

Aplikasi Model UTAUT dalam Penggunaan Dron di KADA: Menilai Peranan Saiz Ladang Sebagai Pembolehubah Penyederhana

(Application of the UTAUT Model in Drone Use in KADA: Assessing the Role of Farm Size as a Moderating Variable)

Nor Diana Mohd Idris¹, Loyola Olga Pius^{2*}, Lee Khai Ern³
Nur Riza Mohd Suradi⁴, Chin Hon Choong⁵

¹Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, UKM, Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: nordiana@ukm.edu.my

²Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, UKM, Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: p145282@siswa.ukm.edu.my

³Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, UKM, Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: khaiernlee@ukm.edu.my

⁴Jabatan Sains Matematik, Faculti Sains dan Teknologi (FST), Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, UKM, Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: nrms@ukm.edu.my

⁵Jabatan Hartanah, Fakulti Alam Bina, Universiti Malaya, 50603, Kuala Lumpur, Malaysia.

Email: chinhc@um.edu.my

ABSTRAK

CORRESPONDING AUTHOR (*):

Loyola Olga Pius
(p145282@siswa.ukm.edu.my)

KATA KUNCI:

Niat Tingkah Laku
Penerimaan Teknologi
UTAUT
Teknologi Dron
Petani
KADA

KEYWORDS:

Behavioral Intention
Technology Acceptance
UTAUT
Drone Technology
Farmers
KADA

CITATION:

Nor Diana, M. I., Loyola, O. P., Lee, K. E., Nur Riza, M. S., & Chin, H. C. (2026). Aplikasi Model UTAUT dalam Penggunaan Dron di

Kajian ini mengkaji pemacu kontinjen niat tingkah laku untuk menerima pakai teknologi dron dalam kalangan petani padi di Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu (KADA), Malaysia. Berasaskan Teori Bersepadu Penerimaan dan Penggunaan Teknologi (UTAUT), ia mengkaji kesan langsung Jangkaan Prestasi, Jangkaan Usaha, dan Pengaruh Sosial, sambil memperkenalkan saiz ladang sebagai pembolehubah moderasi kritikal. Menggunakan tinjauan kuantitatif keratan rentas ke atas 200 petani, data dianalisis melalui Pemodelan Persamaan Struktur Kuasa Dua Terkecil Separata (PLS-SEM). Model ini menjelaskan 79.4% daripada varians dalam niat tingkah laku. Keputusan mengesahkan Pengaruh Sosial sebagai pemacu terkuat, diikuti oleh Jangkaan Usaha dan Jangkaan Prestasi. Selain itu, kajian turut mendapati saiz ladang telah menyederhanakan hubungan Jangkaan Prestasi dengan Niat Tingkah Laku dengan ketara, mendedahkan dua laluan yang berbeza iaitu laluan ekonomi-rasional untuk petani yang lebih besar dan laluan pematuhan sosial untuk pekebun kecil, di mana kepercayaan prestasi tidak signifikan. Kajian ini menyimpulkan bahawa mempromosikan teknologi dron memerlukan pendekatan bersegi di bawah Dasar Agromakanan Negara 2.0 (DAN 2.0) Malaysia, yang mengutamakan bukti sosial dan kemudahan penggunaan

KADA: Menilai Peranan Saiz Ladang Sebagai Pembolehubah Penyederhana. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 11(2), e0012xx.

untuk majoriti pekebun kecil berbanding peranan ekonomi generik.

ABSTRACT

This study examines the contingent drivers of behavioral intentions to adopt drone technology among rice farmers in the Kemubu Agricultural Development Authority (KADA), Malaysia. Based on the Unified Theory of Acceptance and Utilization of Technology (UTAUT), it examines the direct effects of Performance Expectations, Effort Expectations, and Social Influences, while introducing farm size as a critical moderating variable. Using a cross-sectional quantitative survey of 200 farmers, the data were analyzed using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). The model explained 79.4% of the variance in behavioral intentions. The results confirmed Social Influences as the strongest driver, followed by Effort Expectations and Performance Expectations. In addition, the study also found that farm size significantly moderated the relationship between Performance Expectations and Behavioral Intentions, revealing two distinct paths: the economic-rational path for larger farmers and the social compliance path for smallholders, where performance beliefs were not significant. This study concludes that promoting drone technology requires a segmented approach under Malaysia's National Agro-Food Policy 2.0 (DAN 2.0), which prioritizes social proof and ease of use for most smallholders over generic economic messaging.

Sumbangan/Keaslian: Kajian ini memperluaskan model UTAUT dengan memperkenalkan saiz ladang sebagai pembolehubah moderasi/penyederhana dalam konteks penggunaan dron dalam kalangan pesawah padi di KADA, Malaysia. Ia menawarkan pandangan empirikal asli tentang penerimaan teknologi dalam pertanian berskala kecil, persekitaran yang kurang diterokai, dengan implikasi praktikal untuk pembuat dasar pertanian dan agensi pengembangan.

1. Pengenalan

Keutamaan global untuk meningkatkan produktiviti dan kemampuhan pertanian telah meletakkan inovasi teknologi sebagai salah satu strategi utama untuk menangani cabaran keselamatan makanan, perubahan iklim dan kekurangan sumber yang saling berkaitan (FAO, 2023; Yang et al., 2024). Dalam paradigma ini, teknologi pertanian tepat, terutamanya *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau dron, telah muncul sebagai alat transformatif yang mampu merevolusikan amalan pertanian tradisional. Dron menawarkan aplikasi pelbagai fungsi, daripada aplikasi input yang tepat dan pemantauan kesihatan tanaman yang terperinci kepada anggaran hasil yang tepat, menjanjikan keuntungan yang ketara dalam kecekapan, pengoptimuman input dan pengawasan alam sekitar (Dutta & Goswami, 2020; Panjaitan et al., 2022). Potensi teknologi ini untuk menyumbang kepada pertumbuhan mampan diiktiraf seluruh dunia, memacu dasar dan pelaburan dalam pemodenan pertanian.

Di Asia Tenggara, rantau yang penting untuk pengeluaran beras global dan keselamatan makanan, penggunaan teknologi pertanian pintar sedemikian merupakan komponen utama agenda pembangunan negara ([Secretariat ASEAN, 2023](#)). Sebagai contoh, di Thailand telah mengintegrasikan dron ke dalam dasar "Thailand 4.0" kebangsaannya untuk pertanian padi berskala besar, di mana dron digunakan untuk aplikasi racun perosak dan pemantauan hasil yang tepat, sekali gus mengurangkan kos buruh dan penggunaan bahan kimia dengan ketara ([Assavakul & Savithi, 2024](#)). Begitu juga, di Filipina, menyembur biji benih dengan menggunakan dron yang dibangunkan secara tempatan telah digunakan untuk meningkatkan kecekapan pengeluaran padi, menunjukkan kebolehsuaian teknologi tersebut kepada konteks pertanian serantau ([De Padua et al., 2021](#)). Kelebihan penggunaan dron telah didokumentasikan dengan baik dan termasuk pemantauan tanaman yang lebih baik melalui imej udara ([Abd. Jalil et al., 2024](#)), aplikasi input yang dioptimumkan yang membawa kepada kecekapan sumber ([Dutta & Goswami, 2020](#)), dan keupayaan untuk meliputi kawasan yang luas dengan cepat, yang amat bermanfaat semasa peringkat pertanian kritikal seperti wabak perosak atau tempoh pembajaan ([Mikhaylov et al., 2023](#)). Begitu juga, visi strategik Malaysia secara rasminya termaktub dalam Dasar Agromakanan Negara 2.0 (DAN 2.0) dan Rancangan Malaysia Ketiga Belas (RMKe-13), yang secara eksplisit menyokong pendigitalan dan penaiktarafan teknologi untuk meningkatkan produktiviti, kemampanan dan pendapatan sektor agromakanan, dengan penanaman padi menjadi tumpuan utama ([Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan, 2021](#)). Dasar-dasar ini meringkaskan penggunaan teknologi bukan sahaja sebagai pilihan operasi tetapi sebagai imperatif negara untuk kedaulatan makanan.

Walau bagaimanapun, terdapat jurang yang berterusan dan ketara antara cita-cita dasar dan penggunaan teknologi di lapangan, terutamanya dalam kalangan petani kecil yang menguasai pengeluaran padi di kawasan jelapang padi ([Montesclaros & Teng, 2023](#)). Kajian secara konsisten menunjukkan bahawa walaupun kesedaran tentang teknologi seperti dron mungkin tinggi, kadar penggunaan sebenar kekal rendah di seluruh negara membangun, menunjukkan jurang "niat-penerimaan" yang kompleks yang dipengaruhi oleh lebih daripada sekadar kesedaran ([Degieter et al., 2023](#); [Ruzzante et al., 2021](#)). Jurang ini menunjukkan bahawa pemacu pembuatan keputusan petani adalah pelbagai faktor, saling berkaitan antara penilaian ekonomi dengan norma sosial dan persepsi peribadi, satu kerumitan yang sering diabaikan dalam strategi promosi teknologi dari atas ke bawah.

Komuniti penanaman padi di Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu (KADA), Kelantan menunjukkan konteks penting berkenaan isu penerimaan teknologi dalam kalangan petani padi. Sebagai salah satu kawasan jelapang yang utama di Malaysia, KADA dikategorikan oleh struktur pertanian yang kebanyakannya terdiri daripada pemilikan tanah kecil hingga sederhana, demografi petani yang semakin tua, dan amalan tradisional dan berasaskan komuniti yang berakar umbi ([Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu \[KADA\], 2020](#)). Petani di kawasan jelapang KADA menunjukkan tahap kesedaran yang tinggi mengenai dron pertanian, dengan 94.8% responden mempunyai tahap pengetahuan yang tinggi ([Man et al., 2024](#)). Sehubungan itu, kesediaan yang tinggi untuk menerima pakai teknologi ini diperhatikan, di mana 85.4% petani melaporkan niat yang tinggi untuk menggunakan atau menyewa perkhidmatan dron ([Man et al., 2024](#)). Walau bagaimanapun, meskipun terdapat kecenderungan positif ini, penerimaan sebenar kekal terhad dan tertumpu terutamanya pada aplikasi penyemburan, menunjukkan jurang yang ketara antara niat dan penggunaan yang komprehensif dan berterusan ([Man et al., 2024](#)). Realiti tempatan ini mencerminkan penemuan yang lebih luas di Asia Tenggara, di mana

faktor struktur dan sosiobudaya kerap menjadi perantara penggunaan inovasi intensif modal (Puppala et al., 2023).

Memahami pengantaraan ini memerlukan peralihan melangkaui model penyebaran yang ringkas dan berpusatkan teknologi kepada model yang mengambil kira sifat kontinjen membuat keputusan petani. Petani bukanlah kumpulan yang homogen; sumber, risiko dan konteks sosial mereka sangat berbeza. Sumber utama heterogeniti ini ialah saiz ladang, pembolehubah struktur asas yang menentukan skala ekonomi, mengubah kapasiti menanggung risiko dan mentakrifkan semula nilai ketara faedah yang dirasakan (Bilaliib Udimal et al., 2017; World Bank, 2022). Teknologi yang sama mungkin mewakili pelaburan pulangan yang tinggi untuk petani berskala besar tetapi risiko yang tidak mampu ditanggung oleh pekebun kecil, menunjukkan bahawa pemacu psikologi penerimaan, seperti kepercayaan terhadap prestasi yang lebih baik, mungkin beroperasi secara berbeza merentasi kumpulan ini. Perspektif kontinjen ini masih kurang diterokai dalam konteks Malaysia, di mana kajian tentang penerimaan teknologi sering melaporkan kesan purata tanpa mengkaji keadaan sempadan kritikal sedemikian (Azizul et al., 2023; Zaman et al., 2023).

Oleh itu, penyelidikan ini diletakkan di persimpangan antara matlamat dasar negara dan realiti agraria serantau. Kajian ini cuba menjelaskan mekanisme halus yang sama ada membolehkan atau menghalang penciptaan niat penerimaan dengan menyiasat secara khusus bagaimana pemacu psikologi utama iaitu kepercayaan terhadap prestasi teknologi dapat dikondisikan oleh struktur ekonomi asas ladang. Dengan mengaplikasikan dan memperluaskan rangka kerja *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) kepada konteks khusus ini dan menguji peranan saiz ladang sebagai penyederhana, kajian ini bertujuan untuk menjana pandangan kontinjen tentang pembentukan niat tingkah laku. Pandangan ini dapat memaklumkan strategi promosi teknologi yang lebih berkesan, saksama dan boleh diskalakan sejajar dengan matlamat DAN 2.0.

1.1. Permasalahan Kajian

Walaupun terdapat dasar strategik di bawah Dasar Agromakanan Negara 2.0 (DAN 2.0) Malaysia untuk pertanian tepat (Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan, 2021), dan kesedaran yang tinggi tentang teknologi dron di kalangan pesawah padi telah didokumenkan, kadar penggunaan di kawasan jelapang padi kekal rendah, menandakan jurang niat-penggunaan yang ketara. Jurang ini menunjukkan bahawa strategi peluasan dan promosi semasa, yang sering menekankan prestasi teknikal dan pemindahan pengetahuan dari atas ke bawah, mungkin secara asasnya tidak selaras dengan penilaian pembuatan keputusan pelbagai jenis petani, terutamanya pekebun kecil. Semakin banyak literatur menunjukkan bahawa penggunaan teknologi dalam sistem pekebun kecil bukanlah fungsi kesedaran atau manfaat yang dirasakan secara langsung, tetapi sebaliknya dimediasi oleh jaringan kekangan sosioekonomi, persepsi risiko dan norma sosial yang kompleks (Ruzzante et al., 2021; Puppala et al., 2023). Walaupun kajian dalam konteks Malaysia telah mula memetakan faktor penerimaan umum (Azizul et al., 2023; Salleh et al., 2024), kekurangan bukti empirikal yang kritikal masih berterusan. Terdapat kekurangan kajian yang secara eksplisit mengkaji bagaimana pemacu psikologi utama penerimaan teknologi, seperti yang digariskan dalam rangka kerja yang telah ditetapkan seperti UTAUT, dikondisikan atau dimoderasi oleh pembolehubah struktur asas saiz ladang. Kekurangan ini membawa kepada pemahaman yang tidak lengkap dan berpotensi mengelirukan tentang halangan penerimaan, mengakibatkan dasar "satu saiz untuk

semua" yang gagal menangani keperluan dan logik keputusan yang berbeza bagi kategori petani yang berbeza dalam komuniti yang sama, sekali gus menghalang pelaksanaan matlamat pemodenan pertanian negara yang saksama dan berkesan ([World Bank, 2022](#); [Montesclaros & Teng, 2023](#)).

1.2. Objektif Kajian

Terdapat dua objektif kajian bagi penyelidikan ini: (1) Untuk mengenal pasti pengaruh Jangkaan Prestasi, Jangkaan Usaha, dan Pengaruh Sosial terhadap Niat Tingkah Laku untuk menerima pakai teknologi dron dalam kalangan petani padi di KADA; dan (2) Untuk mengkaji kesan penyederhanaan saiz ladang terhadap hubungan antara Jangkaan Prestasi dan niat tingkah laku.

2. Sorotan Literatur

Penggunaan dron pertanian telah dikaji secara global, mendedahkan corak potensi tinggi yang lazim yang diimbangi oleh halangan yang ketara. Dalam ekonomi maju dan sistem pertanian berskala besar, penggunaannya sering didorong oleh pulangan pelaburan ekonomi yang jelas, kekurangan buruh, dan infrastruktur teknologi canggih ([Degieter et al., 2023](#)). Kajian dalam konteks seperti Thailand dan Filipina mengetengahkan peranan sokongan kerajaan dan projek demonstrasi dalam membina minat awal ([Chakreeves et al., 2021](#); [De Padua et al., 2021](#)). Walau bagaimanapun, dalam landskap yang didominasi pekebun kecil seperti yang lazim di kebanyakan Asia Tenggara dan Asia Selatan, naratifnya berubah. Penyelidikan dari India dan Indonesia mengenal pasti halangan yang hebat termasuk kos pendahuluan yang tinggi, kekurangan pengetahuan teknikal, kebimbangan tentang kerumitan, dan rangkaian perkhidmatan tempatan yang tidak mencukupi, yang selalunya melebihi manfaat yang dirasakan ([Puppala et al., 2023](#); [Panjaitan et al., 2022](#)).

Dalam konteks Malaysia, wacana mengenai penerimaan dron sedang berkembang. Kajian terbaru di kawasan jelapang lain seperti MADA (Lembaga Kemajuan Pertanian Muda) menunjukkan persepsi dan kesediaan positif yang semakin meningkat, walaupun penggunaan sebenar masih di peringkat awal ([Salleh et al., 2024](#); [Sinar Harian, 2023](#)). Kajian oleh [Azizul et al. \(2023\)](#) dan [Zaman et al. \(2023\)](#) telah mula mengaplikasikan model penerimaan teknologi, mengenal pasti faktor seperti kegunaan yang dirasakan, kemudahan penggunaan dan pengaruh sosial sebagai relevan. Walau bagaimanapun, kajian ini sering menganggap komuniti pertanian sebagai monolitik. Jurang kritikal masih wujud dalam mengkaji secara eksplisit bagaimana heterogeniti intra-komuniti, terutamanya dalam saiz ladang menjadi penentu utama kapasiti ekonomi dan profil risiko dalam mempersederhanakan pemacu psikologi ini. Kajian ini menyatakan bahawa kegagalan untuk mengambil kira moderator struktur ini membawa kepada model niat penggunaan yang tidak lengkap dan berpotensi mengelirukan.

Untuk mbingkaikan penyiasatan ini secara teorinya, kajian ini menggunakan *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) ([Venkatesh et al., 2003](#)). UTAUT ialah model integratif yang mantap yang telah disahkan secara meluas merentasi konteks, termasuk pertanian ([Ravindran et al., 2024](#); [Wee & Lim, 2022](#)). Untuk kajian ini, kami menumpukan pada tiga konstruk terasnya, setiap satunya disesuaikan dengan konteks pertanian. Jangkaan Prestasi (PE) ditakrifkan sebagai sejauh mana seorang petani percaya bahawa penggunaan dron akan meningkatkan produktiviti dan keuntungan penanaman padi mereka. Jangkaan Usaha (EE) merujuk kepada kemudahan yang

dirasakan berkaitan dengan pembelajaran mengendalikan dan mengintegrasikan dron ke dalam rutin pertanian sedia ada. Pengaruh Sosial (SI) ialah sejauh mana seorang petani merasakan bahawa rujukan penting contohnya seperti daripada rakan petani, ahli keluarga, dan yang penting, pegawai pengembangan pertanian dari KADA dan percaya bahawa mereka harus menggunakan teknologi tersebut.

Justifikasi untuk menumpukan pada ketiga-tiga konstruk ini dan tidak menumpukan kepada keadaan Pemudahcaraan (FC) daripada model niat langsung adalah secara teori dan kontekstual. Walaupun FC (sumber, sokongan) tidak dapat dinafikan kritikal untuk kegunaan sebenar, kesan langsungnya terhadap niat dalam fasa pertimbangan prapenerimaan boleh menjadi samar-samar, terutamanya apabila sokongan sedemikian dianggap generik atau tidak mencukupi untuk teknologi kos tinggi tertentu. Dalam KADA, walaupun perkhidmatan peluasan tersedia secara universal, ia mungkin tidak dianggap secara langsung membolehkan pemerolehan dan penguasaan dron, justeru berpotensi memisahkan FC daripada pembentukan niat awal. Pendekatan tertumpu ini membolehkan ujian yang lebih jelas tentang keutamaan psikososial niat.

Pengenalan saiz ladang sebagai moderator merupakan peluasan teori teras kajian ini. Kami berpendapat bahawa hubungan antara PE dan Niat Tingkah Laku (BI) tidak universal tetapi bergantung pada skala ekonomi. Bagi petani yang mempunyai kawasan operasi yang besar, nilai mutlak peningkatan hasil peratusan yang dirasakan adalah besar, menjadikan PE sebagai motivator yang kuat dan rasional (Assavakul & Savithi, 2024). Sebaliknya, bagi pekebun kecil, peratusan keuntungan yang sama diterjemahkan kepada pulangan mutlak yang marginal, yang mungkin tidak mencukupi untuk mewajarkan kos, usaha dan risiko yang dirasakan. Bagi petani ini, niat mungkin lebih didorong oleh SI (apa yang dilakukan oleh rakan sebaya yang berjaya) dan EE (betapa mudahnya untuk mencuba) berbanding kepercayaan prestasi yang kukuh. Hipotesis ini berasaskan literatur penerimaan pertanian yang secara konsisten mengenal pasti saiz ladang sebagai penentu struktur utama (Bilaliib Udimal et al., 2017; World Bank, 2022). Berdasarkan rangka kerja ini, kajian ini mencadangkan hipotesis berikut:

H1: Jangkaan Prestasi mempunyai kesan positif terhadap niat tingkah laku untuk menggunakan dron.

H2: Jangkaan Usaha mempunyai kesan positif terhadap niat tingkah laku untuk menggunakan dron.

H3: Pengaruh Sosial mempunyai kesan positif terhadap niat tingkah laku untuk menggunakan dron.

H4: Saiz ladang menyederhanakan hubungan antara Jangkaan Prestasi dan niat tingkah laku secara positif, supaya hubungan adalah lebih kuat untuk petani yang mempunyai pegangan tanah yang lebih besar.

3. Metod Kajian

3.1. Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan penyelidikan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dipilih untuk mengukur secara objektif kekuatan dan kepentingan hubungan antara konstruk laten (PE, EE, SI, BI) dan untuk menguji hipotesis moderasi secara teliti

menggunakan teknik statistik lanjutan (Hair et al., 2019). Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu (KADA) di Kelantan telah dipilih sebagai tapak kajian atas beberapa sebab strategik. Pertama, sebagai kawasan jelapang utama, ia mewakili zon kritikal untuk pengeluaran beras negara, menjadikannya wilayah keutamaan tinggi untuk pelaksanaan DAN 2.0. Kedua, KADA mempunyai infrastruktur peluasan pertanian yang mantap, menyediakan konteks terkawal di mana pembolehubah sokongan institusi agak malar, membolehkan pemeriksaan yang lebih jelas tentang pembolehubah psikososial yang diminati. Ketiga, komuniti petani dalam KADA mempamerkan kepelbagaian yang ketara dalam saiz ladang, daripada kebun kecil hingga operasi berskala sederhana, yang penting untuk menguji kesan moderasi yang dicadangkan.

3.2. Persampelan

Teknik persampelan rawak berstrata telah digunakan untuk memilih petani padi yang mempunyai sekurang-kurangnya kesedaran asas tentang teknologi dron pertanian, bagi memastikan soalan tinjauan adalah bermakna. Ini dicapai melalui kerjasama dengan pegawai pengembangan KADA. Pada waktu kajian dijalankan, populasi berjumlah 5099 responden yang merupakan petani padi aktif di KADA. Sampel sebanyak 200 dianggap mencukupi untuk Pemodelan Persamaan Struktur Kuasa Dua Terkecil Separa (PLS-SEM) (Hair et al., 2022). Peraturan praktikal untuk PLS-SEM ialah saiz sampel minimum 10 kali ganda bilangan laluan struktur terbesar yang ditunjukkan pada mana-mana binaan tunggal dalam model (Hair et al., 2022). Dalam persamaan kami yang paling kompleks (meramalkan BI), terdapat empat peramal (PE, EE, SI, dan istilah interaksi), yang memerlukan minimum 40 sampel. Sampel kami yang berjumlah 200 jauh melebihi ini, memberikan kuasa statistik yang mantap untuk analisis dan meningkatkan kestabilan dan keputusan generik dalam konteks KADA.

3.2. Instrumen Kajian

Satu soal selidik berstruktur telah dibina. Skala untuk konstruk laten (PE, EE, SI, BI) telah diadaptasi daripada Venkatesh et al. (2003) dan berorientasikan dengan kegunaan dron dalam penanaman padi, merujuk daripada kajian Azizul et al. (2023). Semua item menggunakan skala Likert tujuh mata. Saiz ladang diukur sebagai pembolehubah berterusan (jumlah keluasan padi). Soal selidik turut diuji secara rintis kepada 20 responden terpilih bagi menguji instrumen kajian sebelum melaksanakan kajian terakhir kepada 200 responden.

3.3. Analisis Data

Analisis data mengikuti strategi analisis tiga fasa menggunakan Pemodelan Persamaan Struktur Kuasa Dua Terkecil Separa (PLS-SEM) dengan perisian SmartPLS 4. PLS-SEM dipilih kerana orientasi ramalannya, kesesuaian untuk model kompleks dan kekukuhannya dengan saiz sampel yang lebih kecil (Hair et al., 2022). Analisis dijalankan seperti berikut:

3.3.1. Fasa 1: Analisis Sampel Penuh

Model pengukuran dinilai untuk kebolehpercayaan (Cronbach's Alpha, Kebolehpercayaan Komposit > 0.70) dan kesahan (AVE > 0.50; kesahan diskriminan melalui kriteria Fornell-Larcker). Model struktur kemudiannya dinilai untuk menguji

kesan langsung PE, EE dan SI pada BI (H1-H3) menggunakan bootstrapping dengan 5,000 subsampel.

3.3.2. Fasa 2: Pengujian Moderasi melalui Analisis Berbilang Kumpulan (MGA)

Untuk menguji peranan penyederhanaan saiz ladang (H4), sampel telah dibahagikan kepada dua kumpulan yang bermakna secara teorinya berdasarkan saiz dan taburan ladang median: Ladang Kecil (≤ 10 ekar) dan Ladang Besar (> 10 ekar). Analisis berbilang kumpulan (PLS-MGA) telah dilakukan. Kaedah ini membandingkan pekali laluan antara kumpulan menggunakan bootstrapping untuk menentukan sama ada perbezaan yang diperhatikan adalah signifikan secara statistik. PLS-MGA amat sesuai untuk kajian ini kerana ia tidak mengangap kenormalan data dan menyediakan ujian langsung sama ada kekuatan hubungan PE \rightarrow BI berbeza dengan ketara antara pemilik ladang kecil dan besar.

3.3.3. Fasa 3: Analisis Kontekstual Deskriptif

Statistik deskriptif dianalisis untuk mencirikan komposisi sampel dan menentukan tahap asas penglibatan teknologi. Analisis ini memberi tumpuan khusus kepada: (1) taburan saiz ladang (dikategorikan sebagai ≤ 10 ekar berbanding > 10 ekar), (2) metrik teknologi secara keseluruhan termasuk kesedaran, pemilikan dan penggunaan dron, dan (3) ciri demografi utama termasuk jantina, pengalaman pertanian dan sumber pendapatan utama. Statistik ini menyediakan konteks penting untuk mentafsir keputusan struktur dan berbilang kumpulan, mendasarkan penemuan berbilang variasi dalam ciri-ciri yang boleh diperhatikan bagi komuniti pertanian KADA

3.4. Limitasi Kajian

Kajian ini mempunyai beberapa batasan. Pertama, reka bentuk keratan rentas menangkap niat hanya pada satu ketika dan tidak dapat menentukan sebab akibat atau menjejaki perubahan niat yang membawa kepada tingkah laku penerimaan sebenar. Kedua, penggunaan persampelan bertujuan dalam KADA, walaupun dibenarkan secara metodologi untuk ujian teori, bermakna dapatan mungkin tidak boleh digunakan secara generik dan secara statistik kepada semua petani padi di Malaysia, walaupun pandangan teori (laluan kontinjen) mungkin boleh dipindahkan ke konteks pekebun kecil yang serupa. Ketiga, kajian ini memberi tumpuan kepada niat tingkah laku sebagai titik akhir; penyelidikan masa depan mesti menghubungkan niat ini dengan penggunaan sebenar, yang melibatkan halangan tambahan seperti akses kewangan dan sokongan selepas pembelian.

4. Hasil Kajian

4.1. Penilaian Model Pengukuran (Kebolehpercayaan dan Kesahan)

Model pengukuran reflektif menunjukkan kebolehpercayaan dan kesahan yang kukuh. Seperti yang ditunjukkan dalam [Jadual 1](#), semua konstruk melebihi ambang yang disyorkan untuk ketekalan dalaman (*Cronbach's Alpha* > 0.70) dan kebolehpercayaan komposit (> 0.80). Kesahan konvergen telah diwujudkan, dengan semua nilai Purata Varians Diekstrak (AVE) melebihi 0.50, menunjukkan konstruk tersebut menjelaskan varians penunjuknya dengan secukupnya. Kesahan diskriminan telah disahkan menggunakan kriteria Fornell-Larcker ([Jadual 2](#)), di mana punca kuasa dua AVE bagi

setiap konstruk (nilai pepenjur) adalah lebih besar daripada korelasinya dengan mana-mana konstruk lain.

Jadual 1: Kebolehpercayaan dan Kesahan Konstruk

Konstruk	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	AVE
Jangkaan Prestasi (PE)	0.930	0.945	0.742
Jangkaan Usaha (EE)	0.689	0.810	0.591
Pengaruh Sosial (SI)	0.774	0.898	0.816
Niat Tingkah Laku (BI)	0.874	0.941	0.888

Jadual 2: Kriteria Fornell-Larcker untuk Kesahan Diskriminasi (*Discriminant Validity*)

	PE	EE	SI	BI
PE	0.862			
EE	0.727	0.769		
SI	0.762	0.640	0.903	
BI	0.762	0.724	0.824	0.942

Nota: Pepenjur (berhuruf tebal) mewakili punca kuasa dua AVE.

4.2. Model Struktur dan Pengujian Hipotesis

Model struktur telah dinilai untuk menguji hipotesis yang dicadangkan mengenai penentu niat tingkah laku untuk menerima pakai teknologi dron. Kuasa penjelasan model adalah kukuh, menyumbang 79.4% ($R^2 = 0.794$) daripada varians dalam niat tingkah laku. Nilai R^2 yang tinggi ini menunjukkan bahawa konstruk yang dinyatakan iaitu Jangkaan Prestasi, Jangkaan Usaha dan Pengaruh Sosial, bersama-sama dengan moderator yang disertakan, secara kolektifnya memberikan penjelasan teori yang kukuh untuk niat pengambilan petani dalam konteks KADA.

Kepentingan dan kekuatan hubungan hipotesis telah dinilai melalui pekali laluan yang diperoleh daripada analisis *bootstrapping* dengan 5,000 subsampel. Pengaruh Sosial muncul sebagai peramal niat tingkah laku yang paling kuat, menunjukkan kesan positif yang besar dan signifikan secara statistik ($\beta = 0.443$, $p < 0.001$). Penemuan ini memberikan sokongan yang kuat untuk H3, menekankan peranan penting tekanan normatif daripada rakan sebaya, keluarga dan pegawai pertanian dalam membentuk proses membuat keputusan petani mengenai teknologi baharu.

Begitu juga, Jangkaan Usaha memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap niat tingkah laku ($\beta = 0.310$, $p < 0.001$), mengesahkan H2. Keputusan ini menunjukkan bahawa kemudahan penggunaan teknologi dron yang dirasakan merupakan pertimbangan utama bagi petani; apabila teknologi tersebut dilihat kurang kompleks dan lebih mudah dikuasai, niat untuk menerimanya meningkat dengan sewajarnya.

Jangkaan Prestasi juga menunjukkan hubungan positif yang signifikan dengan niat tingkah laku ($\beta = 0.207$, $p = 0.017$), sekali gus menyokong H1. Ini menunjukkan bahawa petani yang percaya penggunaan dron akan meningkatkan produktiviti atau pendapatan mereka lebih cenderung untuk berhasrat untuk menerimanya. Walau bagaimanapun, magnitud relatif pekali ini, berbanding dengan Pengaruh Sosial dan Jangkaan Usaha, menunjukkan bahawa utiliti berasaskan prestasi, walaupun penting, bukanlah pemacu utama dalam konteks sosio-agraria khusus ini. Pemerhatian awal ini menyediakan asas untuk menyiasat sifat kontingennya berdasarkan skala ladang.

Sumbangan analisis teras kajian ini terletak pada pengujian H4, yang mencadangkan bahawa saiz ladang menyederhanakan hubungan antara Jangkaan Prestasi dan Niat Tingkah Laku. Kesan interaksi adalah positif dan signifikan secara statistik ($\beta = 0.081$, $p = 0.032$). Istilah interaksi signifikan ini mengesahkan bahawa kekuatan hubungan antara kepercayaan petani terhadap kegunaan dron (PE) dan niat mereka untuk menggunakannya (BI) tidak tetap tetapi berubah secara sistematik dengan saiz pegangan tanah mereka. Secara ringkasnya, kepentingan persepsi penggunaan dron bergantung pada seberapa besar ladang tersebut. Analisis berbilang kumpulan berikut dijalankan untuk menyelidiki sifat tepat hubungan kontinjen ini.

4.3. Analisis Kesan Moderasi (H4)

Sampel telah dibahagikan kepada dua kategori saiz ladang iaitu Ladang Kecil (≤ 10 ekar, $n=142$) dan Ladang Besar (>10 ekar, $n=58$) bagi pengujian PLS-MGA. Hasil analisis menunjukkan perbezaan yang ketara dalam bagaimana Jangkaan Prestasi mempengaruhi Niat Tingkah Laku merentasi kedua-dua kumpulan, menyokong H4 ([Jadual 3](#)).

Jadual 3: Keputusan hasil Analisis Kumpulan Berbilang (PLS-MGA) bagi hubungan PE \rightarrow BI yang dimoderasikan oleh Saiz Ladang

Kumpulan	Laluan Pekali (β)	Min (<i>Bootstrap</i>)	Standard Deviation	Nilai t	Nilai p	Perbezaan (kecil-besar)	Nilai p (MGA)
Ladang kecil (≤ 10 ekar)	0.132	0.143	0.108	1.217	0.224		
Ladang besar (>10 ekar)	0.327	0.342	0.082	3.987	0.000	0.195	0.060 (1-tailed) / 0.119 (2-tailed)

Seperti yang ditunjukkan, kesan Jangkaan Prestasi terhadap Niat Tingkah Laku adalah lebih daripada dua kali ganda lebih kuat untuk Ladang Besar ($\beta = 0.327$, $p < 0.001$) berbanding Ladang Kecil ($\beta = 0.132$, $p = 0.224$). Perbezaan 0.195 adalah signifikan secara statistik pada tahap 0.10 untuk ujian *one-tailed* ($p = 0.060$), yang sesuai untuk menguji hipotesis berarah (H4 meramalkan penyederhanaan positif). Untuk ujian *two-tailed*, nilai-p ialah 0.119. Dalam PLS-MGA, di mana kuasa statistik boleh dihadkan dengan sampel subkumpulan yang lebih kecil, nilai $p < 0.10$ sering dianggap menunjukkan perbezaan yang bermakna, terutamanya apabila disokong oleh perbezaan yang ketara dalam magnitud pekali dan corak kepentingan.

4.4. Konteks Deskriptif: Komposisi Sampel dan Taburan Saiz Ladang

Taburan saiz ladang dalam sampel menyediakan konteks penting untuk mentafsir keputusan MGA. Berdasarkan data demografi, majoriti responden (71%) mengendalikan ladang seluas 10 ekar atau kurang ($n=142$), mengklasifikasikannya sebagai pekebun kecil dalam konteks KADA, manakala 29% ($n=58$) mengendalikan ladang yang lebih besar daripada 10 ekar. Taburan ini mencerminkan struktur pertanian tipikal rantau ini di mana pegangan ladang berskala kecil hingga sederhana lebih dominasi. Demografi sampel penuh ($N=200$) seterusnya mendedahkan bahawa kebanyakan petani adalah lelaki (85%), mempunyai pengalaman pertanian yang ketara (42% dengan >15 tahun), dan bergantung terutamanya pada pertanian untuk pendapatan (91.5%).

Berkenaan metrik penglibatan teknologi yang tersedia daripada tinjauan: kesedaran keseluruhan tentang dron pertanian hampir universal (99%), namun pemilikan sebenar kekal rendah pada 8%. Sebilangan besar (76.5%) melaporkan telah menggunakan dron untuk tujuan pertanian sekurang-kurangnya sekali. Statistik agregat ini, apabila dipertimbangkan bersama hasil analisis MGA, menunjukkan bahawa walaupun kesedaran dan penggunaan percubaan adalah tinggi, ini tidak diterjemahkan kepada pemilikan yang meluas atau niat yang didorong oleh prestasi yang kukuh, terutamanya dalam kalangan majoriti pekebun kecil.

4.5. Rumusan Pengujian Hipotesis Kajian

H1, H2, H3 Disokong: PE, EE, dan SI mempunyai kesan positif terhadap BI

H4 Disokong (dengan ciri-ciri yang bermakna): Saiz ladang menyederhanakan hubungan PE→BI dengan ketara. Kesannya kuat dan signifikan bagi petani besar tetapi lemah dan tidak signifikan bagi pekebun kecil. MGA menunjukkan perbezaan yang ketara dan bermakna ($\Delta\beta = 0.195$) yang, walaupun tidak memenuhi ambang $p < 0.05$ yang ketat dalam ujian *two-tailed*, adalah signifikan untuk ujian *one-tailed* dan disokong kuat oleh corak signifikan ($p < 0.001$ vs. $p = 0.224$) dan kecerunan deskriptif.

5. Perbincangan

Hasil kajian ini memberikan pemahaman yang lebih kompleks dan bergantung tentang niat penggunaan teknologi, melangkaui model ringkas untuk mendedahkan bagaimana struktur sosial dan skala ekonomi berinteraksi untuk membentuk proses membuat keputusan petani. Pengaruh Sosial (SI) ($\beta = 0.443$) menjadi pemacu yang paling kuat terhadap niat tingkah laku merupakan penemuan yang paling signifikan, menawarkan lensa yang kuat untuk melihat penyebaran teknologi dalam komuniti luar bandar yang kolektif seperti KADA. Penguasaan saluran sosial ini mencabar keutamaan rasionaliti individu yang sering diandaikan dalam model penggunaan ekonomi. Ia menyokong kajian daripada [Tran et al. \(2022\)](#) di Vietnam, yang mbingkakan penggunaan teknologi sebagai pembelajaran sosial dalam "komuniti amalan", di mana pengetahuan dan norma dibina bersama dan bukannya diperoleh secara individu. Di KADA, di mana pegawai pengembangan pertanian merupakan sumber maklumat yang dipercayai dan hampir diakses secara universal (data kami menunjukkan 73.4% memetik mereka sebagai sumber maklumat utama), sokongan atau kurang minat mereka menjadi isyarat normatif yang kuat. Penemuan ini menunjukkan bahawa pendekatan pengembangan informatif secara tradisional yang hanya tertumpu pada pemindahan pengetahuan teknikal tidak mencukupi. Sebaliknya, sistem peluasan mesti berkembang untuk menjadi fasilitator pembelajaran sosial, dengan menguatkan suara rakan sebaya yang dihormati ("juara petani") secara strategik untuk mewujudkan kesan yang sama rata, seperti yang dilihat dalam program yang berjaya di tempat lain di Asia Tenggara ([Harun et al., 2024](#); [Salleh et al., 2024](#)).

Peranan penting Jangkaan Usaha (EE) ($\beta = 0.310$) menggariskan halangan teknologi kritikal yang bersifat persepsi dan sangat nyata. Kerumitan operasi dron yang dirasakan yang melibatkan kawalan penerbangan, penangkapan data dan tafsiran asas menjana "ketakutan teknologi" yang ketara dalam kalangan demografi petani yang lebih tua dengan pendidikan formal yang sederhana. Ini bukanlah fenomena yang unik; ia mencerminkan "jurang digital" global dalam pertanian di mana manfaat alat teknologi

dalam pertanian selalunya tidak dapat diakses disebabkan oleh jurang kemahiran dan literasi digital yang rendah (Puppala et al., 2023; Tanaka & Nguyen, 2024). Penemuan kami mengukuhkan bahawa kemudahan penggunaan yang dirasakan adalah penjaga pintu yang tidak boleh dirundingkan. Potensi agronomi sesuatu teknologi, walau betapa hebatnya, akan menjadi tidak relevan jika pengguna akhir menganggap lengkung pembelajaran sebagai sesuatu yang tidak dapat diatasi. Oleh itu, reka bentuk modul latihan dan antara muka teknologi itu sendiri mestilah berpusatkan pengguna sepenuhnya. Sesi demonstrasi harus memberi tumpuan kepada pencapaian "kecekapan pada saat pertama", menggunakan arahan vernakular dan memudahkan tugas untuk membina keyakinan dan keberkesanan diri serta-merta, daripada membebankan petani dengan rangkaian penuh keupayaan canggih.

Walaupun Jangkaan Prestasi (PE) menunjukkan kesan langsung yang ketara ($\beta = 0.207$), kedudukannya yang agak lemah dan penemuan seterusnya tentang sifat bersyaratnya merupakan sumbangan teori teras kajian ini. Kesan penyederhanaan yang ketara bagi saiz ladang (disokong H4) merungkai tanggapan petani universal yang memaksimumkan utiliti. Sumbangan teras kajian ini terletak pada keputusan Analisis Berbilang Kumpulan (MGA), yang memberikan bukti empirikal yang jelas untuk model pembentukan niat dua laluan, bergantung pada saiz ladang. Bagi petani dengan saiz ladang yang lebih besar (>10 ekar), niat mengikuti laluan ekonomi-rasional. Di sini, penggunaan adalah tindakan penilaian ekonomi, di mana kepercayaan yang kuat terhadap keupayaan dron untuk meningkatkan hasil atau menjimatkan kos secara langsung dan berkesan diterjemahkan kepada niat. Ini sejajar dengan kajian penggunaan teknologi dalam tetapan komersial berskala besar, di mana keputusan didorong oleh metrik pulangan pelaburan yang jelas (Assavakul & Savithi, 2024; World Bank, 2022).

Sebaliknya, bagi pekebun ladang kecil (≤ 5 ekar), laluan tersebut beralih secara tegas kepada laluan pematuhan sosial. Hubungan antara PE dan BI secara statistiknya mendatar. Bagi petani ini, keuntungan ekonomi mutlak daripada peningkatan peratusan hasil yang dirasakan terlalu kecil untuk mewajarkan perbelanjaan kewangan, usaha dan risiko yang dirasakan. Seperti yang dinyatakan oleh Bilaliib Udimal et al. (2017) dalam penggunaan varieti padi yang dipertingkatkan, penilaian faedah berubah secara dramatik mengikut skala. Bagi pekebun kecil di KADA, keputusannya bukanlah "adakah ini akan menjana lebih banyak wang untuk saya?" tetapi sebaliknya "adakah ini yang dilakukan oleh petani progresif dalam komuniti saya, dan bolehkah saya menguruskannya tanpa banyak masalah?" Niat mereka didorong oleh tekanan normatif Pengaruh Sosial dan kebimbangan praktikal Jangkaan Usaha, sambil secara berkesan dipisahkan daripada kepercayaan prestasi yang kukuh. Ini menjelaskan kegagalan berterusan kempen dasar yang membawa kepada produktiviti generik atau mesej keuntungan pendapatan; mesej sedemikian tidak bergema dengan realiti ekonomi operasi berskala kecil.

Model kontinjen ini mempunyai implikasi yang mendalam terhadap pelaksanaan Dasar Agromakanan Negara 2.0 (DAN 2.0) Malaysia dan Rancangan Malaysia Kedua Belas (RMKe-12). Dasar-dasar ini menyatakan visi untuk sektor agromakanan yang moden, produktif dan mampan. Walau bagaimanapun, strategi pelaksanaan yang sesuai untuk semua, terutamanya untuk mempromosikan teknologi ketepatan intensif modal, pasti akan meluaskan jurang antara petani besar dan kecil, sekali gus mencapai matlamat pertumbuhan inklusif. Penemuan kami memerlukan strategi yang dikategorikan dan berurutan. Bagi majoriti pekebun kecil yang merupakan tulang belakang pengeluaran padi di kawasan jelapang seperti KADA, penglibatan awal mesti mengutamakan pemacu sosial dan kognitif berbanding ekonomi. Ini bermakna menggunakan sumber bukan

kepada pengiklanan generik, tetapi kepada mewujudkan rangkaian bukti sosial yang kukuh melalui hari lapangan yang dipimpin oleh rakan sebaya, testimoni daripada penerima skala yang serupa dan sokongan aktif daripada kakitangan pengembangan KADA yang dipercayai.

Tambahan pula, untuk menjadikan Jangkaan Prestasi sebagai pendorong yang relevan untuk pekebun kecil, halangan asas skala dan kos mesti ditangani melalui inovasi institusi. Subsidi langsung untuk pemilikan individu mungkin tidak cekap dari segi kewangan untuk plot yang sangat kecil. Sebaliknya, dasar harus memberi insentif kepada pembangunan model akses kongsi dan penyediaan perkhidmatan. Ini mungkin termasuk memupuk koperasi petani untuk pemilikan dron berkumpulan, menyediakan geran atau pinjaman mudah untuk usahawan muda untuk memulakan perniagaan perkhidmatan dron, atau memudahkan pengaturan perkhidmatan secara kontrak antara pemilik ladang yang lebih besar dan pekebun kecil jiran. Model sedemikian, yang diperhatikan di Vietnam (Le & Tran, 2024) dan Indonesia (Sutrisno & Handayani, 2025), mengurangkan halangan kemasukan, menyebarkan risiko, dan membolehkan pekebun kecil merasai manfaat teknologi sebagai contoh penyemburan tepat di ladang mereka dengan menggunakan dron tanpa beban pemilikan, sekali gus membolehkan bentuk Jangkaan Prestasi setempat yang ketara berkembang melalui pengalaman langsung.

Kesimpulannya, perbincangan ini mbingkai semula cabaran penyebaran teknologi dalam pertanian pekebun kecil. Masalahnya bukanlah kekurangan rasionaliti petani, tetapi kesesuaian yang tidak padan antara rasionaliti ekonomi sejagat yang diandaikan oleh pembuat dasar dan rasionaliti kontinjen yang tertanam secara sosial yang membimbing keputusan pekebun kecil. Agar Malaysia berjaya mencapai matlamat pemodenan DAN 2.0, pendekatannya mesti dimaklumkan secara sosiologi. Kejayaan bukan terletak pada meyakinkan petani individu tentang faedah abstrak dron, tetapi dalam memupuk norma sosial baharu di sekitar penggunaannya dan mereka bentuk laluan institusi yang menjadikan faedahnya mudah diakses dan ketara pada semua skala operasi. Pendekatan ini bukan sahaja memupuk penerimaan teknologi dalam pertanian, tetapi juga integrasi pertanian tepat yang saksama dan mampan ke dalam fabrik sosial dan ekonomi komuniti luar bandar.

6. Kesimpulan

Kesimpulannya, kajian ini menunjukkan bahawa perjalanan ke arah niat teknologi dalam kalangan pesawah padi bukanlah satu laluan tunggal tetapi jalan bercabang, dengan hala tuju ditentukan oleh pembolehubah struktur saiz ladang. Dalam konteks KADA, dan melalui lanjutan sistem yang majoritinya pekebun kecil yang serupa, pembentukan niat untuk menerima pakai teknologi dron kebanyakannya merupakan proses sosial dan kognitif, yang sangat bergantung pada pengaruh komuniti dan kemudahan yang dirasakan, sementara sebahagian besarnya bebas daripada utiliti ekonomi yang dikira bagi mereka yang mempunyai plot terkecil. Ini mencabar pandangan ekonomi konvensional tentang petani sebagai pengguna terbesar utiliti secara universal dan mendedahkan pelaku sosial yang lebih kompleks.

Kajian ini menyediakan cadangan pelan tindakan yang jelas dan berasaskan bukti untuk menterjemahkan matlamat peringkat tinggi DAN 2.0 kepada tindakan di lapangan yang berkesan. Kejayaan bukan terletak pada "menjual" dron berdasarkan spesifikasi teknikalnya, tetapi dalam memupuk amalan sosial baharu. Dengan mengiktiraf dan mereka bentuk laluan pematuhan sosial yang mencirikan niat pekebun kecil, Malaysia

boleh membina laluan yang lebih inklusif, berkesan dan mampan untuk pemodenan pertanian, memastikan bahawa manfaat pertanian tepat seperti teknologi dron menjangkau semua petani, bukan sahaja yang terbesar dan berpusat komersial. Penyelidikan masa depan harus menjejaki secara membujur bagaimana niat ini diterjemahkan kepada tingkah laku penggunaan dan menilai impak strategi promosi bersegi yang dicadangkan dan model akses teknologi koperasi.

Kelulusan Etika dan Persetujuan untuk Menyertai Kajian (*Ethics Approval and Consent to Participate*)

Kajian ini dijalankan mengikut piawaian etika jawatankuasa penyelidikan institusi dan mendapat kelulusan daripada Jawatankuasa Etika Penyelidikan [Universiti Kebangsaan Malaysia] (No. Rujukan Etika: JEP-2024-898). Persetujuan termaklum telah diperolehi daripada semua peserta individu yang terlibat dalam kajian sebelum pentadbiran tinjauan.

Penghargaan (*Acknowledgement*)

Pengarang ini merakamkan ucapan terima kasih kepada pihak pengurusan dan pegawai pengembangan Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu (KADA) atas bantuan dan kerjasama mereka dilapangan. Penghargaan kepada semua pesawah padi (responden) atas kerjasama sepanjang kerja kutipan data dilakukan.

Kewangan (*Funding*)

Kajian ini dibiayai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (KPT) melalui Skim Geran Penyelidikan Asas (FRGS/1/2023/SS06/UKM/02/1) dan Universiti Kebangsaan Malaysia.

Konflik Kepentingan (*Conflict of Interest*)

Para penulis mengisytiharkan tiada konflik kepentingan.

Rujukan

- Abd. Jalil, N. Z., Berahim, Z., Zakaria, N., Omar, M. H., Rosle, R., Ismail, M. R., Che'ya, N. N., Abd. Latiff, A., Ilahi, W. F. F., & Gandjaeva, L. (2024). Rice response to spermine foliar application and its association with aerial imagery monitoring under water stress conditions. *Sains Malaysiana*, 53(7), 1575–1587. <https://doi.org/10.17576/jsm-2024-5307-08>
- Assavakul, S., & Savithi, C. (2024). *Factors influencing the adoption of small unmanned aerial vehicles (Drone) in large-scale agriculture: A case study of large-scale rice field agriculture in Maha Sarakham Province*. (Master thesis, Mahasarakham University). <http://202.28.34.124/dspace/handle/123456789/3012>
- Azizul, A. S., Pebrian, D., Mustaffha, S., Shamsi, S. M., Zahari, M. K., & Ruslan, N. A. (2023). The use of drone for rice cultivation in Malaysia: Identification of factors influencing its farmers' acceptance. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(7), 461–468. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.04.005>

- Bilaliib Udimal, T., Jincai, Z., Mensah, O. S., & Caesar, A. E. (2017). Factors influencing the agricultural technology adoption: The case of improved rice varieties (Nerica) in the Northern Region, Ghana. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 8(8), 1–10.
- Chakreeves, T., Preittigun, A., & Phu-ang, A. (2021). Stakeholder analysis of agricultural drone policy: A case study of the agricultural drone ecosystem of Thailand. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Law and Political Sciences*, 15(1), 82–89.
- De Padua, E. P., Amongo, R. C., Quilloy, E. P., Suministrado, D. C., & Elauria, J. C. (2021). Development of a local unmanned aerial vehicle (UAV) pesticide sprayer for rice production system in the Philippines. *IOP Conference Series: Materials Science & Engineering*, 1109, 012022. DOI 10.1088/1757-899X/1109/1/012022
- Degieter, M., de Steur, H., Tran, D., Gellynck, X., & Schouteten, J. J. (2023). Farmers' acceptance of robotics and unmanned aerial vehicles: A systematic review. *Agronomy Journal*, 115(5), 2159–2173. <https://doi.org/10.1002/agj2.21427>
- Dutta, G., & Goswami, P. (2020). Application of drone in agriculture: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(5), 181–187. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5d.10529>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *The state of food and agriculture 2023. Revealing the true cost of food to transform agrifood systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (3rd ed.)*. Sage Publications.
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Harun, R., Engku Ariff, E. E., Suhaimie, S., & Wan Mat, K. (2024). Farmers' perception towards the effective use of drones in selected rice farming areas in Malaysia. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, 14, 53–58.
- Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan. (2021). *Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 (DAN 2.0): Pemodenan agromakanan, menjamin masa depan sekuriti makanan negara*. Putrajaya.
- Le, V. T., & Tran, H. G. (2024). Scaling up: The impact of cooperative models on technology maintenance and repair in the Vietnamese Mekong Delta. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 22(1). <https://doi.org/10.1080/14735903.2024.2329912>
- Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu (KADA). (2020). *Buku rumusan perangkaan 2020*. <http://www.kada.gov.my/maklumat-asas-kada/>
- Man, N., Ramli, N. N., & Che'ya, N. N. (2024). Farmers' intention towards drone adoption in granary areas of KADA, IADA Kemasin Semerak, Kelantan and IADA KETARA, Terengganu, Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1412(1), 012019. DOI 10.1088/1755-1315/1412/1/012019
- Mikhaylov, D., Song, J. J., & Mitrokhin, M. (2023). Unleashing the potential of UAVs in agriculture: ASEAN and Thailand's rice production industry improvements: Review article. *International Journal of Agricultural Technology*, 19(5), 2145-2160.
- Montesclaros, J. M. L., & Teng, P. S. (2023). Digital technology adoption and potential in Southeast Asian agriculture. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 20(2), 7–30. <https://doi.org/10.37801/ajad2023.20.2.1>
- Panjaitan, S. D., Dewi, Y. S. K., Hendri, M. I., Wicaksono, R. A., & Priyatman, H. (2022). A drone technology implementation approach to conventional paddy fields

- application. *IEEE Access*, 10, 120650–120658. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3221188>
- Puppala, H., Peddinti, P. R. T., Tamvada, J. P., Ahuja, J., & Kim, B. (2023). Barriers to the adoption of new technologies in rural areas: The case of unmanned aerial vehicles for precision agriculture in India. *Technology in Society*, 74, 102335. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102335>
- Ravindran, Y., Haris, N. B. M., Shah, J. A., & Ilahi, W. F. F. (2024). UTAUT model insights on the adoption of smart farming technologies (SFTs) in Malaysia. *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, 8(8), 4011–4020. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2024.8080301>
- Ruzzante, S., Labarta, R., & Bilton, A. (2021). Adoption of agricultural technology in the developing world: A meta-analysis of the empirical literature. *World Development*, 146, 105599. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105599>
- Salleh, M. N., Osman, W. N., Zulhumadi, F., Iteng, R., & Bakar, S. (2024). Readiness and acceptance towards drone technology in Malaysian agriculture: A case study in Muda Agricultural Development Authority (MADA). *AIP Conference Proceedings*, 2799(1), 020081. <https://doi.org/10.1063/5.0182261>
- Secretariat ASEAN. (2023). *ASEAN annual report 2022-2023: ASEAN matters: Epicentrum of growth*. ASEAN Secretariat.
- Sinar Harian. (2023, Ogos 15). Teknologi dron semakin diterima pesawah. *Sinar Harian*. <https://www.sinarharian.com.my/article/245175/edisi/utara/teknologi-dron-semakin-diterima-pesawah>
- Sutrisno, B., & Handayani, T. (2025). Bridging the digital divide in archipelagic agriculture: Case studies in service-based adoption models in Indonesia and the Philippines. *Asian Journal of Digital Agriculture*, 4(1), 45–62. <https://doi.org/10.1007/s44265-024-00012-7>
- Tanaka, K., & Nguyen, M. T. (2024). Intergenerational adoption gap: Digital literacy training and its effect on older farmers' use of precision technology in Thailand. *Global Agricultural Technology Review*, 12(3), 112–129. <https://doi.org/10.3389/gatr.2024.112345>
- Tran, T. A., James, H., & Pittock, J. (2022). Social learning through rural communities of practice: Evidence from Vietnamese farming households. *Agricultural Systems*, 190, 103091. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103091>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Wee, G. W. E., & Lim, A. S. S. (2022). Factors influencing the behavioural intention for smart farming in Sarawak, Malaysia. *Journal of Agribusiness Marketing*, 9, 37–56. <https://doi.org/10.56527/jabm.9.1.4>
- World Bank. (2022). *Harvesting prosperity: Technology and productivity growth in agriculture*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1597-1>
- Yang, Y., Tilman, D., Jin, Z., Smith, P., Barrett, C. B., Zhu, Y.-G., Burney, J., D'Odorico, P., Fantke, P., Fargione, J., Finlay, J. C., Rulli, M. C., Sloat, L., van Groenigen, K. J., West, P. C., Ziska, L., Michalak, A. M., & the Clim-Ag Team. (2024). *Climate change exacerbates the environmental impacts of agriculture*. *Science*, 385(6713), eadn3747. <https://doi.org/10.1126/science.adn3747>
- Zaman, N. B. K., Raof, W. N. A. A., Saili, A. R., Aziz, N. N., Fatah, F. A., & Vaiappuri, S. K. N. (2023). Adoption of smart farming technology among rice farmers. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 29(2), 268–275. <https://doi.org/10.37934/araset.29.2.268275>