi Blynk lebih cepat diterima oleh petani yang memiliki pendidikan lebih baik karena mereka mampu mengikuti instruksi digital dengan lebih efektif. Dengan demikian, pendidikan dapat mendorong peningkatan adopsi teknologi fermentasi pada petani kakao.

Tingkat pendidikan sangat krusial dalam pemahaman proses biokimia sederhana dalam fermentasi. Baffoe *et al.*, (2023) dalam studi mengenai *Good Post-Harvest Practices* menekankan bahwa petani dengan pendidikan formal lebih tinggi mampu memahami instruksi teknis mengenai suhu ideal dan frekuensi pembalikan biji kakao dalam kotak fermentasi. Mereka lebih cepat mengadopsi prosedur fermentasi yang benar karena menyadari bahwa kualitas citarasa (*flavor*) yang dihasilkan akan berdampak pada harga premium.

Hal ini didukung oleh temuan Azumah *et al.*, (2022) dalam *Journal of Agriculture and Food Research*, yang menyatakan bahwa probabilitas adopsi teknologi fermentasi meningkat seiring bertambahnya tahun sekolah. Petani berpendidikan memiliki kemampuan literasi untuk menghitung analisis biaya-manfaat (*cost-benefit*) dari proses fermentasi, sehingga mereka sadar bahwa meskipun ada penyusutan berat selama fermentasi, kenaikan harga jual per kilogram tetap memberikan margin keuntungan bersih yang lebih tinggi.

1.6.3 Pengaruh Pengalaman Usahatani terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Pengalaman usahatani mencerminkan pengetahuan praktis petani dalam mengelola tanaman kakao dan menghadapi berbagai kendala produksi maupun pascapanen. Penelitian oleh Zainuddin & Marzuki (2024) menunjukkan bahwa petani yang berpengalaman lebih memahami pentingnya pengaturan suhu dan waktu dalam proses pengeringan untuk menghasilkan mutu fisik dan aroma biji kakao yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama pengalaman usahatani, semakin besar peluang petani menyadari manfaat inovasi dan memutuskan untuk mengadopsinya.

Antwi & Oladele (2021) menemukan bahwa petani yang sudah sangat lama bertani (lebih dari 20 tahun) cenderung resisten mengubah kebiasaan menjemur langsung biji kakao tanpa fermentasi. "Kenyamanan" dengan pola penjualan biji asalan yang cepat membuat mereka skeptis terhadap teknologi fermentasi yang dianggap rumit dan berisiko gagal jika tidak dilakukan dengan sempurna.

Namun, perspektif berbeda disampaikan oleh Anang (2023) yang meneliti efisiensi teknis pengolahan kakao. Ia menemukan bahwa pengalaman usahatani berpengaruh positif terhadap keberhasilan teknis fermentasi. Petani berpengalaman yang memutuskan untuk mengadopsi fermentasi biasanya menghasilkan biji dengan derajat fermentasi yang lebih sempurna dibandingkan pemula, karena mereka memiliki *tacit knowledge* (pengetahuan naluriyah) mengenai kapan waktu yang tepat untuk membalik dan mengakhiri proses fermentasi berdasarkan aroma biji.

1.6.4 Pengaruh Pendapatan terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Pendapatan merupakan faktor yang berkaitan dengan kemampuan finansial petani dalam membeli peralatan atau sarana pendukung teknologi. Sukmawati *et al.*, (2023) menyebutkan bahwa inovasi biochar dalam pembibitan kakao lebih banyak diadopsi oleh petani yang memiliki kemampuan modal lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pendapatan petani, semakin besar peluang mereka mengadopsi teknologi fermentasi karena risiko finansialnya lebih rendah.

Danso-Abbeam *et al.*, (2022) dalam *International Journal of Social Economics* menyoroti bahwa pendapatan rumah tangga yang rendah memaksa petani untuk "menjual uang" (menjual biji basah murah) demi kebutuhan mendesak. Adopsi teknologi fermentasi membutuhkan kemampuan finansial untuk menahan stok selama

satu minggu proses pemeraman dan pengeringan, hanya petani dengan pendapatan cukup yang mampu menanggung *opportunity cost* waktu tersebut.

Studi spesifik di Indonesia oleh Rahmaddan *et al.*, (2023) dalam Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar memperkuat hal ini. Mereka menemukan bahwa petani dengan pendapatan sampingan non-kakao memiliki tingkat adopsi fermentasi yang lebih tinggi. Pendapatan tambahan tersebut berfungsi sebagai bantalan ekonomi (*buffer*), memungkinkan mereka tidak terburu-buru menjual hasil panen dan bisa melakukan proses fermentasi secara optimal untuk mengejar harga pasar yang lebih tinggi.

1.6.5 Pengaruh Akses Penyuluhan terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Penyuluhan menjadi salah satu saluran utama penyebaran informasi inovasi pertanian. Erida *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa petani yang aktif mengikuti penyuluhan lebih cepat memahami manfaat teknologi dan lebih yakin untuk menerapkannya dalam kegiatan produksi. Penyuluhan berperan dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan, sehingga dapat mempercepat penerapan teknologi fermentasi dan pengeringan modern pada petani kakao.

Ofori *et al.*, (2021) menegaskan bahwa frekuensi kontak dengan penyuluh berpengaruh signifikan terhadap adopsi kotak fermentasi standar. Penyuluh berperan vital dalam mendemonstrasikan cara pembuatan kotak fermentasi berlubang yang benar dan teknik pembalikan 48 jam sekali, yang merupakan detail teknis yang sering salah dipahami oleh petani jika hanya mendengar teori tanpa praktek.

Lebih lanjut, Musyafak & Shinta (2021) dalam Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian menemukan bahwa akses penyuluhan yang efektif bukan hanya soal kunjungan, tetapi juga soal materi kemitraan pasar. Petani mau mengadopsi teknologi fermentasi jika penyuluh juga membawa informasi atau akses ke pembeli (industri/eksportir) yang siap membeli biji fermentasi dengan harga berbeda. Tanpa jaminan pasar dari penyuluh, adopsi teknologi fermentasi seringkali terhenti di tengah jalan.

1.6.6 Pengaruh Jumlah Anggota Keluarga terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Jumlah tanggungan keluarga dalam usaha tani kakao merefleksikan ketersediaan tenaga kerja internal rumah tangga yang tentunya menjadi salah satu faktor dalam mengadopsi teknologi fermentasi hal ini dijelaskan oleh Danso-Abbeam *et al.*, (2023) menegaskan bahwa jumlah anggota keluarga berpengaruh positif terhadap keputusan adopsi, di mana rumah tangga dengan ukuran yang lebih besar memiliki peluang lebih tinggi untuk menerapkan teknologi baru karena mampu melakukan efisiensi biaya produksi melalui pemanfaatan tenaga kerja keluarga

Proses fermentasi dan pengeringan lanjutannya bersifat padat karya. Tuffour & Dokurugu (2023) dalam penelitiannya menemukan bahwa ukuran keluarga berpengaruh positif terhadap adopsi praktik pascapanen ini. Ketersediaan tenaga kerja keluarga (istri dan anak dewasa) sangat membantu dalam proses pembalikan biji di kotak fermentasi yang berat dan harus dilakukan rutin, serta proses pengangkatan biji saat hujan tiba-tiba turun selama pengeringan.

Namun, Ankrah *et al.*, (2021) memberikan catatan kritis bahwa jika jumlah anggota keluarga terlalu banyak namun didominasi anak-anak (tanggungan), hal itu justru menghambat adopsi. Beban ekonomi keluarga yang besar mendesak petani untuk segera mendapatkan uang tunai, sehingga mereka melewatkan proses

fermentasi dan menjual biji basah. Jadi, struktur umur anggota keluarga lebih menentukan daripada sekadar jumlah total.

1.6.7 Pengaruh Kemampuan Akses Modal Bank terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Studi oleh Twumasi *et al.*, (2022) membuktikan secara empiris bahwa akses kredit perbankan menciptakan perbedaan signifikan dalam pendapatan petani kakao. Petani yang memiliki akses kredit mampu membiayai input teknologi dan menunda penjualan untuk proses pascapanen, sedangkan petani tanpa kredit cenderung menjual biji basah (*wet beans*) karena desakan likuiditas. Kredit berfungsi sebagai modal kerja vital yang memungkinkan petani beralih dari penjualan tradisional ke penjualan biji kering fermentasi bernilai tambah.

Peprah *et al.*, (2021) dalam jurnal *Scientific African* secara spesifik meneliti adopsi kotak fermentasi di Ghana. Temuannya menunjukkan bahwa akses ke lembaga keuangan formal adalah variabel penentu utama (signifikan pada taraf 1%) dalam kepemilikan kotak fermentasi standar. Petani yang mendapatkan pinjaman bank memiliki probabilitas lebih tinggi untuk membangun infrastruktur fermentasi yang layak (kotak bertingkat), dibandingkan petani yang hanya mengandalkan modal sendiri

Danso-Abbeam *et al.*, (2022) menganalisis hubungan antara pembiayaan pertanian dan efisiensi teknis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kendala kredit (*credit constraint*) adalah penyebab utama inefisiensi dalam tahap pascapanen. Tanpa dukungan modal bank, petani tidak dapat mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja untuk perawatan dan pengolahan hasil, sehingga kualitas biji kakao yang dihasilkan menurun dan tidak memenuhi standar fermentasi ekspor.

1.6.8 Pengaruh Kemampuan Akses Modal Informal terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Syahputra *et al.*, (2022) dalam jurnal *Agriekonomika* menyoroti peran ganda pedagang pengumpul (tengkulak) sebagai pemberi pinjaman informal. Studi di Jembrana ini menemukan bahwa keterikatan utang pada tengkulak menghambat adopsi pemasaran biji fermentasi. Petani yang terjerat pinjaman informal biasanya diwajibkan menyeter hasil panen dalam bentuk biji basah atau gelondongan sebagai pelunasan utang, sehingga menutup peluang mereka untuk melakukan fermentasi mandiri.

Peprah *et al.*, (2023) dalam *International Journal of Agricultural Management and Development* menemukan bahwa keanggotaan dalam koperasi pertanian memiliki dampak positif terhadap adopsi teknologi. Koperasi seringkali menyediakan skema pinjaman lunak (*soft loans*) yang lebih fleksibel daripada bank. Modal dari koperasi ini memberdayakan petani kecil untuk mengadopsi teknologi anjuran, termasuk peralatan pascapanen sederhana, tanpa harus melalui prosedur agunan bank yang rumit.

Ehiakpor *et al.*, (2021) dalam *Land Use Policy* meneliti adopsi praktik pertanian berkelanjutan dan menemukan peran vital *Village Savings and Loan Associations* (VSLA). Bagi petani perempuan dan lahan sempit, akses ke modal informal dari kelompok simpan pinjam ini menjadi jaring pengaman (*safety net*) yang krusial. Dana ini sering digunakan untuk membiayai kebutuhan mendadak selama musim panen, sehingga petani tidak perlu menjual aset atau hasil panen mentah secara terburu-buru.

1.6.9 Pengaruh Kemampuan Akses Informasi terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Rahmaddan *et al.*, (2023) dalam Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar menegaskan bahwa asimetri informasi pasar adalah penghambat utama fermentasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa petani yang memiliki akses real-time terhadap informasi harga biji fermentasi (melalui aplikasi atau penyuluh) memiliki motivasi lebih tinggi untuk melakukan fermentasi. Pengetahuan tentang disparitas harga yang jelas antara biji asalan dan fermentasi mendorong petani mengambil keputusan rasional untuk meningkatkan mutu.

Baffoe *et al.*, (2023) dalam *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies* menekankan pentingnya akses informasi teknis *Good Post-Harvest Practices* (GPHP). Banyak petani gagal melakukan fermentasi bukan karena tidak mau, tetapi karena tidak tahu prosedurnya. Studi ini menemukan bahwa petani yang terpapar informasi intensif mengenai teknik pembalikan dan durasi fermentasi melalui pelatihan memiliki tingkat adopsi yang jauh lebih tinggi dan mampu menghasilkan biji dengan fermentation index yang baik.

Wongnaa *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa petani yang melek informasi digital lebih terbuka terhadap inovasi. Akses informasi mengenai riwayat produksi yang terekam digital meningkatkan posisi tawar petani di hadapan pembeli, karena mereka dapat membuktikan kualitas fermentasi biji mereka secara transparan.

1.6.10 Pengaruh Kemampuan Manajemen terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Danso-Abbeam *et al.* (2023). Kesimpulannya menegaskan bahwa kemampuan manajerial dalam mengendalikan variabel lingkungan (suhu tumpukan, pH, dan aerasi) adalah kunci keberhasilan. Petani dengan kemampuan manajemen yang buruk seringkali gagal mencapai suhu optimal (45-50°C), mengakibatkan biji tumbuh jamur atau tidak terfermentasi sempurna (*slaty*), yang merugikan secara ekonomi.

Dessie *et al.*, (2023) menemukan bahwa petani dengan skor efisiensi manajerial tinggi mampu mengalokasikan input secara optimal, termasuk tenaga kerja untuk pascapanen. Manajemen yang baik memastikan bahwa proses fermentasi dilakukan tanpa mengganggu kegiatan panen, melalui pengaturan jadwal kerja yang sistematis dan efisien.

Wongnaa *et al.*, (2021) dalam penelitiannya menyoroti salah satu aspek manajemen yaitu manajemen waktu. Penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan petani dalam menentukan durasi fermentasi yang tepat (optimalisasi hari ke-5 atau ke-6) sangat menentukan kualitas akhir cokelat batangan. Petani dengan kemampuan manajerial yang baik mampu menghentikan proses fermentasi tepat waktu berdasarkan pengamatan fisik biji, menghindari *over-fermentation* yang menyebabkan rasa busuk.

1.6.11 Pengaruh Stabilitas Arus Kas terhadap Adopsi Teknologi Fermentasi

Musyafak & Shinta (2021) dalam Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian menemukan bahwa stabilitas ekonomi rumah tangga adalah prasyarat fermentasi. Dalam strategi pengembangan agribisnis kakao di Blitar, teridentifikasi bahwa petani yang memiliki arus kas stabil (dari diversifikasi usaha ternak/tani lain) lebih mampu melakukan fermentasi secara konsisten. Mereka tidak tertekan untuk segera "menguangkan" hasil panen, sehingga bisa menunggu proses pengolahan selesai demi nilai tambah.

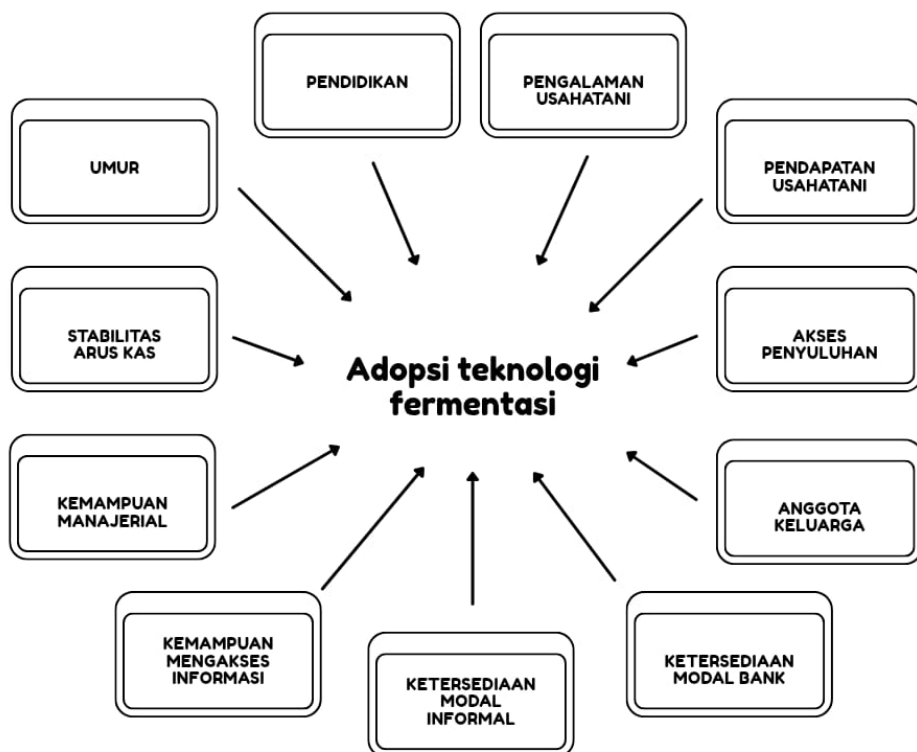
Ofori *et al.*, (2021) dalam *Sustainable Production and Consumption* meneliti dampak sertifikasi kakao. Sertifikasi memberikan insentif berupa harga premium dan pembayaran yang lebih terjamin, yang secara langsung meningkatkan stabilitas arus

kas petani. Dengan adanya jaminan pasar dan harga yang stabil dari skema sertifikasi, petani merasa lebih aman (*secure*) untuk menginvestasikan waktu dan tenaga mereka dalam melakukan praktik pascapanen yang sesuai standar.

Tuffour & Dokurugu (2023) dalam *Journal of Stored Products and Postharvest Research* membahas kendala tenaga kerja sebagai isu arus kas. Proses pascapanen adalah kegiatan padat karya yang membutuhkan pembayaran upah tunai. Petani dengan arus kas yang buruk seringkali tidak mampu membayar tenaga kerja tambahan untuk proses fermentasi dan pengeringan, sehingga terpaksa memangkas proses tersebut dan menjual biji basah untuk menghindari pengeluaran kas.

1.7 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting. Jadi, secara teoritis perlu dijelaskan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Dalam penelitian ini kerangka pemikiran disusun seperti pada gambar berikut:

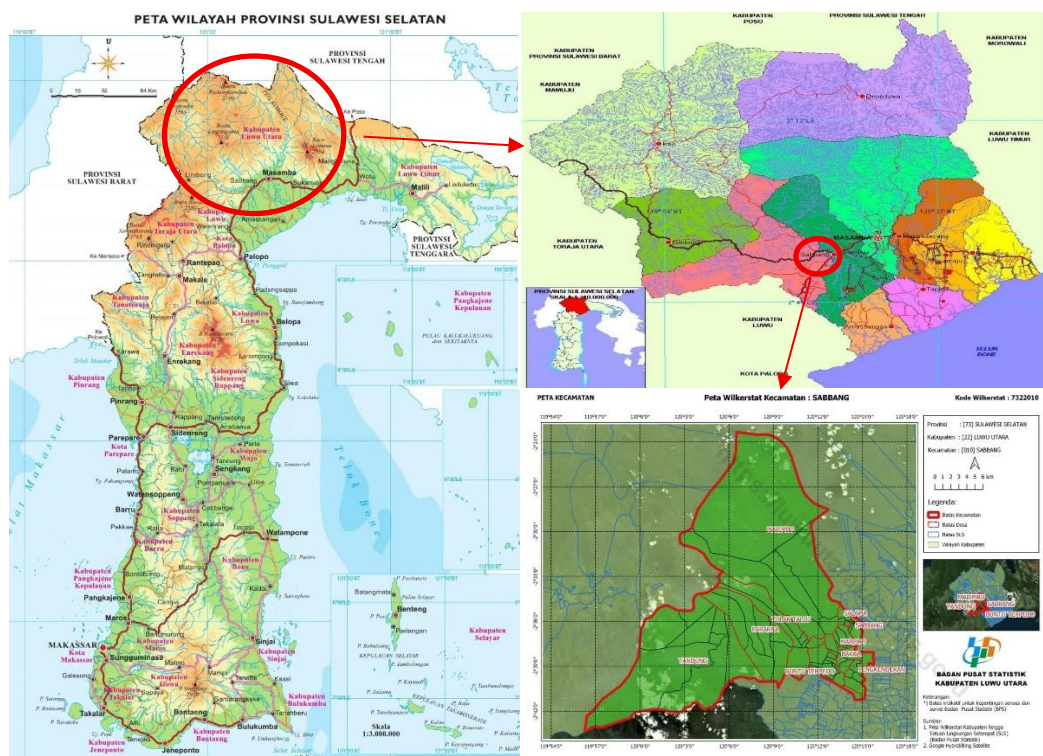


Gambar 1. Kerangka Pemikiran

II. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Sabbang, Kabupaten Luwu Utara, Provinsi Sulawesi Selatan, Secara geografis, Kecamatan Sabbang berada pada ketinggian ± 52 meter di atas permukaan laut (mdpl), sehingga termasuk dalam kategori wilayah dataran rendah. Kondisi topografi ini menyebabkan wilayah penelitian memiliki suhu udara relatif hangat dan kelembapan yang cukup tinggi, yang secara umum sesuai untuk pengembangan tanaman kakao. Wilayah ini dipilih karena merupakan salah satu sentra produksi kakao terbesar di Sulawesi Selatan dan masih menghadapi permasalahan rendahnya penerapan teknologi pascapanen. Penelitian lapangan dilaksanakan pada bulan November-Desember 2025. Waktu penelitian ini mencakup pengumpulan data lapangan, wawancara, serta analisis data.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan data yang berbentuk angka dan dapat diukur secara objektif sehingga memungkinkan dilakukan analisis statistik maupun pengujian hipotesis. Data ini membantu peneliti memperoleh gambaran yang lebih terukur mengenai hubungan antar variabel penelitian (Fadli, 2021). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei kepada petani di Kabupaten Luwu Utara, Kecamatan sabbang. Metode survei adalah teknik pengumpulan data dengan kuesioner, melakukan wawancara terstruktur, atau observasi langsung pada sampel yang mewakili populasi

penelitian. Metode ini dipilih karena mampu menggambarkan kondisi nyata di lapangan secara faktual dan sistematis (Pratiwi & Sari, 2020).

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dari responden atau objek penelitian melalui wawancara, kuesioner, maupun observasi lapangan (Utami & Widodo, 2021). Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan adalah data terkait umur, pendidikan, pengalaman usahatani, pendapatan, akses penyuluhan, jumlah anggota keluarga, kapabilitas petani, dan kemampuan modal finansial petani.
2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain atau sumber yang sudah ada sebelumnya, data yang diperoleh melalui dokumen, arsip, publikasi, laporan resmi, statistik instansi pemerintah, penelitian terdahulu, buku dan jurnal. Data sekunder digunakan untuk melengkapi data primer atau sebagai sumber tambahan informasi (Herlina & Setiawan, 2022).

2.3 Populasi dan Sampel

Populasi merupakan keseluruhan objek atau subjek yang memiliki ciri-ciri tertentu dan relevan untuk diteliti guna menarik suatu kesimpulan. Populasi tidak hanya pada manusia, melainkan dapat mencakup hewan, tumbuhan, fenomena, gejala, atau peristiwa lainnya yang memenuhi kriteria dan berkaitan dengan permasalahan penelitian, serta dapat dijadikan dasar dalam penentuan sampel (Suriani *et al.*, 2023). Dalam penelitian ini, populasi yang dimaksud Adalah Petani kakao yang berada di kecamatan Sabbang kabupaten Luwu Utara. Jumlah pasti dari populasi tersebut belum diketahui secara rinci.

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Sampel yaitu sejumlah individu yang dipilih dari populasi dan merupakan bagian yang mewakili keseluruhan anggota populasi (Suriani *et al.*, 2023). Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode *snowballing*. Menurut Suriani *et al.*, (2023) (*snowball sampling*) merupakan teknik penentuan sampel dalam pendekatan nonprobabilitas yang dilakukan secara berantai melalui rekomendasi dari responden awal kepada responden berikutnya yang memenuhi kriteria penelitian. Untuk menentukan jumlah sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini, digunakan rumus *Slovin* karena jumlah populasi diketahui dan peneliti ingin menentukan sampel berdasarkan tingkat kesalahan (*error*) tertentu. Rumus *Slovin* dianggap tepat digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan ukuran sampel dari populasi besar dengan tingkat kesalahan tertentu (Suriani *et al.*, 2023).

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel

N = Total populasi

e = Tingkat kesalahan (10% atau 0,1)

Sehingga adapun perhitungan sampel pada penelitian ini sebagai berikut:

$$n = \frac{3.128}{1 + (3.128 \times (0,1)^2)} \dots\dots\dots (2)$$

$$= \frac{3.128}{32,28}$$

$n = 96,9 \approx 97$ orang

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus *Slovin*, jumlah sampel minimum yang harus dicari sebesar 97. pada penelitian ini sampel yang digunakan sebesar 149 responden.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah penting dalam suatu penelitian karena menentukan kualitas data yang akan dianalisis. Teknik pengumpulan data adalah cara yang digunakan peneliti untuk memperoleh informasi dari responden maupun sumber lain yang relevan dengan permasalahan penelitian. Pemilihan teknik pengumpulan data yang tepat sangat diperlukan agar data yang dihasilkan memiliki validitas dan reliabilitas yang baik (Zulfirman, 2022). Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara dan kuesioner. Wawancara merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab secara langsung antara peneliti dan responden untuk memperoleh informasi yang lebih rinci dan mendalam (Prawiyogi *et al.*, 2021). Sementara itu, kuesioner merupakan instrumen tertulis berupa daftar pertanyaan yang disusun secara sistematis untuk memperoleh data yang lebih terstruktur, objektif, serta dapat dianalisis secara kuantitatif (Soleniako, 2023).

2.5 Metode Analisis

Penelitian ini dilakukan dengan analisis data secara kuantitatif. Analisis data kuantitatif adalah analisis data yang berfokus pada angka-angka atau data numerik yang diolah menggunakan teknik statistik sehingga menghasilkan informasi yang lebih objektif dan terukur. Analisis kuantitatif digunakan untuk menguji hubungan antar variabel serta menjawab permasalahan penelitian berdasarkan hasil perhitungan data (Sugiyono, 2022). Data yang telah diperoleh dari lapangan terlebih dahulu ditabulasi, kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat adopsi teknologi fermentasi kakao. Angka-angka yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya diproses lebih rinci menggunakan metode analisis statistik agar dapat menghasilkan kesimpulan yang akurat dan relevan. Metode analisis data yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat adopsi teknologi fermentasi kakao adalah metode Regresi Logistik Biner.

2.5.1 Analisis Regresi Logistik Biner

Pengolahan dan klasifikasi data yang memiliki respons biner sering dilakukan oleh peneliti menggunakan regresi logistik. Metode ini banyak dipilih karena kemampuannya yang mengelompokkan dan menganalisis data secara efisien (Rahmaddeni *et al.*, 2024). Regresi logistik merupakan salah satu teknik dasar yang sering digunakan, terutama dalam analisis statistik dan eksplorasi data. Model ini kerap diterapkan dalam analisis prediktif dan dianggap sebagai salah satu model utama untuk memahami hubungan antara variabel dependen dan independen (Rahmaddeni *et al.*, 2024).

Untuk menganalisis pengaruh variabel-variabel tersebut, digunakan beberapa indikator statistik seperti koefisien regresi, signifikansi koefisien, dan *odds ratio*

(Sugiyono, 2022). Koefisien regresi menunjukkan seberapa besar pengaruh dari setiap variabel independen terhadap dependen. Signifikansi koefisien mengukur apakah pengaruh tersebut signifikan secara statistik atau terjadi secara kebetulan. Sementara itu, rasio *odds* membantu dalam mengukur peluang terjadinya suatu perubahan dalam variabel dependen berdasarkan masing-masing variabel independen yang akan diteliti (Sugiyono, 2022).

Tabel 3. Uji Indikator untuk Model Regresi Logistik Biner

Indikator	Deskripsi	Kriteria	Interpretasi
CR	Koefisien Regresi	CR > 0	Dampak positif dari variabel independen memberikan pengaruh yang baik terhadap tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao.
		CR < 0	Dampak negatif dari variabel independen berpengaruh buruk terhadap tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao.
		CR = 0	Variabel independen tidak memiliki keterkaitan dengan tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao.
Sig.	Tingkat signifikansi menunjukkan kemungkinan keaslian	Sig.<0,01	Tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao dipengaruhi secara signifikan oleh variabel independen dengan tingkat kepercayaan 99%
		Sig.< 0,05	Tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao dipengaruhi secara signifikan oleh variabel independen dengan tingkat kepercayaan 95%
		Sig. < 0,05	Tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao dipengaruhi secara signifikan oleh variabel independen dengan tingkat kepercayaan 95%
		Sig.<0,10	Tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao dipengaruhi secara signifikan oleh variabel independen dengan tingkat kepercayaan 90%

Indikator	Deskripsi	Kriteria	Interpretasi
Exp(B)	Rasio odds (Exp(B)) menggambarkan hubungan antara variabel dan probabilitas terjadinya suatu kejadian	Exp (B) >1	Ketika rasio peluang (Exp (B)) meningkat, tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao juga mengalami peningkatan yang signifikan.
		Exp (B) <1	Ketika rasio peluang (Exp (B)) menurun, adopsi teknologi fermentasi petani kakao mengalami penurunan secara signifikan
		Exp (B) = 1	Ketika tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao tidak memiliki keterkaitan apa pun dengan variabel independen.

Sumber: diadaptasi dari Salam *et al.*, 2024

Keterangan:

CR : nilai statistik yang digunakan untuk menguji signifikansi koefisien regresi (B) dalam model logistik. CR sering disebut juga sebagai Uji *Wald Statistic*.

Sig. : nilai probabilitas yang menunjukkan tingkat kepercayaan dari koefisien regresi (B).

Exp(B) : eksponensial dari koefisien regresi (B) atau *Odds Ratio* (OR). *Odds ratio* mengukur seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap peluang (*odds*) terjadinya hasil akhir yang diharapkan (variabel dependen).

Dengan model regresi logistik ini, hubungan antara faktor-faktor variabel independen dengan variabel dependen dapat diidentifikasi secara lebih jelas, membantu peneliti dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao.

2.5.2 Analisis Model Umum Regresi Logistik Biner

Regresi logistik biner adalah model statistik yang digunakan untuk memprediksi probabilitas kejadian dari variabel dependen biner berdasarkan satu atau lebih variabel independen. Variabel dependen biner berarti bahwa hasilnya terdiri dari dua kategori, seperti "0= Tidak Mengadopsi" atau "1= Mengadopsi". Persamaan 2 regresi linier untuk logistik:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

Y = variabel dependen yang bersifat biner (0= Tidak Mengadopsi dan 1= Mengadopsi)

X = variabel independen

- β_0 = *intercept* atau konstanta
 β_1 = koefisien regresi dari variabel independen, yang menunjukkan perubahan (nilai yang meningkat atau menurun)
 ε = *error* atau kesalahan acak

Model regresi logistik biner adalah teknik yang dipakai untuk mempelajari hubungan antara sebuah variabel dependen dan beberapa variabel independen, di mana variabel dependen memiliki dua kategori atau bersifat dikotomi. Dalam model ini, variabel dependen bisa bernilai 0 yang menunjukkan ketiadaan karakteristik dan 1 yang menandakan keberadaan suatu karakteristik (Sugiyono, 2022). Dengan metode ini, peneliti dapat mengeksplorasi bagaimana variabel independen memengaruhi peluang terjadinya suatu peristiwa yang dikelompokkan dalam dua kategori. Model regresi logistik biner digunakan ketika variabel dependen terdiri dari dua nilai, yaitu 0= Tidak Mengadopsi dan 1= Mengadopsi, model yang disajikan dalam Persamaan 3:

$$f(y_i) = \pi_i^{y_i}(1 - \pi_i)^{1-y_i} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- y_i = variabel acak ke-i yang bernilai 0 atau 1
 π_i = kemungkinan terjadinya perubahan ke-i

Langkah selanjutnya adalah membangun model regresi logistik dengan satu variabel independen, pada Persamaan 4:

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X)} \dots\dots\dots(5)$$

Transformasi $\pi(x)$ pada Persamaan 4 dilakukan untuk mempermudah interpretasi parameter dalam model regresi. Transformasi ini menghasilkan bentuk *logit* dari regresi logistik yang disajikan dalam Persamaan 5:

$$g(x) = \ln\left(\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)}\right) = \beta_0 + \beta_{11} + \beta_{22} + \dots + \beta_{xm} \dots\dots\dots(6)$$

2.5.3 Spesifikasi Model Empiris

Tingkat Adopsi teknologi fermentasi dipengaruhi oleh 11 variabel independen faktor faktor tersebut meliputi umur, pendidikan petani, pengalaman usahatani, pendapatan, akses penyuluhan, jumlah anggota keluarga, ketersediaan modal bank, ketersediaan modal informal, kemampuan mengakses informasi, kemampuan manajerial, dan stabilitas arus kas.

Dalam penelitian ini, tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao dijadikan sebagai variabel dependen. Selain itu, mengacu pada Persamaan 5, spesifikasi model empiris pada Persamaan 6 dirancang untuk menguji pengaruh variabel independen tersebut terhadap tingkat adopsi teknologi fermentasi. Model ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai faktor faktor yang memengaruhi tingkat adopsi teknologi fermentasi petani kakao di Kecamatan Sabbang, Kabupaten Luwu Utara.

$$g(ATF)In = [1 - \pi^{(ATP)}(ATP)] = \beta_0 + \beta_1U + \beta_2PD + \beta_3PU + \beta_4PE + \beta_5AP + \beta_6JK + \beta_7KMI + \beta_8KMLI + \beta_9KMI + \beta_{10}KM + \beta_{11}SAK \dots \dots \dots (7)$$

Dimana:

- $g(ATF)$ = Adopsi teknologi fermentasi kakao (0= Tidak Mengadopsi, 1= Mengadopsi);
- U = Umur petani (1= <30 Tahun, 2= 30-39 Tahun, 3= 40-49 Tahun, 4= 50-59 Tahun, 5= $\geq$ 60 Tahun)
- PD = Pendidikan petani (1= Tidak tamat SD, 2= Tamat SD, 3= Tamat SMP, 4= Tamat SMA, 5= Sarjana)
- PU = Pengalaman Usahatani (1= <5 tahun, 2= 5-10 Tahun, 3= 11-20 Tahun, 4= 21-25 Tahun, 5= > 25 tahun)
- PP = Pendapatan (1<75 jt, 2= 75,01 jt-129 jt, 3= 129,01 jt-183 jt, 4= 183,01-237 jt, 5>237 jt)
- AP = Akses penyuluhan (1= 1 kali/sangat jarang, 2= 2 kali/jarang, 3= 3 kali/cukup sering, 4= 4 kali/sering, 5= 5 kali/sangat sering)
- JK = Jumlah anggota keluarga (1= 2-3 orang, 2= 4 orang, 3= 5 orang, 4= 6-7 orang, 5= 8 orang)
- KMB = Ketersediaan modal bank (1= 1 jawaban iya, 2= 2 jawaban iya, 3= 3 jawaban iya, 4= 4 jawaban iya, 5= 5 jawaban iya)
- KMLI = Ketersedian modal informal (1= 1 jawaban iya, 2= 2 jawaban iya, 3= 3 jawaban iya, 4= 4 jawaban iya, 5= 5 jawaban iya)
- KMI = Kemampuan mengakses informasi (1= 1 jawaban iya, 2= 2 jawaban iya, 3= 3 jawaban iya, 4= 4 jawaban iya, 5= 5 jawaban iya)
- KM = Kemampuan manajerial (1= 1 jawaban iya, 2= 2 jawaban iya, 3= 3 jawaban iya, 4= 4 jawaban iya, 5= 5 jawaban iya)
- SAK = Stabilitas arus kas (1= 1 jawaban iya, 2= 2 jawaban iya, 3= 3 jawaban iya, 4= 4 jawaban iya, 5= 5 jawaban iya)

2.5.4 Koefisien Determinan dan Uji Simultan

Metode pengujian signifikansi secara menyeluruh digunakan untuk menganalisis dampak dari setiap β_1 dalam model yang telah dirumuskan secara komposit. Hasil dari analisis ini akan menunjukkan apakah variabel independen layak untuk dimasukkan ke dalam model. Berdasarkan penelitian jurnal Salam *et al.*, 2024 yang dirumuskan pada Persamaan 7:

$$G = -2 \log \left(\frac{\text{likelihood (Model B)}}{\text{likelihood (Model A)}} \right) \dots \dots \dots (8)$$

Kriteria pengambilan keputusan:

- H_0 akan ditolak jika nilai Sig. $\leq 0,05$; ini menunjukkan bahwa variabel independen memiliki pengaruh signifikan terhadap Adopsi Teknologi fermentasi pada tingkat signifikansi 5%.
- H_0 diterima jika nilai Sig. $> 0,05$; ini mengindikasikan bahwa variabel independen tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap Adopsi Teknologi fermentasi pada tingkat signifikansi 5%.

2.5.5 Uji Hipotesis parsial

Metode pengujian parsial digunakan untuk menilai pengaruh masing-masing β_i dalam model yang telah dibuat. Hasil dari penelitian ini dapat membantu dalam memutuskan apakah suatu variabel independen layak untuk dimasukkan ke dalam model. Sebagaimana dijelaskan Salam *et al.*, (2024) oleh deskripsi hipotesis untuk setiap variabel dapat dilihat dalam Persamaan 8 dan Persamaan 9 ini:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Statistik uji Wald (W) :

$$W = \frac{\hat{\beta}_i}{SE(\hat{\beta}_i)} \dots\dots\dots (9)$$

$$SE(\hat{\beta}_i) = \sqrt{(\sigma^2 2(\hat{\beta}_i))} \dots\dots\dots (10)$$

$SE(\hat{\beta})$: kesalahan standar yang diestimasi untuk koefisien nilai yang diestimasi untuk parameter $\hat{\beta}_i$

$\hat{\beta}_i$ = nilai yang diestimasi untuk parameter ($\hat{\beta}_i$)

Dengan demikian, untuk membandingkan hasil dengan distribusi normal yang umunya (Z). Hal ini dikarenakan rasio yang diperoleh dari statistik uji berdasarkan hipotesis H_0 akan berdistribusi normal. Berikut adalah kriteria yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan (Nazizah *et al.*, 2023): a) Apabila $W_i > Z_{\alpha/1}$ atau nilai probabilitas kurang dari 0,05 maka variabel independen memiliki dampak yang signifikan terhadap Tingkat adopsi teknologi fermentasi. b) Apabila $W_i < Z_{\alpha/1}$ atau nilai probabilitas lebih dari 0,05 maka variabel independen tidak memiliki pengaruh yang signifikan secara individual terhadap tingkat adopsi teknologi fermentasi.

2.5.6 Interpretasi Koefisien Parameter dari Variabel Dikotomi

Rasio odds merupakan perbandingan antara satu kelompok odds dengan kelompok odds lainnya. Rasio ini diungkapkan dalam Persamaan 10:

$$\psi = \frac{\frac{\pi(1)}{[1-\pi(1)]}}{\frac{\pi(0)[1-\pi(0)]}} = \frac{e^{\beta_0+\beta_1}}{e^{\beta_0}} = e^{\beta_0+\beta_1} \dots\dots\dots (11)$$

Jika nilai $\psi = 1$, ini menunjukkan bahwa kedua variabel tidak saling terkait. Apabila nilai $\psi < 1$, maka terdapat hubungan negatif antara kedua variabel tersebut dan perubahan kategori nilai X. Di sisi lain, jika nilai $\psi > 1$, ini menunjukkan adanya hubungan positif antara kedua variabel (Salam *et al.*, 2024).

2.5.7 Definisi Oprasional

Definisi operasional adalah penjelasan mengenai makna dari variabel-variabel penelitian agar tidak menimbulkan perbedaan persepsi dalam pengukuran. Definisi operasional dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Adopsi teknologi fermentasi yaitu Keputusan petani menerapkan teknologi pascapanen berupa teknologi kotak fermentasi
2. Umur petani adalah usia responden pada saat penelitian dilakukan yang dihitung sejak lahir hingga waktu penelitian dan diukur dalam satuan tahun
3. Pendidikan petani adalah Tingkat Pendidikan formal terakhir yang pernah ditempuh oleh petani, diukur berdasarkan lama Pendidikan
4. Pengalaman usahatani adalah lamanya petani menjalankan kegiatan usahatani kakao, diukur dalam satuan tahun
5. Pendapatan adalah jumlah penerimaan bersih yang diperoleh petani dari usahatani kakao selama satu tahun terakhir, diukur dalam satuan rupiah per tahun
6. Akses penyuluhan adalah jumlah keikutsertaan petani dalam kegiatan penyuluhan pertanian yang berkaitan dengan usahatani kakao dalam satu tahun, diukur menggunakan satuan jumlah
7. Jumlah anggota keluarga adalah banyaknya anggota keluarga yang menjadi tanggungan ekonomi petani yang ada pada suatu rumah tangga, diukur dalam satuan orang
8. Ketersediaan modal dari lembaga keuangan formal (bank/koperasi) merupakan tingkat kemudahan petani dalam mengakses sumber pembiayaan dari lembaga keuangan formal untuk mendukung usahatani kakao. Indikator ini diukur melalui lima pertanyaan meliputi kepemilikan rekening formal, kemudahan memperoleh informasi prosedur kredit, persepsi terhadap persyaratan kredit, kemampuan meminjam modal, serta dukungan lembaga formal terhadap kebutuhan pembiayaan. Pengukuran menggunakan jawaban ya/tidak dengan skor 1 untuk "ya" dan 0 untuk "tidak", dengan total skor berkisar antara 0–5.
9. Ketersediaan modal informal adalah kemampuan petani memperoleh modal dari sumber non-formal seperti tengkulak, pedagang, kerabat, atau kelompok tani. Indikator meliputi kemudahan memperoleh pinjaman, kesederhanaan prosedur peminjaman, pengalaman memperoleh dukungan pembiayaan, keberadaan jaringan sosial yang membantu akses modal, serta fleksibilitas pengembalian pinjaman. Pengukuran menggunakan skala ya/tidak dengan skor total 0–5.
10. Kemampuan mengakses informasi merupakan kemampuan petani dalam memperoleh dan memanfaatkan informasi teknis budidaya kakao melalui berbagai sumber, seperti kegiatan penyuluhan, akses informasi dari penyuluh, penggunaan media sosial, diskusi dengan petani lain, serta kemudahan memperoleh informasi inovasi teknologi. Pengukuran menggunakan lima pertanyaan ya/tidak dengan skor total antara 0–5.
11. Kemampuan manajerial dan stabilitas arus kas usahatani kakao menggambarkan kemampuan petani dalam mengelola kegiatan usahatani secara terencana serta menjaga kestabilan keuangan usaha. Indikator meliputi pengaturan tenaga kerja, pencatatan keuangan, perencanaan kegiatan

budidaya, pengaturan jadwal pemeliharaan, pengelolaan waktu penjualan, kestabilan pendapatan, kecukupan modal dari hasil panen, kemampuan menghindari kekurangan kas, perencanaan pengeluaran, serta kemampuan menyisihkan pendapatan untuk musim berikutnya. Pengukuran menggunakan jawaban ya/tidak dengan skor 1 untuk “ya” dan 0 untuk “tidak