

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, terdapat 10 (sepuluh) penelitian terdahulu yang menjadi referensi:

Penelitian pertama memiliki judul "*Exploring The Susceptibility Of Smart Farming: Identified Opportunities And Challenges*" yang diteliti oleh (Elsa Jerhamre, Carl Johan Casten Carlberg, Vera van Zoest, 2022) di Uppsala University, Sweden. Penelitian ini menggunakan metode "*literature review dan interview study*". Hasil dari "*Literature Review*", menyatakan bahwa terdapat 2 topik penting dalam pendekatan tinjauan pustaka yaitu memahami teknik pengumpulan data *smart farming* dan jenis teknologi *smart farming* yang diterapkan. Teknologi *smart farming* yang diterapkan adalah *smart farming* dalam peternakan, *smart farming* dalam pertanian, bagaimana implementasi *smart farming*. Hasil dari *Interview study* yaitu aspek teknis diantaranya pengumpulan data dalam *smart farming*, keseimbangan antara generalisasi dan presisi, otomatisasi dan dukungan pengambilan keputusan, *data sharing*/kepemilikan data dan keamanan siber. Aspek non-teknis diantaranya unsur politik dalam penerapan *smart farming*, insentif ekonomi, layanan *software*/perangkat lunak, ketertarikan dan kepercayaan pada penggunaan teknologi, menciptakan lingkungan kerja yang lebih tertata, keasadaran akademisi pertanian dan permintaan pasar. Penelitian diatas merupakan jurnal Internasional yang telah menjabarkan banyak sekali kesempatan maupun tantangan dalam *smart farming*. Penjabaran tersebut dijelaskan dari berbagai segi sudut pandang *stakeholder* yang tentunya menjadi

faktor mendorong dalam pengaplikasian *smart farming*. Penelitian ini meng-*highlight* besarnya peluang dari manfaat *smart farming* dalam bidang pertanian secara luas, serta *smart farming* dapat menjadi solusi dalam meminimalisir masalah-masalah umum yang dialami oleh para petani. Kekurangan dari penelitian ini adalah isi dalam penelitian ini dijabarkan secara lebih luas dan umum, dan tidak banyak menjelaskan tentang peran pemerintah dalam penerapan *smart farming* dan tantangan teknologi robotic yang tentunya dapat menggeser tenaga kerja manusia. Apabila terdapat strategi kebijakan yang kurang tepat maka tentunya akan berdampak pada penerapan *smart farming*.

Penelitian ke-2 berjudul ”*Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Modern*” yang diteliti oleh (Rika Reviza Rachmawati, 2021) di Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis besarnya peluang penggunaan *smart farming*, potensi dari petani milenial sebagai pelaku utama dan kebijakan-kebijakan pemerintah yang dapat mendorong penerapan dari *smart farming*. Metode penelitian yang digunakan adalah “*literature review*”, hasil dari penelitian menyatakan *smart farming* dapat memberikan peluang besar dalam pembangunan sektor pertanian, dan menjadi solusi bagi hambatan-hambatan (*aging farmers*, kebiasaan konvensional, keterbatasan akses internet sebagian daerah dll). Kekuatan dari berbagai pihak sangat penting untuk mendorong penerapan *smart farming*, pemerintah bisa bekerja sama dengan perguruan tinggi setempat untuk membuat program pelatihan *smart farming*. Edukasi terhadap regenerasi bidang pertanian juga bisa dikemas secara menarik, kreatif dan modern, membuat *roadmap* penggunaan *smart farming* mengajak berbagai *stakeholder* seperti perusahaan *startup* untuk bekerja.

Penelitian kedua ini memiliki sedikit kemiripan muatan isi dari penelitian yang pertama. Perbedaannya hanya terletak pada lokasi penelitian dan beberapa faktor yang menjadi penunjang penerapan *smart farming*. Jurnal kedua ini menjelaskan lebih banyak faktor-faktor yang membantu dalam melakukan penerapan *smart farming* dan lebih fokus pada potensi generasi milenial dalam membangun karir dengan menggunakan *smart farming*. Kekurangan dalam jurnal kedua ini adalah sama seperti kekurangan di jurnal pertama yaitu tidak membahas terkait kebijaksanaan maupun dampak dalam menerapkan *smart farming* di bidang pertanian yang berpotensi dapat mengurangi tenaga kerja manusia. Serta kurang menjelaskan terkait bagaimana penanganan terhadap *aging farmer* yang menjadi masalah umum bidang pertanian di Indonesia.

Penelitian ke-3 berjudul “*Smart System Farming Management : Exposure Fintech Bumdes Dalam Memperkuat Ketahanan Ekonomi Pada Sektor Pangan*” yang diteliti oleh (Thoriqi Firdaus, Farah Lailatul Nur Alifiah, Ainunnuril Amelia) pada tahun 2024 di Jawa Timur. Penelitian kualitatif dengan pendekatan *grounded theory* dan penelitian kuantitatif menggunakan *causal comparative research*. Hasil dari penelitian ini adalah Fintech (*Financial and Technology*) memanfaatkan modal melalui BUMDes kemudian dioperasikan pada pengadaan bibit, pupuk dan alat-alat pertanian modern serta *exposure* guna meningkatkan kualitas nilai ekonomis dari hasil panen. Platform *smart system farming management* juga membantu petani menjual hasil panen pada pengelola sistem yang akan dikelola oleh kelompok tani maupun UMKM setempat, lebih lanjut menciptakan turunan produk baru yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Platform ini juga dapat memudahkan petani untuk melakukan administrasi pengadaan alat, bahan pra

tanam, informasi tentang kelembapan tanah, suhu, kondisi cuaca, jenis bibit, jenis pupuk dan informasi pertanian pintar lainnya.

Penelitian ketiga ini membahas tentang *smart farming* secara lebih spesifik yakni pada sebuah teknologi Fintech BUMDes. Pembahasannya menghighlight pada konsep dan bagaimana pengoperasian teknologi ini yang terintegrasi dengan *smart farming*. Dengan demikian pembaca akan mendapatkan pengetahuan serta inovasi-inovasi yang ada dalam *smart farming* maupun yang dapat terintegrasi sistem ini. Kekurangan dalam penelitian ketiga ini yaitu pada keluasan teori dalam menerapkan *smart farming* secara lebih luas. Secara otomatis kurangnya penjabaran tentang kebijaksanaan, kebijakan serta dampak yang akan terjadi dalam menerapkan *smart farming*.

Penelitian keempat ini berjudul “Pengembangan Sistem *Smart Farming* Berbasis *Internet Of Things* Dengan *Monitoring* Terintegrasi Telegram” yang diteliti oleh (Reza Ahmad Ramadhan, Tibyani, Haris Farisi) pada tahun 2024, Universitas Brawijaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan saluran irigasi tanaman yang lancart dan efisien. Metode yang digunakan adalah *waterfall* yang hasilnya berupa prototipe untuk menjalankan sistem *smart farming* yang termonitoring dengan telegram. Hasil dari penelitian ini ialah implementasi sistem ini berhasil sesuai dengan fungsi yang telah di program oleh mikrokontroler. Program sistem *smart farming* yang terintegrasi oleh telegram ditandai oleh pesan *testConnection OK* (koneksi berhasil). Pembacaan sensor terhadap kondisi tanah, kapasitas penampungan, mengembalikan nilai dari pembacaan pada mikrokontroler dan bisa mengirimkan data pembacaan sensor pada *chatbot* di telegram juga berhasil.

Penelitian ke-4 juga membahas tentang spesifikasi alat dari *smart farming* serta cara mengoperasikannya. Selain sebagai tambahan literasi terbaru, pembahasan ini juga memberikan inovasi teknologi terbaru dalam *smart farming* yang akan menambahkan banyak opsi kepada pengguna dalam mengaplikasikan *smart farming*. Kekurangan dalam penelitian ini adalah tidak jauh berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu terkait penjelasan tentang kebijakan, kebijaksanaan serta dampak dalam menerapkan *smart farming* secara luas dan menyeluruh.

Penelitian ke-5 berjudul “Peran Teknologi Pertanian Cerdas (*Smart Farming*) untuk Generasi Pertanian Indonesia” yang diteliti oleh (Destri Nugrahni Halawa) pada tahun 2024 di Medan, Indonesia. Metodologi penelitian yang ini adalah *literature review* yang dikategorikan dari akreditasi Nasional Sinta 1-6 dan terbit 10 tahun terakhir. Hasil dari penelitian ini ialah *smart farming* bisa menjadi wadah berwirausaha jangka panjang bagi generasi muda. *Smart farming* juga mampu meningkatkan produktivitas pertanian bersaing dalam pasar ekonomi modern. Teknologi *smart farming* yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas pertanian adalah teknologi *Blockchain* untuk Pertanian *Off Farm Modern*, *Agri Drone Sprayer*, *Drone* untuk pemetaan lahan, teknologi sensor, sistem irigasi cerdas, *Agriculture War Room*, *Siscrop* (Sistem Informasi) 1.0, *Smart Monitoring Farming* dan sistem pemantau kondisi lingkungan pertanian.

Penelitian kelima ini menjelaskan tentang peran pertanian cerdas bagi generasi muda serta partisipasi yang bisa diberikan dari generasi muda itu sendiri. Penelitian ini membahas secara luas tentang teknologi *smart farming*, pembagian fasilitas yang ditawarkan oleh sistem ini dan potensi besar dalam menerapkan

sistem *smart farming* sebagai sistem teknologi yang akan meningkatkan produk pertanian bersaing dalam pasar ekonomi modern. Kekurangan dalam penelitian ini yaitu tidak membahas terkait kebijakan, kebijaksanaan serta dampak sebab apabila *smart farming* perlu diterapkan untuk meningkatkan produktivitas pertanian tentunya perlu melihat dari berbagai faktor-faktor pendukung sebelum menerapkan sistem ini.

Penelitian ke-6 ini berjudul “Pemanfaatan *Smart Farming* Melalui *Field Monitoring System* Untuk Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Sumenep” yang diteliti oleh (Sindi Arista Rahman, Wilda Rasaili, Ach Andirianto, Deny Feri Suharyanto, Zarnuji) pada tahun 2024. Tujuan dari penelitian ini adalah transfer *knowledge* tentang *smart farming* melalui *Field Monitoring System*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif (sosialisasi, ceramah dan diskusi) serta visualisasi pemutaran video tentang *smart farming* model *Field Monitoring System*. Hasil dari penelitian ini adalah masyarakat petani somor sokon memiliki antusias yang sangat tinggi dalam memperhatikan visualisasi teknologi *smart farming* dengan metode *Field Monitoring System*. Kelompok masyarakat tani Somor Sokon juga bersatu dan bekerjasama secara perlahan untuk meningkatkan SDM melalui generasi muda yang ada di daerah tersebut serta penanganan terkait pendanaan.

Penelitian ke-6 memuat penjelasan tentang penyuluhan berupa edukasi tentang *smart farming* dengan metode *field monitoring system*. Metode ini merupakan alat yang dapat digunakan untuk memonitoring kondisi lingkungan dan tanaman budidaya. Komponen FMS berupa sensor iklim pada tanaman, *development board Arduino*, database dan web aplikasi membantu meminimalisir

terjadi kerusakan topologi pada media tanam maupun kerusakan pada tanaman. Edukasi yang dilakukan melalui visualisasi dengan memutar video terkait cara pengaplikasiannya. Masyarakat memang antusias dan memiliki keinginan tinggi dalam menggunakan metode ini, namun kekurangan dari penelitian ini adalah tidak adanya simulasi mekanisme penggunaan metode ini secara langsung kepada petani. Penelitian ini juga tidak mencantumkan secara jelas tentang regulasi penanganan terkait masalah SDM dan kurangnya pendanaan yang terjadi pada masyarakat tani Somor Sokon.

Penelitian ke-7 berjudul “*Smart Farming Asistance (S-Farm): Strategi Pengembangan Fintech Berbasis Bumdes Bagi Komoditas Pertanian Kabupaten Grobogan dalam Menyongsong SDGS 2030*” yang diteliti oleh (Handika Mukti dan Aprilia Rizki Saputri) pada tahun 2023 di Semarang. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Research & Development (R&D)*. Tujuan dari penelitian ini adalah inovasi *Smart Farming Asistance (S-Farm)* aplikasi berbasis fintech dan program pemberdayaan untuk Petani Kabupaten Grobogan guna mendapatkan permodalan melalui BUMDes (Badan Usaha Milik Desa). Hasil dari penelitian ini adalah *S-Farm* dapat diterapkan dalam perangkat *Personal Computer (PC)* dan *Smartphone (android/iPhone) Operating System (iOS)* dengan didukung oleh berbagai perangkat seperti kamera, berbagai data, galeri, dan penyimpanan kontak. Upaya dalam peningkatan komoditas pertanian *S-Farm* mengusung 3 program yakni Bina Tani, Bina Pangan, dan Bina Pasar yang terintegrasi dalam platform aplikasi berbasis *Fintech*. BUMDes menjembatani petani lokal untuk berkolaborasi bersama mitra kerja lain.

Penelitian ke-7 menyajikan 2 program yang saling berkorelasi yaitu *smart farming assistance* tentang pemberdayaan kepada petani dengan memanfaatkan *smart farming* yang terintegrasi dengan *financial technology* melalui BUMDes. Penelitian ini memberikan kontribusi kepada petani berupa edukasi mekanisme penggunaan dari *S-farm* dalam melakukan budidaya pertanian. Lebih lanjut dalam Fintech terdapat 3 program tambahan yaitu bina tani, bina pangan dan bina pasar. Program ini akan memberikan banyak keuntungan bagi petani dalam melakukan proses budidaya pertanian hulu-hilir guna menuju produktivitas pertanian yang lebih baik. Kekurangan dalam penelitian ini adalah kurangnya penjabaran tentang bagaimana peran pemerintah setempat dalam menindaklanjuti program ini dan saran penindaklanjutan bagi kelompok tani setempat dalam memberdayakan sistem ini agar sesuai dengan kebutuhan petani setempat.

Penelitian ke-8 berjudul “Pemberdayaan Kelompok Tani *Green House* Desa Manggihan Ketasan Melalui Penerapan *Smart Farming* Melalui Energi Terbarukan” yang diteliti oleh (Munaf Ismail, Bustanul Arifin, Agus Adhi Nugroho, Budi Pramono Jati, Jenny Putri Hapsari) pada tahun 2024 di Semarang. Metode penelitian yang dilakukan ialah melalui pemberdayaan masyarakat petani dengan program KKB (Kegiatan Kampung Bangkit) pendidikan membuat *smart farming* “*Green House*” ditambah penerapan teknologi photovoltaic atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) guna pengoperasian control peralatan *green house*. Hasil penelitian adalah melalui pembelajaran menerapkan *smart farming* “*green house*” dan energi terbarukan *photovoltaic* PLTS masyarakat tani Desa Manggihan mengalami peningkatan pengetahuan serta sinergitas tinggi dalam melakukan penerapan teknologi tepat guna untuk meningkatkan hasil pertanian.

Pembahasan dalam penelitian ke-8 yakni melakukan program penyuluhan yang bernama Kegiatan Kampung Bangkit tentang pembuatan *smart farming* berupa *green house* dan penggunaan photovoltaic (Pembangkit listrik tenaga surya). Penelitian memberikan inovasi baru bagi masyarakat tani Desa Manggihan dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Selain mengedukasikan tentang topik yang dibahas, terdapat proses mekanisasi yang diberikan secara langsung kepada masyarakat tani yang tentunya akan membuat petani lebih memahami terkait mekanisasi penerapannya. Kekurangan dalam penelitian ini adalah tidak terdapat penjelasan terkait bagaimana peran *stakeholder* sebagai faktor pendorong dalam menerapkan inovasi ini.

Penelitian ke-9 berjudul “*The Path Of Smart Farming : Innovations and Opportunities In Precision Agriculture*” diteliti oleh (E. M. B. M. Karunathilake, Anh Tuan Le, Seong Heo, Yong Suk Chung dan Sheikh Mansoor) tahun 2023 berlokasi di Korea Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan tinjauan gambaran umum tentang inovasi, tantangan dan prospek masa depan pertanian presisi dan pertanian pintar masa kini. Hasil dari penelitian ini adalah pertanian presisi sekarang menjadi bagian dari pertanian 4.0, dengan memanfaatkan kekuatan digitalisasi tren penting dari integrasi industry 4.0 berupa drone, teknologi GPS, analitik data, AI memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat dalam praktik pertanian. Dengan merangkul industri 4.0 petani dan perusahaan dapat meningkatkan operasi pertanian, optimalisasi sumber daya dan berkontribusi pada kemajuan kolektif menuju masa depan pertanian pintar.

Penelitian ke-9 ini menyajikan bahwa *smart farming* sebagai metode yang dapat mewujudkan pertanian presisi. *Smart farming* merupakan sebuah inovasi

yang memberikan banyak peluang besar dalam petani untuk menuju pada pertanian presisi. Pertanian presisi merupakan bagian sistem yang berkembang dari adanya industri 4.0, tujuannya agar bidang pertanian dapat berkembang lebih modern dan mampu bersaing ke pasar Internasional. Dengan memanfaatkan *smart farmin* tentunya peluang untuk menuju pertanian presisi dan modern akan lebih besar bagi para petani. Namun, alat yang canggih juga memerlukan sumber daya manusia yang mampu dan pintar dalam mengaplikasikannya. Kekurangan dalam penelitian ini adalah tidak adanya saran yang harus dilakukan bagi petani terutama bagi petani milenial selaku tokoh utama yang akan mewujudkan pertanian presisi.

Penelitian yang terakhir berjudul “*Agriculture 4.0 and Beyond: Evaluating Cyber Threat Intelligence Sources and Techniques In Smart Farming Ecosystems*” yang diteliti oleh (Hang Thanh Bui et al) pada tahun 2024 di Australia. Penelitian ini menyajikan tinjauan literatur sistematis yang menilai penerapan teknik inteligen ancaman siber (CTI) yang ada dalam infrastruktur pertanian pintar. Pentingnya mengintegrasikan vCISO ke dalam praktik pertanian pintar sebagai langkah penting untuk memperkuat keamanan siber. Penelitian ini menggunakan metode SLR, hasilnya adalah adanya sorotan gap dalam literatur dan tidak ada makalah terpilih yang menerapkan teknik CTI menggunakan sumber data CTI dari pertanian atau membahas infrastruktur pertanian cerdas. Namun, ada tolok ukur untuk menerapkan teknik CTI dalam memastikan integritas ekosistem pertanian dan keamanan rantai pasokan pangan global. Lebih lanjut CTI akan terus didesain menciptakan prototipe yang ramah pengguna terintegrasi dengan AI yang akan dijelaskan melalui platform vCISO. CTI juga telah diselaraskan sesuai dengan pertanian 4.0 tujuannya agar mampu menanggapi transformasi digital pertanian 5.0 masa depan.

Penelitian terakhir menyajikan potensi ancaman siber dalam sistem *smart farming* serta memberikan analisis menyeluruh tentang manfaat penggunaan platform vCISO (*virtual chief information security*) yang merupakan layanan siber dengan menyediakan CISO secara *virtual/outsourcing* sebagai bagian dari proses CTI. Keamanan siber sangatlah penting dalam pemanfaatan teknologi di era industri digital saat ini maka, seharusnya keamanan siber juga menjadi prioritas bagi para pengguna alat maupun inovasi teknologi. Penelitian ini memberikan pengetahuan baru kepada petani dengan memanfaatkan vCISO sebagai sebagai salah satu cara dalam mengamankan siber pertanian cerdas. Namun, secara keseluruhan platform vCISO melalui proses CTI ini masih belum sempurna. Terdapat evaluasi untuk menindaklanjuti pengguna vCISO ini, adanya beberapa sistem yang masih harus terus diperbarui guna menjamin keamanan dan keberhasilan dalam pengaplikasiannya.

2.2 Tinjauan Teoritis

2.2.1 Konsep Strategi

Strategi adalah interpretasi jangka panjang dalam menyusun sebuah rancangan besar berupa pendekatan-pendekatan strategis dalam suatu bidang ilmu pengetahuan. Tujuannya adalah untuk menciptakan rekomendasi-rekomendasi susunan proyeksi terstruktur masa depan, guna mewujudkan keberhasilan pengaplikasian suatu ilmu pengetahuan. Secara umum, tahapan-tahapan dalam strategi adalah meliputi penguasaan, kebijakan penggunaan, platform digital yang mudah di akses dan efisien. *Smart farming* yang merupakan salah satu ide gagasan yang mengutamakan proses penerapan jangka panjang tentunya

memerlukan strategi yang tepat dan terstruktur. Adanya strategi akan menciptakan rute proyeksi masa depan pemanfaatan *smart farming* di Indonesia yang dapat dilakukan secara lebih terkontrol, efisien, efektif dan sistematis.

Strategi merupakan elemen krusial yang menentukan arah perjalanan suatu inovasi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, apakah akan berkembang secara dinamis atau justru berhenti dalam kondisi statis. Perhatian terhadap penyusunan strategi menjadi sangat penting dalam konteks pembangunan pertanian di Indonesia, yang hingga saat ini masih menghadapi permasalahan yang bersifat linier dan stagnan, serta belum merata dalam implementasi teknologi. Perancangan strategi berfungsi sebagai alat untuk menganalisis, mengukur, menyusun, dan mengevaluasi permasalahan serta tantangan yang dihadapi sektor pertanian, guna menghasilkan solusi dan proyeksi yang tepat dalam mendorong kemajuan sektor tersebut.

Sistem pertanian cerdas yang menyeluruh dan merata menjadi tujuan utama yang tidak dapat dicapai secara instan. Sistem ini membutuhkan langkah-langkah strategis yang disusun secara konsisten, akurat, dan relevan dengan kondisi pertanian nasional. Sehubungan dengan hal tersebut, rekomendasi strategi adopsi menjadi pendekatan yang koheren dan kompatibel dalam upaya meningkatkan kualitas pertanian secara bertahap, menuju terwujudnya pertanian cerdas yang berkelanjutan dan inklusif di seluruh wilayah Indonesia.

Penentuan strategi yang akurat memerlukan teori-teori strategi yang kuat sebagai pondasi dalam menyusun sebuah kerangka proyeksi strategi. Adapun teori strategi yang dapat diintegrasikan untuk menganalisis suatu strategi secara menyeluruh yaitu dengan pendekatan teori 5P dari Henry Mintzberg (1987). Teori

ini bertujuan untuk merepresentasikan strategi bukan hanya dari sisi perencanaan formal, tetapi juga dari pola kebijakan, posisi negara, hingga cara pandang aktor-aktor utama dalam sektor pertanian. Teori ini terdiri dari 5P yaitu:

1. *Strategy as a Plan* : strategi sebagai sebuah rencana formal untuk menunjukkan adanya arah dan tujuan dari kebijakan *smart farming*.
2. *Strategy as a Ploy* : strategi sebagai suatu langkah taktis atau daya upaya dalam mendorong percepatan adopsi teknologi
3. *Strategy as a Pattern* : strategi sebagai pola tindakan nyata yang dilakukan secara konsisten dalam kebijakan maupun praktiknya.
4. *Strategy as a Position* : strategi sebagai cara untuk memposisikan diri dalam sistematisasi pasar dan lingkup eksternal.
5. *Strategy as a Perspective* : strategi sebagai sebuah cara pandang kolektif suatu organisasi/masyarakat terhadap perkembangan atau kemajuan inovasi teknologi.

2.2.2 Adopsi Teknologi Dalam Bidang Pertanian

Adopsi teknologi dalam bidang pertanian merujuk pada proses penerimaan dan penggunaan inovasi teknologi oleh para praktisi pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas hasil produksi dan membangun keberlanjutan pertanian masa depan. Teknologi yang diadopsi dapat berupa mesin pertanian modern, *smart irrigation*, penggunaan drone, aplikasi berbasis AI untuk pemantauan lahan dan teknologi bioteknologi. Strategi dalam mengadopsi *smart farming* harus disusun secara aktual dan komprehensif sebagai bertujuan agar menciptakan perubahan paradigma berfikir maupun praktik menjurus pada proses penerapan yang lebih visioner dan modern. Menurut (Swasono et al., 2023)

menyatakan bahwa pertanian presisi melibatkan penggunaan teknologi canggih seperti sensor, drone, citra satelit, dan analisis data untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber daya dan memaksimalkan hasil sambil meminimalkan pemborosan. (Saraan & Rambe, 2023) menyatakan dalam mengatasi penurunan sektor pertanian, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan akses petani terhadap teknologi pertanian presisi. Perlunya kebijakan yang mendukung pertanian berkelanjutan dan pengelolaan lahan menjadi faktor penting dalam mengembangkan pertanian presisi.

Prinsip dalam strategi adopsi teknologi pertanian adalah untuk membangun sektor pertanian menjadi sektor yang presisi dan berkelanjutan untuk menunjang masa depan pertanian. Kondisi pertanian yang presisi akan memberikan dampak positif terhadap peningkatan produktivitas pertanian. Peningkatan kapabilitas produktivitas pertanian ini akan menjadikan sektor pertanian mampu memiliki daya saing di pasar global serta menjadi penunjang utama terhadap ketahanan pangan negeri. Tantangan besar ini memerlukan persiapan yang besar serta strategi mutakhir yang disusun untuk menjamin skala keberhasilan yang terpaut lebih besar dari tindakan peningkatan produktivitas pertanian ini. Terdapat beberapa model adopsi teknologi yang sering digunakan dalam membahas kajian adopsi teknologi secara umum yaitu teori difusi inovasi, *technology acceptance model* (TAM) dan *theory of planned behavior* (TPB).

TAM menggambarkan adopsi teknologi melalui konstruksi sikap, kegunaan yang dirasakan, kemudahan penggunaan yang dirasakan, dan niat (Rafdinal, 2021). Teori difusi inovasi adalah suatu teori yang berusaha untuk menjelaskan bagaimana gagasan baru berkembang dan diadopsi oleh masyarakat.

Difusi inovasi berjalan seiring waktu melalui (1) proses difusi-inovasi, (2) inovasi, dan (3) tingkat adopsi suatu inovasi (Mihardja, 2022). TPB menempatkan minat seseorang untuk berperilaku dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu sikap, norma subjektif, dan persepsi kendali perilaku. Apabila individu memiliki sikap yang menguntungkan terhadap perilaku tertentu, muncul peluang untuk mengembangkan minat positif berperilaku.(Salisa, 2021). Ketiga teori ini memiliki keterkaitan tentang bagaimana seorang individu/kelompok dalam membentuk sebuah pola pikir membutuhkan inovasi teknologi, serta sikap dalam mengadopsi dan menggunakan teknologi. Ketiga teori ini saling melengkapi dan digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan dan penggunaan sebuah inovasi terutama dalam konteks teknologi dan pertanian.

Adopsi teknologi pertanian juga membutuhkan dukungan dari para *stakeholder* yang bertanggung jawab dalam sektor pertanian. Sumber daya manusia yang sadar dan mau terus berkembang akan menghasilkan kinerja yang progresif. Proses ini merupakan pondasi penting awal yang akan memicu perjalanan kegiatan adopsi teknologi pertanian dapat terus berjalan secara intensif guna mewujudkan produktivitas pertanian. Tantangan dalam menjalankan adopsi teknologi pertanian menjadi tanggung jawab seluruh masyarakat Indonesia, terutama kepada para konseptor maupun eksekutor di dalam sektor pertanian. Secara garis besar tantangan-tantangan tersebut terdiri dari, faktor ekonomi, faktor sosial dan budaya, faktor teknologi, faktor pemerintah dan kebijakan. Faktor ekonomi yang dimaksud adalah berkaitan dengan ketersediaan subsidi biaya, akses, dan potensi dalam meningkatkan profitabilitas. Faktor sosial dan budaya ialah mengkaji tentang mayoritas tingkat pendidikan petani, tradisi bertani

tradisional yang masih dipraktikkan oleh petani. Faktor teknologi yaitu tentang kesesuaian praktik teknologi terhadap kondisi topografi lahan, mekanisasi penggunaan yang mudah dan dapat dipahami dan ketersediaan dukungan dari segi teknis yang memadai. Faktor pemerintah dan kebijakan adalah membahas regulasi, insentif serta program pelatihan kompherensif untuk mendukung adopsi teknologi.

Adopsi teknologi dalam bidang pertanian ini akan memberikan banyak peluang besar terhadap seluruh elemen dalam bidang pertanian. Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi pertanian merupakan tugas kita bersama untuk membenahinya. Menciptakan strategi yang tepat mulai dari edukasi tentang pentingnya adopsi teknologi dalam bidang pertanian, melakukan pendampingan kepada masyarakat tani yang masih awam terhadap teknologi terbaru, ikut berpartisipasi dalam melakukan penelitian tentang ide-ide terbaru dari inovasi teknologi dalam bidang pertanian dan mendorong dukungan kebijakan lingkup pertanian sangat penting untuk meningkatkan adopsi teknologi dalam sektor pertanian. Semakin meluasnya adopsi berbagai teknologi *internet of things*, membuat kehidupan manusia menjadi jauh lebih nyaman. Dari sisi pengguna perorangan, *internet of things* sangat terasa dampak pengaruhnya dalam bidang domestik seperti pada aplikasi rumah dan mobil cerdas, dan tidak terkecuali pada bidang pertanian (Dwiyatno et al., 2022). Kemajuan sistem pertanian tentunya perlu dukungan teknologi modern karena dengan adanya globalisasi mendukung sektor pertanian untuk meningkatkan proses industrialisasi dari hulu ke hilir (Sofia et al., 2022).

2.2.3 Smart Farming

Smart farming adalah terobosan IoT dengan sistem jaringan nirkabel yang menghubungkan antara alat-alat fisik dengan teknologi internet menjadi satu kesatuan jaringan fungsional yang bermanfaat dalam produktivitas pertanian. *Smart farming could enable increased yield volumes, mitigate the workload for farmers, contribute to climate change adaptation and future-proof farming for the coming centuries* (Jerhamre et al., 2022). Penggunaan teknologi *smart farming* memberikan kesempatan kepada para petani untuk meningkatkan hasil kuantitas volume produksi komoditas pertanian lebih tinggi. Dengan demikian petani akan berpeluang untuk memperoleh keuntungan dengan lebih besar pula. Pengaplikasian *smart farming* berfokus pada cita-cita mewujudkan pertanian yang lebih modern dan meminimalisir fenomena adanya *aging farmer*. Menurut (Rahutomo et al., 2022) Penerapan smart farming juga akan menarik generasi milenial untuk tidak malu menggeluti bidang pertanian. *Smart farming* terdiri dari berbagai jenis teknologi diantaranya adalah blockchain yang berfungsi untuk memudahkan keterlacakan *supply chain* produk pertanian untuk pertanian *off-farm-modern*, *Agri drone sprayer* yaitu drone yang menyemprotkan pestisida dan pupuk cair pada tanaman.

Drone surveillance adalah drone yang berfungsi untuk melakukan proses pemetaan lahan, *Soil and weather sensor* merupakan sensor dalam mengatur dan memberikan informasi terkait tanah dan cuaca, sistem irigasi cerdas (*smart irrigation*) yang memudahkan petani dalam mengatur proses irigasi tanaman dengan lebih optimal, *Agriculture War Room* (AWR) adalah sebuah ruangan khusus yang berisi sejumlah alat pemantau yang berfungsi memperbarui data pertanian di Indonesia secara *real-time* dan berkala dan terakhir adalah SIScrop

(Sistem Informasi Standing Crop) yakni sistem informasi yang menggunakan citra satelit Sentinel-1 untuk memantau kondisi pada tanaman dan lahan pertanian. SISCrop dapat memberikan informasi mengenai : Fase pertumbuhan padi, Luas panen, Luas tanam, Produktivitas, Indeks pertanaman. Dalam ekosistem pertanian digital, berbagai pemangku kepentingan seperti petani, pembantu, lembaga keuangan, agregator, dan perantara berkolaborasi. Lembaga penunjang pertanian serta Kementerian Pertanian, lembaga, dan perguruan tinggi juga berperan dalam memberikan saran tentang cara budidaya yang cocok dan peluang pembiayaan yang terjangkau (Azis & Suryana, 2023).

Pengembangan *smart farming* di Indonesia belum memasuki pada tahap yang intensif dan merata. Produktivitas pertanian di Indonesia rata-rata masih menggunakan cara-cara yang konvensional. Aktivitas bertani secara konvensional disebabkan oleh kebiasaan dahulu masyarakat Indonesia yang secara turun-temurun jauh sebelum adanya perkembangan teknologi dalam bidang pertanian. Kondisi demografis yang berbeda dari setiap daerah juga menjadi alasan mengapa pengembangan *smart farming* masih belum optimal. Dalam upaya mewujudkan pertanian yang presisi pemerintah sendiri telah mendorong agar masyarakat petani mulai meningkatkan penggunaan teknologi cerdas dalam budidaya pertanian. Potensi untuk mengembangkan *smart farming* di Indonesia sangat besar. Indonesia memiliki luas lahan pertanian yang luas, keanekaragaman komoditas pertanian, dan populasi petani yang besar juga (Rahmanul et al., 2023). Sektor pertanian masa kini telah memasuki tahap era digitalisasi revolusi industri 4.0, yang secara langsung mengartikan bahwa cara-cara konvensional dinilai sudah tidak kompatibel lagi untuk diterapkan.

2.2.4 Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik merupakan sebuah metodologi kuantitatif yang digunakan untuk menganalisis data bibliografi (publikasi, kutipan, penulis, dan institusi) dalam literatur ilmiah. Analisis ini berfokus dalam mendapatkan pemahaman tentang struktur, karakteristik, dan dinamika perkembangan suatu bidang penelitian yang diteliti. Selain itu juga digunakan untuk mengidentifikasi pola, tren, dan dampak publikasi. Analisis bibliometrik menggunakan statistik dan perhitungan untuk mengkaji hubungan serta pola dalam publikasi ilmiah, yang berguna untuk membantu peneliti dan para pembuat kebijakan untuk memahami perkembangan ilmu pengetahuan dan mengarahkan strategi penelitian. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memahami tren perkembangan suatu bidang penelitian, mengukur dampak penelitian, mengidentifikasi jaringan kolaborasi, bisa menemukan tren baru dan arah penelitian, dan memperkuat pondasi ilmiah dan arah akademik.

Secara umum, **analisis bibliometrik** merupakan pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk mengkaji karakteristik, tren, dan pola publikasi ilmiah dalam suatu bidang keilmuan. Metode ini meliputi beberapa jenis analisis, antara lain: **analisis jumlah kutipan (*citation analysis*)**, **analisis kutipan bersama (*co-citation analysis*)**, ***bibliographic coupling***, **analisis jaringan kolaborasi penulis atau institusi (*network analysis*)**, serta **analisis kata kunci (*keyword co-occurrence*)**. Analisis bibliometrik sangat bermanfaat bagi peneliti dalam **mengidentifikasi dinamika perkembangan ilmu pengetahuan**, termasuk mengenali isu-isu yang dominan, topik-topik yang sedang berkembang, kolaborasi antar peneliti atau lembaga, serta peta intelektual dalam suatu disiplin ilmu. Selain

itu, analisis ini juga berperan sebagai **instrumen strategis** untuk menentukan arah perkembangan riset di masa mendatang, baik dalam konteks nasional maupun global.

Jangkauan penerapan bibliometrik bersifat luas karena didukung oleh beragam perangkat lunak dan platform, seperti **VOSviewer**, **Bibliometrix**, atau **CiteSpace**, yang memungkinkan peneliti melakukan eksplorasi data secara visual dan mendalam. Dengan demikian, peneliti dapat menyesuaikan jenis dan fokus analisis sesuai dengan **relevansi judul penelitian dan kebutuhan eksplorasi data**. Dalam konteks penelitian ini, analisis bibliometrik digunakan untuk **menggambarkan perkembangan publikasi ilmiah mengenai strategi adopsi smart farming**, termasuk peta kolaborasi antar penulis dan institusi, tren kata kunci dominan, serta distribusi kutipan dan jurnal. Hasil analisis ini akan menjadi dasar dalam memahami peta keilmuan dan *knowledge landscape* dari topik yang diteliti, sebelum dilanjutkan dengan analisis mendalam melalui pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)*.

2.2.4 Sistematic Literature Review (SLR)

SLR atau dengan kata lain adalah tinjauan pustaka sistematis yang merupakan sebuah metodologi penelitian yang berfungsi untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis temuan dari berbagai penelitian sebelumnya. Metode ini berguna untuk menjawab pertanyaan terhadap penelitian tertentu, dengan sistematika proses yang terstruktur dan terorganisir untuk mengidentifikasi, memilih, mengekstrak, dan mensintesis data dari berbagai sumber penelitian. Metode SLR berbeda dengan tinjauan pustaka konvensional, karena metode ini memiliki prosedur yang lebih terstruktur dengan fokus untuk

memaksimalkan objektivitas dan meminimalisir bias dalam narasi pustaka. Metode SLR merumuskan hasil dengan menggunakan protokol penelitian yang jelas serta menghasilkan sintesis bukti yang komprehensif.

Tujuan dari SLR adalah untuk mengumpulkan dan mensintesis bukti penelitian, menjawab pertanyaan pertanian, mengidentifikasi kesenjangan penelitian, dan membangun dasar pengetahuan. Hasil dalam penelitian dengan menggunakan metode ini akan memiliki karakter yang signifikan, transparan, objektif, dan relevan. Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam menganalisis data dengan metode SLR adalah protokol pencarian (*keywords, database, inclusion-exclusion criteria*), proses seleksi (*screening dan filtering*) data, analisis isi (*content analysis*), dan terakhir ialah penyajian tema, tren, kesenjangan, dan *insight*. SLR akan memberikan dasar argumentatif yang kuat untuk menyusun rekomendasi strategi berbasis bukti (*evidence-based policy*), melalui identifikasi kesenjangan literatur, peneliti dapat menunjukkan area yang belum banyak dijelajahi (misalnya: perspektif petani lokal terhadap teknologi digital, atau keterlibatan sektor swasta dalam ekosistem *smart farming*). SLR juga memungkinkan peneliti untuk menilai konsistensi, replikasi, dan kredibilitas dari berbagai pendekatan strategi yang telah diusulkan dalam konteks global, kemudian membandingkannya dengan kebutuhan dan kondisi aktual yang ada di Indonesia.

2.2.6 Produktivitas Pertanian

Pengembangan *smart farming* di Indonesia belum memasuki pada tahap yang intensif dan merata. Produktivitas pertanian di Indonesia rata-rata masih menggunakan cara-cara yang konvensional. Aktivitas bertani secara konvensional

disebabkan oleh kebiasaan dahulu masyarakat Indonesia yang secara turun-temurun jauh sebelum adanya perkembangan teknologi dalam bidang pertanian. Kondisi demografis yang berbeda dari setiap daerah juga menjadi alasan mengapa pengembangan *smart farming* masih belum optimal. Dalam upaya mewujudkan pertanian yang presisi pemerintah sendiri telah mendorong agar masyarakat petani mulai meningkatkan penggunaan teknologi cerdas dalam budidaya pertanian. Potensi untuk mengembangkan smart farming di Indonesia sangat besar. Indonesia memiliki luas lahan pertanian yang luas, keanekaragaman komoditas pertanian, dan populasi petani yang besar juga (Rahmanul et al., 2023). Sektor pertanian masa kini telah memasuki tahap era digitalisasi revolusi industri 4.0, yang secara langsung mengartikan bahwa cara-cara konvensional dinilai sudah tidak kompatibel lagi untuk diterapkan.

Revolusi pertanian menuju lebih modern dapat memberikan banyak sumbangsi terhadap produktivitas dari sektor pertanian itu sendiri. Ketahanan pangan yang dijanjikan akan terwujud apabila secara perlahan petani mulai mengadopsi penggunaan teknologi cerdas (*smart farming*) dalam melakukan kegiatan pertanian. Pengembangan *smart farming* telah memberikan banyak perubahan pada sektor pertanian terutama pada proses budidaya *on-farm*. Dahulu pertanian masih dikenal dengan pekerjaan yang kotor dan kumuh namun, seiring mengikuti perkembangan industri ilmu pengetahuan dan teknologi. Inovasi dalam sektor pertanian juga terus berkembang dan petani disuguhkan dengan banyak metode budidaya pertanian yang bisa digunakan.

Presentase penggunaan teknologi alat dan teknologi digital pertanian modern di Indonesia telah mencapai 46,84 % dari total 28,19 juta petani (BPS,

2023). Lebih lanjut berdasarkan hasil Survei Pertanian 2023 (ST2023) menjelaskan bahwa jumlah petani milenial berusia 19-39 tahun telah mencapai 21,93%. Data ini menunjukkan potensi yang dapat diperuntukkan untuk meningkatkan pengembangan teknologi *smart farming* di Indonesia. Petani milenial merupakan tokoh utama yang berkompeten dapat mengambil peran penting dalam mengaplikasikan *smart farming*. Hadirnya petani milenial yang kompeten tentunya akan mempengaruhi peningkatan kuantitas maupun kualitas penggunaan teknologi *smart farming* untuk produktivitas pertanian. Namun, untuk mendorong signifikan pengembangan teknologi *smart farming* dapat terus berjalan secara konstruktif membutuhkan banyak faktor pendukung didalamnya. Selain dari memerlukan kualitas SDM yang memadai, regulasi terkait kebijakan-kebijakan dalam *smart farming* secara menyeluruh juga penting dalam mendorong pengembangan berkelanjutan.

Transformasi digital selalu identik dengan terjadinya suatu pengembangan inovasi-inovasi terbaru dalam ilmu pengetahuan maupun teknologi. Pengembangan dalam bidang pertanian menciptakan ilmu pengetahuan maupun teknologi terbaru yang akan membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas produktivitas pertanian. Didasarkan, setidaknya sebagian, pada klaim bahwa dunia digital yang dihuni oleh teknologi pintar akan menghasilkan efisiensi ekonomi baru, pertanian cerdas menciptakan peluang bagi perusahaan untuk mengumpulkan dan menggunakan data untuk kemudian mengembangkan wawasan yang berharga (Fraser, 2022). Pengembangan *smart farming* harus terlanjut berlanjut demi memajukan dan membangun sektor pertanian Indonesia menjadi sektor yang mewujudkan ekonomi sirkular. Maka dari itu, resolusi

pengembangan teknologi pertanian dapat terus berjalan secara signifikan apabila adanya pengembangan strategi yang bijak dan tepat sasaran. Pengembangan strategi memerlukan intervensi peran dari para *stakeholder* yang tentunya akan tokoh dalam memberikan kebijakan/regulasi maupun sebagai tokoh yang akan melakukan pergerakan.

2.2.6 Kerangka Berfikir

Penelitian ini merupakan jenis penelitian yang membahas mengenai tren publikasi ilmiah dengan pendekatan analisis bibliometrik. Analisis ini akan menampilkan *network visualization* yang akan menunjukkan *Co-authorship*, *Co-occurrence*, *Bibliographic coupling*, *citation* dan masih banyak lagi. Skema akan sesuai dengan opsi pilihan analisis yang akan dilakukan sesuai dengan tujuan dari topik pembahasan.

Kerangka berfikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka berfikir strategi adopsi *smart farming*.

Dengan kerangka berpikir ini, diharapkan penelitian dapat:

1. Menyediakan peta konseptual mengenai strategi adopsi smart farming yang telah diteliti secara global.
2. Mengkaji kecocokan strategi tersebut dalam konteks Indonesia melalui kerangka Mintzberg 5P.
3. Memberikan rekomendasi konkret dalam rangka meningkatkan produktivitas pertanian nasional secara digital dan berkelanjutan.

