

Perencanaan Operasional Pada Produsen Beras Premium Berbasis Teknologi Smart Farming Di PT Agro Panca Unggul

¹⁾Muhammad Andi Wicaksono, ²⁾Tantri Yanuar Rahmat Syah, ³⁾Edi Hamdi, ⁴⁾Ketut Sunaryanto

^{1,2,3,4)}Magister Manajemen, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

Email corresponding : wicaksonoandi@student.esaunggul.ac.id

INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK

Kata Kunci :

Perencanaan Operasional
Bisnis Plan
Smart Farming

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perencanaan operasional yang diterapkan oleh PT Agro Panca Unggul (APU), produsen beras premium yang mengintegrasikan teknologi smart farming dalam proses produksi dan pemasaran. Metode penelitian yang digunakan adalah studi deskriptif dengan pendekatan kualitatif, yang menelaah tahapan perencanaan mulai dari pendirian bisnis, penetapan tujuan operasional, perancangan sistem operasional, pelaksanaan, hingga proyeksi biaya. Penelitian ini menyoroti strategi QSPM yang digunakan untuk penetrasi pasar melalui branding teknologi smart farming dengan slogan "Pulen Unggul" yang menekankan kualitas beras premium yang diolah dengan teknologi canggih. Produk beras dikemas dalam berbagai ukuran dengan material ramah lingkungan untuk menjaga kualitas dan menarik konsumen kelas menengah ke atas. Proses produksi meliputi pemilihan benih unggul, persemaian basah (wet bed), dan pengelolaan budidaya yang terstruktur untuk mendukung tiga kali panen per tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perencanaan operasional yang terstruktur dan berbasis teknologi smart farming mampu meningkatkan efisiensi produksi, menjaga kualitas produk, serta memperkuat posisi pasar PT APU sebagai produsen beras premium yang inovatif dan berkelanjutan. Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk pengelolaan sumber daya dan investasi yang lebih optimal guna mendukung keberlanjutan bisnis.

ABSTRACT

Keywords:

Operational Planning
Business Plan
Smart Farming

This study aims to examine the operational planning implemented by PT Agro Panca Unggul (APU), a premium rice producer that integrates smart farming technology in the production and marketing process. The research method used is a descriptive study with a qualitative approach, which examines the planning stages starting from business establishment, operational goal setting, operational system design, implementation, to cost projection. This study highlights the QSPM strategy used for market penetration through smart farming technology branding with the slogan "Pulen Unggul" which emphasizes the quality of premium rice processed with sophisticated technology. Rice products are packaged in various sizes with environmentally friendly materials to maintain quality and attract middle to upper class consumers. The production process includes the selection of superior seeds, wet beds, and structured cultivation management to support three harvests per year. The results of the study indicate that structured operational planning based on smart farming technology can increase production efficiency, maintain product quality, and strengthen PT APU's market position as an innovative and sustainable premium rice producer. This study provides recommendations for more optimal resource and investment management to support business sustainability.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. PENDAHULUAN

Mata pencaharian utama penduduk Indonesia adalah petani. Oleh karena itu, Indonesia disebut sebagai negara agraris. Indonesia menghasilkan beraneka ragam produk pertanian dalam jumlah yang besar, menjadikan Indonesia salah satu pemegang peranan penting dalam bidang agraris di dunia. Sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama dalam perekonomian nasional dan ketahanan pangan. Termasuk di dalamnya adalah sektor pertanian padi. Tanaman padi yang memiliki bahasa latin *oryza sativa* adalah bahan baku pangan pokok yang vital bagi rakyat Indonesia (Farabi et al., 2022; Oktaviani et al., 2019). Oleh karena itu, produksi

beras harus dapat memenuhi kebutuhan penduduk Indonesia. Indonesia merupakan negara peringkat ke - 4 dengan jumlah populasi penduduk terbanyak di dunia, yaitu sekitar 278 juta pada tahun 2023. Menurut data *United States Department of Agriculture (USDA)*, periode 2020 - 2023 volume produksi beras Indonesia selalu lebih rendah dibandingkan dengan konsumsinya. Konsumsi beras Indonesia bahkan meningkat pada 2023, meski produksinya kian melemah. Hal ini sebagaimana di tunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Data Produksi dan Konsumsi Beras Nasional
(Sumber: United States Department of Agriculture, 2024)

Penentuan lokasi pertanian padi merupakan salah satu kunci utama sukses aktivitas pertanian, sehingga perlu mengidentifikasi dimana lokasi pertanian yang tepat. Beberapa faktor yang dijadikan pertimbangan seperti luas lahan pertanian, kesuburan tanah, tingkat curah hujan, sumber air, sistem irigasi dan temperatur udara (Farabi et al., 2022; Rachmawati, 2020). Survey dilakukan ke wilayah Kabupaten Boyolali, Propinsi Jawa Tengah. Kabupaten Boyolali berada di urutan sembilan sebagai Kabupaten sebagai produksi beras di Propinsi Jawa Tengah dengan produksi sebesar 376,8 ribu GKG. Kabupaten Boyolali memiliki tanah vulkanik yang sangat subur karena terletak di lereng Gunung Merapi dan Merbabu. Boyolali memiliki banyak sumber air alami, termasuk sungai, mata air, dan waduk, yang mendukung pertanian padi sepanjang tahun. Petani di Boyolali menerapkan pola tanam padi lebih dari satu kali dalam setahun, sering kali dua hingga tiga kali panen dalam setahun. Salah satu faktor penting dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian padi di mulai dari penyiapan lahan, pengelolaan lahan dari proses budaya (produksi) padi sampai pengolahan padi menjadi beras serta peralatan pertanian yang digunakan. Seiring perkembangan inovasi teknologi pada era saat ini, salah satunya inovasi di bidang pertanian yaitu *smart farming*, metode ini menggunakan peralatan pertanian modern yang canggih. Di mulai dari penyiapan lahan, penanaman bibit, pemupukan, penyemprotan hama, irigasi, proses panen padi sampai dengan pengolahannya (paska panen).

Penggunaan peralatan pertanian modern dapat mengurangi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan menghasilkan penanaman yang cepat dan rapi. Penyiapan lahan menggunakan traktor canggih yang di desain sedemikian rupa, penanaman padi menggunakan mesin canggih (*rice transplanting*), pemberian pupuk, monitoring dan penyemprotan hama menggunakan *drone*. Sehingga membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan cara yang dilakukan secara manual. Bahkan dengan menggunakan teknologi *cloud computing sistem* yang dapat memprediksi hujan atau tingkat kelembaban lingkungan dengan cara memasang beberapa sensor disekitar tanaman. Dengan cara ini, kegagalan pertumbuhan tanaman atau panen yang diakibatkan kondisi cuaca yang tidak menentu dapat terdeteksi secara dini dan dapat membantu petani dalam meningkatkan kualitas hasil panen. Selanjutnya saat musim panen padi petani dapat menggunakan mesin combi untuk memanen padi dan pada proses pengolahannya menggunakan peralatan mesin pecah kulit, mesin pemutih beras dan mesin pengepakan beras yang canggih. Hal diatas merupakan sebuah konsep manajemen pengelolaan pertanian yang mengandalkan bantuan teknologi canggih, data besar (*big data*), penyimpanan (*cloud computing sistem*), dan *Internet of Things (IoT)* (Rokhmin, 1998; Yustiawan et al., 2024).

Konsep sebelumnya yang dilakukan petani di Indonesia yaitu *contract farming*. *Contract farming* adalah kesepakatan formal antara petani dan pembeli (biasanya perusahaan) terkait produksi, kualitas, kuantitas, waktu tertentu, dan pemasaran hasil pertanian. Dalam skema ini, pembeli sering menyediakan input seperti benih, pupuk, dan bimbingan teknis, sementara petani berkomitmen untuk menanam serta menyerahkan hasil panen sesuai spesifikasi yang disepakati. Petani menggunakan metode tradisional, dengan ketergantungan pada pengetahuan turun-temurun, penggunaan alat manual membutuhkan banyak tenaga kerja, produktivitas

cenderung dipengaruhi oleh kondisi alam dan keterampilan petani. Kualitas hasil produksi sering kali tidak konsisten sehingga resiko kegagalan panen menjadi tanggung jawab petani. Sedangkan *smart farming* adalah pendekatan modern dalam pertanian yang memanfaatkan teknologi canggih untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan produktivitas. Fokus utama konsep ini adalah optimalisasi seluruh proses, mulai dari budidaya hingga pengolahan hasil panen, menggunakan teknologi seperti IoT, drone, sensor, dan kecerdasan buatan. Smart farming memiliki keunggulan seperti produktivitas yang lebih tinggi dan terkontrol, pengurangan ketergantungan pada kondisi alam, penghematan biaya melalui optimalisasi sumber daya, dan hasil panen dengan kualitas lebih konsisten. Berdasarkan wawancara kepada ahli *smart farming* di peroleh informasi, produktivitas pertanian dapat meningkat sekitar 10 - 15% dengan penerapan teknologi *smart farming* dibandingkan dengan metode pertanian konvensional (Dwiyatno et al., 2022; Rusli, 2021; Siskandar et al., 2022).

Penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan teknologi smart farming dan strategi pemasaran berbasis teknologi di sektor agribisnis, khususnya dalam produksi beras premium. (Zhang et al., 2018) menyoroti implementasi Internet of Things (IoT) dalam pertanian presisi yang terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk serta secara signifikan meningkatkan hasil panen. Selanjutnya, (Guebsi et al., 2024) meneliti pengaruh teknologi drone dan sensor presisi dalam monitoring tanaman, yang memungkinkan deteksi dini hama dan penyakit sehingga mengurangi kerugian produksi. Penelitian ini juga berfokus pada identifikasi peran teknologi seperti Internet of Things (IoT), drone, sensor presisi, dan sistem manajemen data berbasis cloud dalam meningkatkan efisiensi produksi serta kualitas produk. Penelitian ini mengevaluasi dampak penggunaan data real-time yang dihasilkan oleh teknologi smart farming terhadap pengambilan keputusan strategik dalam pemasaran dan pengembangan produk. Selanjutnya, penelitian ini mengidentifikasi tantangan dan hambatan yang dihadapi PT APU dalam mengimplementasikan perencanaan strategik berbasis teknologi tersebut. Akhirnya, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi strategik yang dapat mengoptimalkan pemanfaatan teknologi smart farming guna meningkatkan daya saing dan keberlanjutan bisnis produsen beras premium(Dewii et al., 2022; Juanto & Nugroho, 2020; Pratio et al., 2024).

Penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan teknologi smart farming dan strategi pemasaran berbasis teknologi di sektor agribisnis, khususnya dalam produksi beras premium. (Zhang et al., 2018) menyoroti implementasi Internet of Things (IoT) dalam pertanian presisi yang terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk serta secara signifikan meningkatkan hasil panen. Selanjutnya, (Guebsi et al., 2024) meneliti pengaruh teknologi drone dan sensor presisi dalam monitoring tanaman, yang memungkinkan deteksi dini hama dan penyakit sehingga mengurangi kerugian produksi. Penelitian ini juga berfokus pada identifikasi peran teknologi seperti Internet of Things (IoT), drone, sensor presisi, dan sistem manajemen data berbasis cloud dalam meningkatkan efisiensi produksi serta kualitas produk. Penelitian ini mengevaluasi dampak penggunaan data real-time yang dihasilkan oleh teknologi smart farming terhadap pengambilan keputusan strategik dalam pemasaran dan pengembangan produk. Selanjutnya, penelitian ini mengidentifikasi tantangan dan hambatan yang dihadapi PT APU dalam mengimplementasikan perencanaan strategik berbasis teknologi tersebut. Akhirnya, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi strategik yang dapat mengoptimalkan pemanfaatan teknologi smart farming guna meningkatkan daya saing dan keberlanjutan bisnis produsen beras premium. Penelitian (Halawa, 2024) juga menyatakan bahwa Beberapa teknologi yang termasuk kedalam teknologi smart farming yang dapat dimanfaatkan bagi produktivitas dan efisiensi pertanian salah satunya adalah Agri drone yang dapat dioperasikan untuk menyemprot pembasmi hama dan penyakit (pestisida), penggunaan pupuk cair/padat dan pengairan yang lebih baik sehingga menghindari penggunaan pupuk dan pestisida buatan yang melampaui anjuran yang diberikan. Kehadiran teknologi pertanian cerdas akan membuat budidaya pertanian Indonesia semakin lebih efektif dan efisien untuk menentukan besar atau kecilnya kebutuhan sarprodi

II. MASALAH

Tingginya biaya investasi awal untuk teknologi canggih seperti sensor IoT, drone, dan sistem manajemen data menjadi hambatan, terutama untuk skala produksi yang masih berkembang. Keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten menyebabkan proses adaptasi dan implementasi teknologi berjalan lambat dan kurang optimal, integrasi sistem dan data yang belum mulus menyulitkan pengambilan keputusan operasional secara real-time. Pengelolaan rantai pasok dan distribusi yang harus memenuhi standar kualitas beras premium dan kemasan ramah lingkungan menambah kompleksitas. Kelima, ketidakpastian pasar dan persaingan yang ketat

menuntut strategi yang lebih fleksibel, namun perencanaan operasional belum sepenuhnya mendukung hal ini dan faktor eksternal seperti cuaca dan regulasi pemerintah juga mempengaruhi kelancaran produksi dan distribusi.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif yang bertujuan untuk memahami secara mendalam perencanaan strategis beras premium yang mengintegrasikan teknologi smart farming di PT Agro Panca Unggul (APU). Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian adalah menggali strategi pemasaran yang kompleks dan dinamis serta bagaimana teknologi smart farming mempengaruhi aspek-aspek strategis tersebut. Data dikumpulkan melalui beberapa metode, yaitu analisis dokumen internal PT APU yang mencakup rencana pemasaran, laporan operasional smart farming, dan data penjualan; wawancara semi-terstruktur dengan 5-7 narasumber yang terdiri dari manajer pemasaran, ahli pertanian smart farming, dan distributor beras premium untuk mendapatkan wawasan tentang implementasi teknologi dan tantangan yang dihadapi; serta observasi partisipatif langsung di lapangan untuk mengamati penggunaan sensor, drone, dan IoT serta pemanfaatan data tersebut dalam mendukung strategi pemasaran. Selanjutnya, data yang terkumpul dianalisis dengan mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari data kualitatif, seperti inovasi teknologi, segmentasi pasar, strategi harga, promosi digital, dan distribusi. Analisis tematik ini membantu mengelompokkan dan menafsirkan data secara sistematis berdasarkan pola-pola yang relevan dengan tujuan penelitian, sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai perencanaan operasional berbasis teknologi smart farming di PT APU sesuai penelitian terdahulu (Dirayati et al., 2025)

IV. PEMBAHASAN

Jika pada penelitian (Dirayati et al., 2025) mengimplementasikan sistem Smart Agriculture berbasis IoT yang dapat memantau dan mengelola faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, seperti kelembapan tanah, suhu, dan cahaya, maka PT Agro Panca Unggul melakukan tahapan proses budidaya dengan proses penyediaan bibit, untuk menjamin kualitas tanaman yang dibudidayakan. Penelitian (Riswandi et al., 2024) menjelaskan Smart farming 5.0 yang memanfaatkan kecerdasan buatan menjadi andalan Pemerintah Indonesia di era digital saat ini. Smart farming 5.0 dapat mendorong kerja petani sehingga pengolahan pertanian menjadi terukur dan terintegrasi. Petani dapat bercocok tanam tanpa tergantung musim melainkan melalui mekanisasi..

PT Agro Panca Unggul memerlukan perencanaan operasional yang terstruktur agar bisnis perusahaan dapat berjalan secara efektif dan efisien, sehingga visi dan misi perusahaan dapat tercapai. Perencanaan operasional perusahaan mencakup berbagai tahapan, mulai dari pendirian bisnis, penetapan tujuan dan sasaran operasional, perancangan sistem operasional, pelaksanaan operasional, hingga proyeksi biaya operasional. Desain operasi PT APU dirancang berdasarkan atas strategi QSPM dengan melakukan penetrasi pasar dengan cara *branding* teknologi *smart farming*, mewujudkan *Unique Value Proposition* yang ada pada *Lean Business Canvas*, yaitu beras premium berkualitas dengan harga terjangkau diproses menggunakan teknologi *smart farming* untuk konsumen kelas ekonomi menengah dan kelas ekonomi atas, serta berdasarkan atas *Porter's Generic Strategy* yaitu *cost leadership*.

Di dalam desain produk, untuk branding teknologi smart farming dilakukan dengan membuat slogan pada kemasan di bawah nama produk "Pulen Unggul" yang bertuliskan "butiran beras terbaik yang diolah dengan teknologi smart farming". Desain produk dari PT Agro Panca Unggul berupa beras premium dalam berbagai ukuran kemasan mulai dari 3 kg, 5 kg, 10 kg, dan 25 kg. Model kemasan menyesuaikan dengan berat dari masing-masing. Bahan material kemasan yang digunakan, dirancang dapat melindungi kualitas produk, menarik perhatian konsumen, meningkatkan nilai jual produk, serta ramah terhadap lingkungan. Untuk ukuran 3 kg dan 5 kg, kemasan yang digunakan menggunakan material kertas kraft yang biodegradable dan dapat didaur ulang. Desain proses dibagi 2 yaitu proses produksi atau budidaya dan proses pengolahan dan pengemasan.

Tahapan dalam proses produksi atau budidaya secara garis besar sebagai berikut:

1. Penyemaian bibit.

Dalam proses penyediaan bibit, untuk menjamin kualitas tanaman yang dibudidayakan, PT Agro Panca Unggul melakukan pemilihan benih padi bermutu dan melakukan proses penyemaian bibit sendiri. Benih padi bermutu dan bersertifikat dengan daya tumbuh (vigor) yang tinggi dibeli dari pihak supplier. Pemilihan benih

padi bermutu ini bertujuan agar benih dapat tumbuh dengan baik dan tahan terhadap hama dan penyakit tanaman sehingga dapat menghasilkan produksi yang tinggi. Benih padi yang dipilih oleh PT Agro Panca Unggul merupakan benih varietas unggul inibrida yang mampu beradaptasi dengan lingkungan untuk menjamin pertumbuhan tanaman yang baik, hasil tinggi, dan kualitas baik serta rasa nasi yang dapat diterima pasar. Menanam padi varietas unggul ini secara bergantian dapat memutus siklus hidup hama dan penyakit tanaman padi. Benih varietas inibrida yang dipilih ada 2, yaitu Inpari32 dan Pandan Wangi. Untuk persemaian benih padi dilakukan dengan cara persemaian basah atau disebut dengan *wet bed*. Luas lahan persemaian yang dibutuhkan berdasarkan referensi sebesar 4% dari total lahan produksi dan persemaian basah membutuhkan waktu 25 hari dari mulai benih disebar sampai bibit dapat dipindahkan ke lahan budidaya. Karena dalam 1 tahun bisa 3 kali panen sehingga siklus tanam sampai dengan panen rata-rata adalah 4 bulan. Di dalam perencanaan produksi PT Agro Panca Unggul dibagi dalam 4 kelompok lahan dengan luasan yang sama sehingga dengan pengaturan seperti ini total lahan persemaian yang dibutuhkan hanya sebesar 1% dari total lahan produksi.



Gambar 2. Persemaian basah (*wet bed*)
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

2. Pengolahan tanah

Pengolahan tanah dalam budi daya pertanian padi bertujuan untuk menciptakan keadaan tanah atau lahan menjadi siap tanam baik secara fisis, kemis, maupun biologis sehingga tanaman yang dibudidayakan dapat tumbuh dengan baik. Dalam pengelolaan tanah ini, PT Agro Panca Unggul sudah menggunakan peralatan pertanian modern berupa mesin pengolah tanah yang sudah dilengkapi alat bajak dan alat garu dengan berbagai tipe seperti ditunjukkan pada gambar 6.10. Kegiatan pengolahan tanah terbagi menjadi 2 tahap, yaitu pengolahan tanah pertama (pembajakan) yang berfungsi untuk pemotongan tanah dan pengolahan tanah kedua yang berfungsi untuk menghancurkan bongkahan tanah sehingga hasil pengolahan tanah pertama menjadi lebih halus dan mempercepat proses pembusukan dan pemerataan tanah. Untuk mendapatkan produksi padi yang optimal diperlukan persiapan pengolahan tanah yang baik dengan cara 2 kali bajak dan 1 kali garu.



Gambar 3. Traktor pengolah tanah
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

Untuk mengetahui dan monitoring kondisi tanah, pada setiap 1 hektar lahan dipasang 1 sensor multi fungsi.

3. Penanaman

4121

Penanaman padi merupakan kegiatan memindahkan benih padi yang telah disemai dan tumbuh dengan umur sekitar 25 hari dengan memasukkannya ke dalam lahan tanah yang telah diolah. Penanaman padi harus mempertimbangkan beberapa hal agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang secara optimal, diantaranya kedalaman penanaman bibit, jarak tanam, cara tanam, dan populasi tanaman. Untuk menghemat jumlah tenaga kerja, dalam penanaman padi ini PT Agro Panca Unggul menggunakan mesin tanam atau *rice transplanter* seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Mesin tanam benih *rice transplanter*
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

4. Pengelolaan air

Lokasi budidaya tanaman padi PT Agro Panca Unggul di Kecamatan Sawit, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah telah dilengkapi dengan sistem irigasi. Sumber air berasal dari mata air tanah yang biasa disebut sebagai umbul. Ada beberapa umbul yang ada di Kecamatan Sawit dan secara kapasitasnya sangat mencukupi untuk melakukan pengairan di seluruh lahan sawah yang ada. Bahkan, di musim kemarau panjang sekalipun masih mencukupi dengan melakukan pengairan secara bergantian yang terjadwal. Di beberapa jalur irigasi sudah terpasang pintu air sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Sistem irigasi sudah dilengkapi pintu air
(Sumber: Tim Penulis, 2024)

Untuk mengetahui secara akurat dan *real time* ketinggian air di sawah, PT Agro Panca Unggul berencana memasang sensor ketinggian air pada setiap 1 hektar lahan sebagai sampling seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 6. Sensor ketinggian air
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

Sensor ketinggian air memberikan informasi kepada *controller* atau pengendali tentang ketinggian air dari masing-masing lahan dan pengaturan ketinggiannya dilakukan dengan mengatur bukaan pintu air yang dikendalikan secara otomatis atau disebut *automatic water gate actuator* seperti ditunjukkan pada gambar 6.15. PT Agro Panca Unggul memasang 1 automatic gate water actuator untuk per 5 hektar lahan. Diasumsikan bahwa 5 hektar lahan memperoleh sumber supplai air dari saluran yang sama.



Gambar 7. *Automatic water gate actuator*
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

5. Pemupukan

Pemupukan merupakan salah satu tahapan penting dalam pertanian untuk memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan agar dapat tumbuh optimal dan menghasilkan panen yang berkualitas. Pemupukan harus dilakukan secara berimbang, artinya pemberian unsur hara dalam bentuk pupuk untuk memenuhi kebutuhan hara yang dibutuhkan tanaman berdasarkan atas tingkat hasil yang ingin dicapai dan hara yang tersedia dalam tanah. Untuk mengetahui kandungan unsur hara yang tersedia dalam tanah, PT Agro Panca Unggul menggunakan sensor tanah 7 in 1 sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6.11. Dengan menggunakan sensor ini dapat diketahui kandungan unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam tanah. Selain penggunaan sensor NPK tanah, dalam tahap pemupukan ini PT Agro Panca Unggul mengimplementasikan teknologi *drone agriculture* agar dapat mendistribusikan pupuk dengan lebih cepat dan merata. Dengan dilengkapi sensor canggih dan sistem navigasi berbasis GPS, drone mampu melakukan pemupukan secara presisi berdasarkan kebutuhan spesifik tanaman di setiap area lahan. Data dari *Internet of*

Things (IoT), seperti sensor NPK tanah dan parameter lain dapat diintegrasikan untuk memberikan informasi tentang area yang membutuhkan perhatian khusus.



Gambar 8. *Agriculture Drone*
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

Drone dapat diprogram untuk menyemprotkan pupuk cair atau menyebarkan pupuk granular hanya di area tertentu yang kekurangan nutrisi. Hal ini dapat mengurangi penggunaan pupuk secara berlebihan, menghemat biaya, sekaligus melindungi lingkungan dari dampak negatif penggunaan pupuk yang tidak efisien.

6. Penyiangan

Penyiangan merupakan suatu kegiatan dalam tahap pemeliharaan tanaman dengan mencabut gulma atau tanaman liar yang tumbuh di sekitaran tanaman utamanya. Gulma bersaing dengan padi dalam menyerap nutrisi, air, dan sinar matahari sehingga dapat mengurangi hasil panen jika tidak dikendalikan dengan baik. Dalam pengendalian gulma ini, PT Agro Panca Unggul menggunakan teknologi drone memetakan lokasi gulma secara akurat dan menyemprotkan herbisida secara presisi ke area yang terkena gulma. Selain menggunakan drone, untuk mengendalikan pertumbuhan gulma juga dilakukan dengan menggunakan mesin yang dinamakan *power weeder*. Mesin ini bekerja dengan memotong atau mencabut gulma di antara barisan tanaman menggunakan pisau atau cakram yang berputar sehingga gulma dapat dikendalikan tanpa penggunaan bahan kimia. Alat ini tidak hanya membantu membersihkan gulma, tetapi juga menggemburkan tanah di sekitar tanaman dan meningkatkan penyerapan nutrisi. Penggunaan *power weeder* lebih hemat tenaga dan waktu dibandingkan penyiangan manual, terutama pada lahan yang luas.



Gambar 9. Penyiangan dengan *power weeder*
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

7. Pengendalian hama dan penyakit

Hama dan penyakit pada tanaman padi banyak macamnya sehingga diperlukan cara yang efektif dan memperhitungkan faktor ekologi sehingga diharapkan tidak mengganggu keseimbangan alami dan tidak menimbulkan kerugian yang besar. Dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman padi ini, PT Agro Panca

Unggul mengimplementasikan teknologi *agriculture drone* dalam membantu pengamatan atau monitoring populasi hama dan kerusakan tanaman. Selain itu, drone juga mampu melakukan penyemprotan pestisida secara presisi, hanya pada area yang terdampak, sehingga dapat menghemat bahan kimia dan meminimalkan dampak lingkungan. Dilengkapi dengan sensor dan kamera canggih, drone dapat memantau kondisi tanaman secara *real time* dan mengintegrasikan data ke dalam sistem IoT sehingga memungkinkan analisis dan tindakan preventif yang lebih akurat.

8. Pemanenan

Pemanenan padi merupakan tahap akhir dalam proses budidaya yang bertujuan untuk mendapatkan hasil panen dengan kualitas terbaik. Proses ini dilakukan ketika padi telah mencapai tingkat kematangan optimal dengan pengamatan secara visual, yang ditandai dengan 90-95% butir gabah pada malai padi sudah berwarna kuning atau kuning keemasan. Selain pengamatan secara visual, penentuan saat panen dapat dilakukan dengan pengamatan teoritis berdasarkan umur varietas padi yang ditanam dan mengukur kadar air dengan menggunakan *moisture tester*. Dalam penentuan waktu panen ini, PT Agro Panca Unggul dibantu dengan menggunakan teknologi drone dalam membantu memetakan area tanaman berdasarkan atas warna gabah yang berubah menjadi kuning atau kuning keemasan. Untuk pemanenan padi, PT Agro Panca Unggul menggunakan mesin pemanen padi *combine harvester* yang mempunyai 3 fungsi sekaligus, yaitu memotong padi, merontok, dan mewadahi gabah dalam karung. Pada proses ini menghasilkan *waste* atau *by product* berupa jerami dengan jumlah 2 kali berat gabah kering panen.



Gambar 10. Mesin pemanen padi *combine harvester*
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

Desain proses kedua, yaitu tahap pengolahan dan pengepakan beras sebagaimana ditunjukkan pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Tahapan pengolahan beras
(Sumber: Tim Penulis, 2025)

1. *Pre-Cleaner*

Pre-cleaner merupakan tahapan paling awal dalam proses penggilingan padi yang bertujuan untuk membersihkan padi dari material asing seperti jerami, biji gulma, tanah, dan kotoran lainnya sebelum dilakukan penggilingan. Proses ini penting untuk meningkatkan efisiensi penggilingan dan hasil akhir yang lebih baik. *Pre-cleaner* biasanya memisahkan tiga kelompok material: material yang lebih besar dari biji padi, material yang lebih kecil seperti pecahan biji, batu kecil, dan biji gulma, serta debu dan biji kosong dengan bantuan aspirator udara.

2. *Rice De-stoner*

Tahapan ini berfungsi untuk memisahkan batu-batu kecil yang memiliki ukuran dan dimensi fisik serupa dengan gabah. Mesin *rice de-stoner* biasanya dilengkapi dengan mekanisme tambahan untuk aspirasi (penyedotan udara) dan ayakan osilasi yang berfungsi memisahkan benda asing yang lebih berat, seperti pasir dan batu. Proses ini sangat penting karena memastikan bahwa gabah bebas dari kontaminasi benda keras sebelum masuk ke tahapan berikutnya dalam proses penggilingan. Prinsip utamanya adalah memanfaatkan perbedaan arah aliran antara gabah dan batu berdasarkan berat jenis serta pergerakan relatif keduanya.

3. *Rice Huller*

Pada tahap ini merupakan pengupasan kulit padi atau sekam dari gabah menjadi *brown rice* atau beras cokelat. Proses pengupasan sekam dilakukan dengan melewatkannya butiran padi diantara dua permukaan abrasif yang bergerak dengan kecepatan yang berbeda. Setelah sekam dan beras dipisahkan, sekam dikeluarkan dengan cara dihisap kemudian diangkut ke tempat penyimpanan di luar pabrik penggilingan. Gabah yang tidak terbuang sekamnya pada proses pertama akan dipisahkan dan dimasukkan kembali pada mesin *rice huller*. Pada proses ini menghasilkan *by product* berupa sekam dengan jumlah sebesar 23% dari tonase gabah kering panen.

4. *Separator*

Setelah tahap pengupasan sekam, biasanya masih ada gabah yang belum terkelupas kulitnya. Jumlah prosentasenya tergantung efisiensi dari mesin *rice huller*, rata-rata di bawah 10%. Oleh sebab itu perlu dilakukan proses pemisahan antara gabah dengan beras cokelat yang sudah terkelupas sekamnya dengan menggunakan alat bernama *separator*. Alat ini bekerja berdasarkan perbedaan karakteristik fisik seperti berat jenis, ukuran, dan daya apung antara gabah dan beras cokelat. Gabah memiliki berat jenis yang lebih ringan, ukuran lebih besar, dan memiliki daya apung lebih tinggi dibandingkan beras cokelat. Proses pemisahannya dilakukan menggunakan teknologi kompartemen.

5. *Rice Polisher*

Rice polisher atau mesin pemoles beras digunakan untuk menghilangkan lapisan dedak dari beras cokelat sehingga menghasilkan beras putih yang bersih dan berkualitas tinggi. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yaitu abrasif dan friksi yang keduanya dirancang untuk meminimalkan tingkat keretakan butiran beras. Untuk mengurangi keretakan dan panas berlebih yang dapat merusak beras, proses pemolesan biasanya dilakukan secara bertahap melalui dua hingga empat tahap. Proses pemolesan juga dapat dilengkapi dengan *mist polishing*, yaitu pencampuran air dalam jumlah kecil yang dikabutkan dengan tujuan untuk meningkatkan kilau beras tanpa mengurangi hasil akhir secara signifikan. Pada proses ini menghasilkan *by product* berupa bekatul dengan jumlah sebesar 8~10% dari tonase gabah kering panen.

6. *Color Sorter*

Setelah dilakukan pemolesan beras, diperlukan tahapan untuk menyortir butiran beras berdasarkan warna menggunakan mesin bernama *color sorter*. Mesin ini menggunakan teknologi sensor optik semacam kamera canggih untuk mendeteksi perbedaan warna pada butir beras, seperti butiran yang bercacat, bernoda, atau berwarna tidak sesuai standar. Dengan bantuan udara bertekanan, butiran yang tidak memenuhi kriteria langsung dipisahkan dari hasil yang baik. Kehadiran *color sorter* memastikan beras yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi, warna yang seragam, dan memenuhi standar kualitas.

7. *Rice Grader*

Mesin *rice grader* digunakan untuk memisahkan butiran beras berdasarkan ukuran dan panjangnya setelah proses pemolesan dan penyortiran warna selesai. Prinsip kerja pemisahan dari mesin ini dilakukan dengan menggunakan silinder berlekuk (indent) yang berputar, dimana potongan kecil dan patahan beras akan masuk ke dalam lekukan tersebut dan dipisahkan dari butiran beras yang utuh. Dengan *rice grader*, proses penyortiran dapat dilakukan secara lebih akurat, sehingga menghasilkan beras dengan kualitas tinggi yang sesuai dengan standar ukuran dan panjang. Pada proses ini menghasilkan *by product* berupa beras menir atau

kepala beras yang tidak utuh dengan jumlah sebesar 2% dari tonase gabah kering panen. Semua beras yang dihasilkan baik itu jerami, sekam, bekatul dan beras menir diberikan sebagai program CSR kepada masyarakat sekitar dan kelompok tani yang ada di Kecamatan Sawit sebesar 50% dan sisanya sebagai pendapatan lain-lain perusahaan.

8. Packaging Machine

Packaging machine atau mesin pengemasan dalam proses penggilingan padi memiliki peran penting dalam tahap akhir produksi. Setelah proses pengupasan, pemolesan, dan pemisahan selesai, beras yang sudah dihasilkan ditimbang dengan akurasi tinggi dan dikemas ke dalam kemasan karung atau plastik sesuai dengan pilihan berat yang diproduksi. Sistem penimbangan dan pengemasannya sudah menggunakan sistem elektronik yang lebih cepat dan akurat.

V. KESIMPULAN

Penerapan teknologi smart farming, seperti Internet of Things (IoT), drone, sensor presisi, dan sistem manajemen data berbasis cloud, memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi di sektor agribisnis, khususnya pada produsen beras premium. IoT terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk, sementara drone dan sensor presisi memungkinkan deteksi dini hama dan penyakit yang dapat mengurangi kerugian produksi. Selain itu, pemanfaatan data real-time melalui sistem cloud mempercepat respons pasar dan mendukung pengambilan keputusan strategis yang lebih tepat sasaran. Meskipun investasi awal yang tinggi menjadi tantangan utama bagi perusahaan agribisnis kecil dan menengah, pelatihan sumber daya manusia dan kemitraan strategis dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi hambatan tersebut. Dengan demikian, integrasi teknologi smart farming tidak hanya meningkatkan daya saing dan keberlanjutan bisnis produsen beras premium, tetapi juga mendorong inovasi berbasis data dan kolaborasi strategis yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewii, M., Putri, A., Kurniawan, A., Bagus, P., & Sularso Budilaksono, Woro Harkandi Kencana, F. (2022). Smart Farming Teknologi Monitoring Produksi Dan. *Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 7(1), 9–11.
- Dirayati, F., Sari, R. A., & Purnomo, R. F. (2025). Perancangan dan Implementasi Sistem Smart Agriculture Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian *JURNAL MEDIA INFORMATIKA [JUMIN]*. 6(2), 863–872.
- Dwiyatno, S., Krisnaningsih, E., Ryan Hidayat, D., & Sulistiyono. (2022). S Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet of Things. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 9(1), 38–43. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i1.4669>
- Farabi, A. Z., Rahmadiansyah, R., & Sofyan, S. (2022). Analisis Pengukuran Tingkat Minat Teknologi Smart Farming Pada Petani Komoditi Padi Di Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Agrisep*, 23(2), 7–12. <https://doi.org/10.17969/agrisep.v23i2.27999>
- Guebsi, R., Mami, S., & Chokmani, K. (2024). Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges. *Drones*, 8(11), 1–30. <https://doi.org/10.3390/drones8110686>
- Halawa, D. (2024). Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 6(2), 502–512.
- Juanto, H., & Nugroho, B. (2020). Pengembangan Model Aplikasi Smart Farming Berbasis Internet Of Things (Iot) . x, 42–49.
- Oktaviani, I., Suyatno, A., & Prasetyawati, D. N. (2019). Sistem Informasi Distributor Beras dengan Menerapkan Analisis SWOT. *Jurnal Ilmiah IT CIDA*, 5(1), 31–44. <https://doi.org/10.55635/jic.v5i1.88>
- Pratio, G. A., Rohmah, S. N., Akbarsyah, M. A., & Endro, A. (2024). Praktek Smart Farming Pada Kota-Kota Di Dunia. 3(2), 88–105.
- Rachmawati, R. R. (2020). SMART FARMING 4.0 UNTUK MEWUJUDKAN PERTANIAN INDONESIA MAJU, MANDIRI, DAN MODERN Smart Farming 4.0 to Build Advanced, Independent, and Modern Indonesian Agriculture Rika Reviza Rachmawati. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 137–154. <http://dx.doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-154>
- Riswandi, I., Suryaningrum, D., & Safrudin, S. (2024). HE ROLE OF SMART FARMING 5.0 IN CREATING FOOD SOVEIREGNTY IN INDONESIA. *Ayan*, 15(1), 37–48.
- Rokhmin, D. (1998). Pembangunan Pertanian Berkelanjutan : Dalam Perspektif Ekonomi, Sosial dan Ekologi. In *Agrimedia* (Vol. 4, Issue 1). <https://agris.fao.org/search/en/providers/122323/records/64e8b7f8f8d9ea1acc272623>
- Rusli, S. J. (2021). Implementasi Konsep Smart Farming Berbasis IoT dan Manfaatnya. *Jurnal Ilmu Teknik Dan Komputer*, 5(1), 233–237. <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jitkom/article/view/7743>

Siskandar, R., Santosa, S. H., Wiyoto, W., Kusumah, B. R., & Hidayat, A. P. (2022). Control and Automation: Insmoaf (Integrated Smart Modern Agriculture and Fisheries) on The Greenhouse Model. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 141–152. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.141>

Yustiawan, A. E., Ketahanan, L., & Republik, N. (2024). *Optimalisasi pengelolaan pertanian berbasis ekonomi hijau guna penguatan ketahanan pangan nasional*.

Zhang, L., Dabipi, I. K., & Brown Jr., W. L. (2018). Internet of Things Applications for Agriculture. In *Internet of Things A to Z* (pp. 507–528). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119456735.ch18>