

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

1. Sari et al. (2021) menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi inovasi teknologi pengelolaan tanaman terpadu (PTT) pada usahatani padi di Kabupaten Jember. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap adopsi PTT adalah persepsi petani, luas lahan, keaktifan dalam kelompok tani, dan akses informasi. Penelitian ini memberikan implikasi kebijakan untuk meningkatkan adopsi PTT melalui penyuluhan, penguatan kelompok tani, dan penyediaan informasi yang mudah diakses petani.
2. Purwantini & Susilowati (2018) mengkaji dampak penggunaan alat mesin panen terhadap kelembagaan usahatani padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat mesin panen dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas usahatani padi, namun juga dapat menggeser peran kelembagaan tradisional seperti bawon dan gotong royong. Diperlukan adaptasi kelembagaan yang sesuai dengan perkembangan teknologi untuk menjaga keberlanjutan usahatani padi.
3. Hutagaol et al. (2020) meneliti persepsi petani terhadap inovasi teknologi pestisida nabati limbah tembakau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi petani dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti keuntungan relatif, kesesuaian, kerumitan, dapat dicoba, dan dapat diamati. Diperlukan strategi komunikasi yang efektif untuk meningkatkan persepsi positif petani terhadap inovasi pestisida nabati limbah tembakau.
4. Rahmawati et al. (2019) menganalisis persepsi petani terhadap inovasi sistem tanam jajar legowo pada usahatani padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar petani memiliki persepsi positif terhadap inovasi ini karena dapat meningkatkan produktivitas padi. Namun, adopsi inovasi masih terkendala oleh faktor modal, tenaga kerja, dan kebiasaan petani. Diperlukan dukungan penyuluhan dan fasilitasi untuk meningkatkan adopsi sistem tanam jajar legowo.

5. Sularno & Suyatno (2018) mengkaji efisiensi ekonomi penggunaan faktor-faktor produksi pada usahatani padi di Kecamatan Pekalongan Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa usahatani padi belum efisien secara ekonomi, dimana penggunaan faktor produksi seperti benih, pupuk, dan tenaga kerja masih berlebihan. Diperlukan penyuluhan dan pendampingan untuk mengoptimalkan penggunaan faktor produksi sesuai anjuran.
6. Nurasa & Supriyadi (2012) mengevaluasi kinerja dan mengantisipasi kebijakan program Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) padi dalam mendukung swasembada pangan berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program SL-PTT dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani, namun masih menghadapi kendala seperti keterbatasan anggaran, kualitas fasilitator, dan kontinuitas program. Diperlukan kebijakan yang komprehensif dan sinergis untuk mengoptimalkan peran SL-PTT dalam mendukung swasembada pangan.
7. Hendrayana & Harniati (2018) menganalisis adopsi varietas unggul baru dan peningkatan pendapatan usahatani kedelai di Nusa Tenggara Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adopsi varietas unggul baru dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan usahatani kedelai. Namun, adopsi masih terkendala oleh ketersediaan benih, preferensi petani, dan risiko produksi. Diperlukan dukungan penyediaan benih, penyuluhan, dan jaminan harga untuk meningkatkan adopsi varietas unggul baru kedelai.
8. Herminingsih (2014) meneliti pengaruh perubahan iklim terhadap perilaku petani tembakau di Kabupaten Jember. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani tembakau telah merasakan dampak perubahan iklim seperti pergeseran musim hujan, kekeringan, dan serangan hama penyakit. Petani melakukan adaptasi dengan mengubah waktu tanam, jenis varietas, dan teknik budidaya. Diperlukan dukungan informasi, teknologi, dan kebijakan untuk meningkatkan kapasitas adaptasi petani terhadap perubahan iklim.
9. Saputro & Fidayani (2020) menganalisis persepsi petani terhadap penggunaan combine harvester pada usahatani padi di Kecamatan Penawangan, Kabupaten Grobogan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar petani memiliki persepsi positif terhadap combine harvester

karena dapat meningkatkan efisiensi dan mengatasi kelangkaan tenaga kerja. Namun, adopsi masih terkendala oleh biaya sewa yang tinggi dan akses yang terbatas. Diperlukan dukungan kelembagaan dan kemitraan untuk meningkatkan aksesibilitas petani terhadap combine harvester.

10. Pranata & Damayanti (2021) mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi adopsi benih padi varietas unggul baru di Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap adopsi adalah persepsi keuntungan relatif, kesesuaian, kerumitan, tingkat pendidikan, dan akses informasi. Diperlukan strategi diseminasi yang efektif, penyediaan benih berkualitas, dan pendampingan untuk meningkatkan adopsi varietas unggul baru padi.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan utama di dunia, khususnya di kawasan Asia yang menjadi makanan pokok bagi sebagian besar penduduknya. Tanaman padi termasuk dalam famili Poaceae (rumput-rumputan) dan merupakan tanaman semusim dengan siklus hidup antara 100-210 hari, tergantung pada varietas dan kondisi lingkungan tumbuhnya (Makarim & Suhartatik, 2009).

Padi merupakan tanaman yang memiliki kemampuan adaptasi yang luas, dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis dengan ketinggian 0-1500 m di atas permukaan laut. Tanaman padi dapat tumbuh optimal pada suhu 20-35°C dengan kelembaban udara 50-90% dan curah hujan 1500-2000 mm/tahun (Yoshida, 1981).

Morfologi tanaman padi terdiri atas akar, batang, daun, dan malai. Akar padi merupakan akar serabut yang terdiri dari akar primer, sekunder, dan tersier. Akar primer tumbuh dari kecambah biji, sedangkan akar sekunder dan tersier tumbuh dari ruas batang. Batang padi tersusun atas beberapa ruas yang dibatasi oleh buku. Dari buku inilah muncul daun dan tunas (anakan). Daun padi terdiri dari pelepah daun dan helaian daun. Helaian daun berbentuk lanset dengan urat daun sejajar.

Malai padi terdiri atas sumbu utama dan sumbu sekunder yang menghasilkan bulir padi (Makarim & Suhartatik, 2009).

Pertumbuhan tanaman padi dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase vegetatif, reproduktif, dan pemasakan. Fase vegetatif dimulai dari perkecambahan benih hingga pembentukan anakan maksimum. Fase reproduktif ditandai dengan munculnya daun bendera, pembungaan, dan pembuahan. Fase pemasakan dimulai dari pembentukan biji hingga biji matang dan siap dipanen (Vergara, 1991).

Padi merupakan tanaman yang memerlukan air cukup banyak selama pertumbuhannya. Oleh karena itu, budidaya padi umumnya dilakukan dalam kondisi tergenang (sawah) atau lahan basah. Namun, saat ini telah dikembangkan pula varietas padi gogo yang dapat ditanam pada lahan kering (Purwono & Purnamawati, 2007).

Produktivitas padi sangat dipengaruhi oleh faktor genetik (varietas) dan faktor lingkungan, seperti kesuburan tanah, ketersediaan air, serangan hama dan penyakit, serta pengelolaan budidaya. Pemilihan varietas yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat, pemupukan berimbang, pengairan yang baik, pengendalian hama dan penyakit, serta pengelolaan pascapanen yang tepat merupakan kunci untuk menghasilkan gabah padi dengan kuantitas dan kualitas yang tinggi (Abdullah et al., 2008).

Selain sebagai sumber karbohidrat utama, padi juga mengandung protein, vitamin, dan mineral yang penting bagi kesehatan manusia. Berbagai produk turunan padi seperti tepung beras, minyak dedak, dan sekam padi juga memiliki nilai ekonomi dan manfaat yang luas dalam industri pangan dan non-pangan (Haryadi, 2008).

Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk dunia, kebutuhan akan beras sebagai makanan pokok juga terus meningkat. Oleh karena itu, peningkatan produksi padi melalui intensifikasi dan ekstensifikasi merupakan salah satu tantangan utama dalam mewujudkan ketahanan pangan global. Berbagai inovasi teknologi seperti penggunaan varietas unggul, pemupukan presisi, pengendalian hama terpadu, dan mekanisasi pertanian terus dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya padi (Fageria et al., 2011).

Di Indonesia, padi merupakan komoditas strategis yang menjadi basis ketahanan pangan nasional. Sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia, Indonesia memerlukan pasokan beras yang cukup dan stabil untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakatnya. Berbagai program peningkatan produksi padi seperti intensifikasi, peningkatan indeks pertanaman, dan perluasan areal tanam terus digalakkan untuk mewujudkan swasembada beras berkelanjutan (Suryana et al., 2009).

Meskipun demikian, sektor pertanian padi di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, seperti konversi lahan sawah, degradasi kesuburan tanah, perubahan iklim, serangan hama dan penyakit, serta keterbatasan infrastruktur dan sumber daya manusia. Diperlukan sinergi dan kerja sama dari berbagai pihak, mulai dari petani, peneliti, penyuluh, hingga pengambil kebijakan untuk menghadapi tantangan tersebut dan memastikan keberlanjutan produksi padi nasional (Kementerian Pertanian, 2020).

2.2.2 Penyakit Bercak Daun Coklat pada Padi

Penyakit bercak daun coklat merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman padi yang disebabkan oleh jamur patogen *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker (sinonim: *Helminthosporium oryzae*). Penyakit ini tersebar luas di berbagai negara produsen padi di dunia, termasuk di Asia, Afrika, Amerika Latin, dan Australia. Di Indonesia, penyakit bercak daun coklat dilaporkan terjadi di berbagai sentra produksi padi, seperti Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi (Sudir et al., 2014).

Gejala awal penyakit bercak daun coklat berupa bintik-bintik coklat berukuran kecil pada permukaan daun. Bintik-bintik ini kemudian berkembang menjadi bercak berbentuk oval hingga bulat lonjong dengan panjang 2-10 mm dan lebar 1-2 mm. Bercak berwarna coklat dengan pusat berwarna abu-abu atau putih keabu-abuan, sering dikelilingi oleh halo berwarna kuning. Pada serangan berat, bercak-bercak dapat menyatu dan menyebabkan daun mengering serta mati sebelum waktunya (Barnwal et al., 2013).

Selain pada daun, gejala bercak juga dapat muncul pada pelepah daun, malai, dan bulir padi. Pada pelepah daun, bercak berwarna coklat gelap hingga

hitam dengan bentuk memanjang. Pada malai, bercak coklat dapat menyebabkan busuk leher malai dan memengaruhi pengisian bulir. Pada bulir, infeksi *B. oryzae* menyebabkan bercak coklat, perubahan bentuk, dan penurunan bobot bulir (Savary et al., 2000).

Patogen *B. oryzae* menghasilkan konidium sebagai struktur penyebarannya. Konidium berbentuk oval hingga silinder dengan ujung membulat, berukuran 40-120 x 14-22 μm , berwarna coklat kekuningan hingga coklat tua, dan memiliki 3-14 sekat. Konidium diproduksi pada konidiofor yang muncul dari permukaan bercak atau miselium di bawah jaringan tanaman (Ou, 1985).

Pada akhir musim tanam, patogen bertahan dalam bentuk miselium atau konidium pada sisa-sisa tanaman padi yang terinfeksi. Sumber inokulum primer dapat berupa benih yang terinfeksi, jerami padi, atau gulma inang alternatif. Penyebaran konidium terjadi melalui percikan air hujan atau irigasi dan angin. Konidium yang jatuh pada permukaan daun yang basah akan berkecambah dan menginfeksi jaringan tanaman melalui lubang alami atau luka (Mew & Gonzales, 2002).

Perkembangan penyakit bercak daun coklat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan kebasahan daun. Suhu optimum untuk perkecambahan konidium dan infeksi adalah 25-30°C dengan kelembaban relatif di atas 89%. Periode kebasahan daun minimal 8-12 jam juga diperlukan untuk proses infeksi. Faktor lain yang memengaruhi perkembangan penyakit adalah tingkat kerentanan varietas padi, umur tanaman, dan praktik budidaya (Percich et al., 1997).

Infeksi *B. oryzae* pada tanaman padi dapat menyebabkan gangguan pada proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, dan translokasi fotosintat. Hal ini dapat menyebabkan penurunan luas area daun, jumlah anakan produktif, jumlah malai per rumpun, jumlah bulir per malai, dan bobot bulir. Pada tingkat serangan yang parah, kehilangan hasil akibat penyakit bercak daun coklat dapat mencapai 20-50% (Aryal et al., 2016).

Pengendalian penyakit bercak daun coklat dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, seperti penggunaan varietas tahan, praktik budidaya yang baik, pengendalian hayati, dan aplikasi fungisida. Penggunaan varietas tahan merupakan

metode pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan. Beberapa varietas padi yang dilaporkan tahan terhadap penyakit bercak daun coklat antara lain IR64, Ciherang, Inpari 13, dan Inpari 33 (Sudir et al., 2014).

Praktik budidaya yang dapat mengurangi risiko penyakit bercak daun coklat antara lain penggunaan benih sehat, pengaturan jarak tanam, pemupukan berimbang, pengairan yang baik, dan sanitasi sisa-sisa tanaman. Penggunaan benih yang bebas dari patogen dapat mencegah introduksi inokulum awal ke pertanaman. Jarak tanam yang tidak terlalu rapat dapat meningkatkan sirkulasi udara dan mengurangi kelembaban di sekitar kanopi tanaman. Pemupukan berimbang, terutama unsur kalium, dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Pengairan berselang dapat mengurangi periode kebasahan daun yang mendukung proses infeksi. Sanitasi sisa-sisa tanaman dengan cara membakar atau membenamkan ke dalam tanah dapat mengurangi sumber inokulum untuk musim tanam berikutnya (Mew et al., 2004).

Pengendalian hayati menggunakan agens antagonis, seperti *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus subtilis*, juga potensial untuk mengendalikan penyakit bercak daun coklat. Mekanisme pengendalian oleh agens hayati antara lain kompetisi, antibiosis, dan induksi ketahanan sistemik pada tanaman (Gnanamanickam, 2009). Aplikasi agens hayati dapat dilakukan melalui perlakuan benih, penyemprotan suspensi ke tajuk tanaman, atau perendaman akar bibit dalam suspensi agens hayati (Suryadi et al., 2013).

Penggunaan fungisida sintetik masih menjadi pilihan utama dalam pengendalian penyakit bercak daun coklat, terutama pada tingkat serangan yang tinggi. Fungisida berbahan aktif azoksistrobin, difenokonazol, dan trifloksistrobin dilaporkan efektif dalam mengendalikan penyakit ini (Panda et al., 2021). Namun, penggunaan fungisida sintetik harus dilakukan secara bijaksana sesuai dengan prinsip pengendalian hama terpadu (PHT) untuk menghindari dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, serta mencegah timbulnya resistensi patogen (Brent & Hollomon, 2007).

Pengembangan metode pengendalian yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan terhadap penyakit bercak daun coklat pada padi masih terus dilakukan. Pemanfaatan varietas tahan, teknologi penginderaan jauh untuk monitoring

penyakit, serta eksplorasi potensi senyawa bioaktif dari tumbuhan sebagai fungisida nabati merupakan beberapa topik penelitian yang menjanjikan dalam upaya pengendalian penyakit ini di masa depan (Srivastava et al., 2017).

2.2.3 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Padi

Organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan salah satu faktor pembatas dalam produksi padi. OPT pada tanaman padi dapat berupa hama (serangga, tungau, tikus, burung, dsb.), patogen penyebab penyakit (jamur, bakteri, virus, nematoda, dsb.), dan gulma. Keberadaan OPT dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman, penurunan hasil panen, serta kerugian ekonomi bagi petani (Untung, 2006).

Pengendalian OPT pada tanaman padi merupakan bagian integral dari sistem budidaya padi untuk menjaga produktivitas dan stabilitas produksi. Pendekatan pengendalian OPT yang direkomendasikan saat ini adalah pengendalian hama terpadu (PHT), yaitu pendekatan ekologis yang mengedepankan penggunaan berbagai teknik pengendalian secara kompatibel dalam satu kesatuan untuk menjaga populasi OPT di bawah ambang ekonomi (Peshin & Dhawan, 2009).

Komponen PHT pada tanaman padi meliputi:

1. Pemanfaatan varietas tahan

Penggunaan varietas padi yang tahan atau toleran terhadap serangan hama dan penyakit merupakan fondasi dalam PHT. Varietas tahan dapat mengurangi tingkat kerusakan tanaman dan menekan perkembangan populasi OPT. Beberapa varietas padi yang dilepas sebagai varietas tahan antara lain Inpari 13, Inpari 33, dan Situ Bagendit (Rahmini et al., 2012).

2. Pengelolaan nutrisi tanaman.

Pemupukan yang berimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan OPT. Kelebihan unsur nitrogen dapat menyebabkan tanaman menjadi sukulen dan rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Sebaliknya, kekurangan unsur kalium dapat menurunkan ketahanan tanaman. Pengelolaan nutrisi tanaman yang tepat dapat dilakukan melalui aplikasi pupuk organik, pupuk hayati, dan pupuk

anorganik berdasarkan hasil analisis tanah dan kebutuhan tanaman (Makarim & Suhartatik, 2009).

3. Pengelolaan air

Pengaturan irigasi dan drainase yang baik dapat menciptakan kondisi lingkungan yang kurang sesuai bagi perkembangan OPT. Penggenangan lahan sawah secara terus-menerus dapat meningkatkan kelembaban dan mendukung perkembangan beberapa hama dan penyakit. Praktik pengairan berselang (*intermittent irrigation*) dengan mengatur periode kering dan basah dapat mengurangi risiko serangan OPT (Mew et al., 2004).

4. Pengelolaan gulma

Gulma dapat menjadi pesaing bagi tanaman padi dalam menyerap air, unsur hara, dan cahaya, serta dapat menjadi inang alternatif bagi beberapa hama dan patogen. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara mekanis (*penyiangan*), kultur teknis (*pengaturan jarak tanam, penggenangan*), maupun kimiawi (*herbisida*). Pengendalian gulma secara terpadu dengan menggabungkan berbagai metode pengendalian dapat menekan populasi gulma tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Soerjandono, 2005).

5. Konservasi dan pemanfaatan musuh alami

Musuh alami, seperti predator, parasitoid, dan entomopatogen, memiliki peran penting dalam mengendalikan populasi hama secara alami. Konservasi musuh alami dapat dilakukan dengan menyediakan habitat yang sesuai, menghindari penggunaan pestisida yang membahayakan musuh alami, serta memanfaatkan teknologi refugia. *Augmentasi* musuh alami melalui perbanyakan massal dan pelepasan di pertanaman juga dapat dilakukan untuk meningkatkan peran musuh alami dalam pengendalian hama (Kartohardjono, 2011).

6. Monitoring dan pengamatan OPT

Pemantauan populasi dan tingkat serangan OPT secara berkala merupakan kunci dalam pengambilan keputusan pengendalian. Monitoring dapat dilakukan melalui pengamatan langsung di pertanaman, penggunaan perangkap, atau pemanfaatan teknologi penginderaan jauh. Hasil

monitoring dibandingkan dengan ambang ekonomi untuk menentukan perlu tidaknya tindakan pengendalian (Untung, 2006).

7. Penggunaan pestisida secara bijaksana

Aplikasi pestisida sintetik merupakan pilihan terakhir dalam PHT dan hanya dilakukan jika memenuhi kriteria ambang ekonomi serta tidak tersedia alternatif pengendalian lain yang efektif. Penggunaan pestisida harus mengikuti prinsip tepat jenis, dosis, waktu, sasaran, dan cara aplikasi. Pestisida yang digunakan harus legal, selektif, dan berdampak minimal terhadap organisme non-target dan lingkungan. Rotasi jenis bahan aktif pestisida diperlukan untuk mencegah perkembangan resistensi OPT (Djojsumarto, 2008).

8. Pemanfaatan biopestisida

Biopestisida merupakan alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan pestisida sintetik. Biopestisida dapat berasal dari mikroorganisme (jamur, bakteri, virus), ekstrak tumbuhan, atau senyawa semiokimia (feromon, alelokimia). Beberapa contoh biopestisida yang dapat digunakan dalam pengendalian OPT pada padi antara lain *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis*, ekstrak mimba (*Azadirachta indica*), dan feromon penggerek batang (Wiratno et al., 2013).

9. Pengelolaan landskape. Pengelolaan landskape pertanian dengan mempertimbangkan keanekaragaman hayati dan konektivitas ekologis dapat mendukung keseimbangan ekosistem dan menekan perkembangan OPT. Penanaman tanaman refugia di pematang sawah, pengaturan pola tanam, dan pengelolaan habitat sekitar pertanaman dapat menjadi bagian dari strategi pengelolaan landskape untuk pengendalian OPT (Buchori et al., 2008).

10. Penguatan sistem pengetahuan dan keterampilan petani.

Petani merupakan aktor utama dalam implementasi PHT di lapangan. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani melalui pelatihan, sekolah lapang PHT, dan pendampingan dapat meningkatkan kapasitas petani dalam mengambil keputusan pengendalian OPT yang tepat dan berkelanjutan (Peshin & Dhawan, 2009).

Penerapan komponen-komponen PHT secara terpadu dan dinamis sesuai dengan kondisi agroekosistem setempat merupakan kunci keberhasilan pengendalian OPT pada tanaman padi. Hal ini memerlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk petani, penyuluh, peneliti, dan pengambil kebijakan, serta komitmen untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan yang berwawasan lingkungan.

2.2.4 Jadam Wetting Agent (JWA)

Jadam Wetting Agent (JWA) merupakan bahan perekat (sticker) dan perata (spreader) yang dikembangkan berdasarkan prinsip pertanian alami Jadam di Korea Selatan. JWA terbuat dari bahan-bahan alami, seperti minyak nabati, asam asetat, dan potasium hidroksida, yang diformulasikan untuk meningkatkan efektivitas aplikasi pupuk daun dan pestisida nabati pada tanaman (Cho et al., 2015).

JWA memiliki beberapa fungsi dan keunggulan, antara lain:

1. Meningkatkan daya rekat dan sebaran larutan pada permukaan daun
JWA mengandung surfaktan alami yang dapat menurunkan tegangan permukaan larutan, sehingga larutan dapat menyebar secara merata dan menempel lebih kuat pada permukaan daun. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara atau bahan aktif pestisida oleh tanaman (Cho et al., 2016).
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk daun dan pestisida nabati
Dengan kemampuannya sebagai perekat dan perata, JWA dapat mengurangi kehilangan larutan akibat run-off atau evaporasi, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan pupuk daun dan pestisida nabati. Penggunaan JWA dilaporkan dapat meningkatkan efektivitas pupuk daun dan pestisida nabati sebesar 20-50% (Cho et al., 2017).
3. Aman bagi tanaman dan lingkungan
JWA terbuat dari bahan-bahan alami yang mudah terurai secara biologis, sehingga tidak meninggalkan residu berbahaya pada tanaman maupun

lingkungan. JWA juga tidak bersifat fitotoksik pada tanaman pada dosis yang direkomendasikan (Jadam, 2021).

4. Kompatibel dengan berbagai jenis pupuk daun dan pestisida nabati

JWA dapat dicampur dengan berbagai jenis pupuk daun, seperti pupuk mikronutrien, asam amino, atau ekstrak rumput laut, serta pestisida nabati, seperti ekstrak mimba, serai wangi, atau daun sirih, tanpa menimbulkan reaksi antagonis atau penurunan efektivitas (Yoon et al., 2021).

5. Ekonomis dan mudah diaplikasikan

JWA dapat diproduksi dengan biaya yang relatif murah menggunakan bahan-bahan yang mudah diperoleh. Aplikasi JWA juga cukup sederhana, yaitu dengan mencampurkannya ke dalam larutan pupuk daun atau pestisida nabati sesuai dosis yang direkomendasikan, yaitu 1-2 ml/L (Jadam, 2021).

Penggunaan JWA dalam budidaya tanaman padi dapat memberikan manfaat dalam meningkatkan efisiensi pemupukan dan pengendalian OPT, serta mendukung praktek pertanian berkelanjutan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan potensi JWA dalam meningkatkan efektivitas pupuk daun dan pestisida nabati pada tanaman padi.

Cho et al. (2015) melaporkan bahwa aplikasi JWA dengan konsentrasi 1 ml/L dapat meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk daun berbasis ekstrak rumput laut pada tanaman padi varietas Dongjin sebesar 28% dibandingkan dengan aplikasi pupuk daun tanpa JWA. Peningkatan efisiensi penyerapan ini berkorelasi dengan peningkatan kandungan klorofil daun, laju fotosintesis, dan hasil panen gabah sebesar 12%.

Dalam penelitian lain, Yoon et al. (2021) menguji efektivitas campuran ekstrak mimba dan JWA dalam mengendalikan hama penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak mimba dengan konsentrasi 5% yang dicampur dengan JWA pada konsentrasi 1 ml/L dapat menekan populasi penggerek batang padi kuning hingga 85% dan mengurangi kerusakan tanaman padi sebesar 75% dibandingkan dengan kontrol. Efektivitas campuran ekstrak mimba dan JWA ini sebanding dengan aplikasi insektisida sintetik berbahan aktif klorpirifos.

Selain itu, penggunaan JWA juga dilaporkan dapat meningkatkan efektivitas pestisida nabati berbasis ekstrak serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dalam mengendalikan penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) pada tanaman padi (Kim et al., 2020). Aplikasi ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 10% yang dicampur dengan JWA pada konsentrasi 1 ml/L dapat mengurangi keparahan penyakit hawar daun bakteri sebesar 68% dan meningkatkan hasil panen gabah sebesar 15% dibandingkan dengan kontrol.

Meskipun demikian, efektivitas JWA dalam meningkatkan kinerja pupuk daun dan pestisida nabati dapat bervariasi tergantung pada jenis dan kualitas bahan aktif yang digunakan, kondisi lingkungan, serta teknik aplikasi di lapangan. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan formulasi dan aplikasi JWA pada berbagai kondisi agroekosistem.

Pengembangan dan adopsi JWA sebagai bahan perekat alami dalam budidaya tanaman padi merupakan salah satu upaya untuk mendorong pertanian berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Dengan memanfaatkan bahan-bahan alami dan mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis, JWA dapat menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan manusia dalam meningkatkan produktivitas tanaman padi.

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan JWA di tingkat petani, diperlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk peneliti, penyuluh pertanian, dan pengambil kebijakan. Penelitian yang lebih komprehensif diperlukan untuk mengkaji aspek teknis, ekonomi, dan sosial dari penggunaan JWA dalam budidaya padi. Diseminasi informasi dan pelatihan bagi petani juga diperlukan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani dalam mengaplikasikan JWA secara tepat dan efisien.

Kebijakan pemerintah yang mendukung pengembangan dan adopsi inovasi pertanian berkelanjutan, seperti subsidi atau insentif bagi petani yang menerapkan teknologi ramah lingkungan, juga dapat menjadi pendorong bagi pemanfaatan JWA secara lebih luas. Kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk petani, akademisi, industri, dan pemerintah, diperlukan untuk mewujudkan sistem pertanian padi yang produktif, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan dengan memanfaatkan potensi JWA.

2.2.5 Penyuluhan Pertanian

Penyuluhan pertanian merupakan proses pembelajaran bagi pelaku utama dan pelaku usaha agar mereka mau dan mampu menolong dan mengorganisasikan dirinya dalam mengakses informasi pasar, teknologi, permodalan, dan sumber daya lainnya, sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi usaha, pendapatan, dan kesejahteraannya, serta meningkatkan kesadaran dalam pelestarian fungsi lingkungan hidup (UU No. 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan).

Penyuluhan pertanian memiliki peran strategis dalam mendukung pembangunan pertanian yang berkelanjutan. Melalui kegiatan penyuluhan, petani dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam mengelola usahatani secara lebih produktif, efisien, dan ramah lingkungan. Penyuluhan juga menjadi jembatan antara peneliti, pengambil kebijakan, dan petani dalam proses diseminasi dan adopsi inovasi teknologi pertanian (Sadono, 2008).

Fungsi penyuluhan pertanian meliputi:

1. Memfasilitasi proses pembelajaran pelaku utama dan pelaku usaha. Penyuluh pertanian berperan sebagai fasilitator yang membantu petani dalam mengidentifikasi masalah, menemukan solusi, dan mengambil keputusan secara partisipatif. Penyuluh menggunakan berbagai metode dan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik petani, seperti demonstrasi plot, sekolah lapang, kunjungan lapangan, atau pelatihan (van den Ban & Hawkins, 1999).
2. Mengupayakan kemudahan akses pelaku utama dan pelaku usaha ke sumber informasi, teknologi, dan sumber daya lainnya. Penyuluh pertanian membantu petani dalam mengakses informasi pasar, teknologi produksi, sumber permodalan, sarana produksi, dan jaringan kemitraan usaha. Penyuluh juga berperan dalam memfasilitasi kerjasama dan kemitraan antara petani, peneliti, pemerintah, dan swasta untuk mendukung pengembangan usahatani (Slamet, 2003).
3. Meningkatkan kemampuan kepemimpinan, manajerial, dan kewirausahaan pelaku utama dan pelaku usaha. Penyuluh pertanian tidak hanya fokus pada

aspek teknis produksi, tetapi juga pengembangan kapasitas petani dalam kepemimpinan, manajemen usahatani, dan kewirausahaan. Penyuluh membantu petani dalam mengorganisasikan diri, mengelola sumber daya, mengembangkan jejaring usaha, dan menciptakan nilai tambah produk pertanian (Sumardjo et al., 2010).

4. Membantu pelaku utama dan pelaku usaha dalam menumbuhkembangkan organisasinya menjadi organisasi ekonomi yang berdaya saing tinggi, produktif, menerapkan tata kelola berusaha yang baik, dan berkelanjutan. Penyuluh pertanian berperan dalam penguatan kelembagaan petani, seperti kelompok tani, gabungan kelompok tani, atau koperasi petani. Penyuluh membantu petani dalam mengembangkan organisasi yang profesional, mandiri, dan berorientasi pada pasar (Syahyuti, 2014).
5. Membantu menganalisis dan memecahkan masalah serta merespon peluang dan tantangan yang dihadapi pelaku utama dan pelaku usaha dalam mengelola usaha. Penyuluh pertanian membantu petani dalam melakukan analisis usahatani, identifikasi masalah, dan perumusan alternatif solusi secara partisipatif. Penyuluh juga membantu petani dalam mengantisipasi perubahan lingkungan strategis, seperti perubahan iklim, fluktuasi harga, atau kebijakan pemerintah, serta memanfaatkan peluang pasar dan teknologi baru (Tjitropranoto, 2005).
6. Menumbuhkan kesadaran pelaku utama dan pelaku usaha terhadap kelestarian fungsi lingkungan. Penyuluh pertanian berperan dalam mengedukasi dan mendorong petani untuk menerapkan praktek-praktek pertanian yang ramah lingkungan, seperti pengelolaan hama terpadu, penggunaan pupuk organik, konservasi tanah dan air, atau pertanian berkelanjutan lainnya. Penyuluh juga membantu petani dalam mengadopsi teknologi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim (Indraningsih, 2011).
7. Melembagakan nilai-nilai budaya pembangunan pertanian, perikanan, dan kehutanan yang maju dan modern bagi pelaku utama secara berkelanjutan. Penyuluh pertanian berperan dalam transformasi sosio-kultural petani menuju pertanian modern yang berbasis ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi. Penyuluh membantu petani dalam mengadopsi nilai-nilai dan

etika pembangunan pertanian yang berkelanjutan, seperti efisiensi, inovasi, kualitas, daya saing, dan keberpihakan pada pelestarian lingkungan (Amanah, 2007).

Untuk menjalankan fungsi-fungsi tersebut, penyuluh pertanian harus memiliki kompetensi yang memadai, baik secara teknis, manajerial, maupun sosial. Penyuluh harus memiliki pengetahuan yang luas tentang ilmu pertanian, teknologi produksi, manajemen usahatani, pemasaran, dan kebijakan pertanian. Penyuluh juga harus memiliki keterampilan komunikasi, fasilitasi, negosiasi, dan kepemimpinan yang baik untuk dapat bekerja secara efektif dengan petani dan pemangku kepentingan lainnya (Anwas, 2011).

Selain itu, penyuluh pertanian juga harus memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai penyuluhan, seperti empati, respek, tulus, terbuka, tanggung jawab, dan komitmen dalam memberdayakan petani. Penyuluh harus mampu membangun hubungan yang setara, partisipatif, dan saling percaya dengan petani sebagai mitra kerja dalam proses pembelajaran (Mardikanto, 2009).

Dalam era informasi dan globalisasi saat ini, penyuluhan pertanian menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Petani tidak hanya membutuhkan informasi dan teknologi produksi, tetapi juga pengetahuan dan keterampilan dalam mengakses pasar, mengelola risiko, memanfaatkan teknologi informasi, atau beradaptasi dengan perubahan iklim. Penyuluh pertanian dituntut untuk terus meningkatkan kapasitas dan profesionalismenya agar dapat memberikan layanan penyuluhan yang berkualitas dan relevan dengan kebutuhan petani (Subejo, 2011).

Untuk itu, diperlukan dukungan kebijakan dan kelembagaan yang kondusif bagi penyelenggaraan penyuluhan pertanian yang efektif dan berkelanjutan. Pemerintah perlu meningkatkan investasi dalam pengembangan kapasitas penyuluh, penyediaan sarana dan prasarana penyuluhan, serta penguatan kelembagaan penyuluhan di tingkat pusat, provinsi, kabupaten/kota, hingga desa. Kemitraan antara pemerintah, swasta, perguruan tinggi, dan organisasi non-pemerintah juga perlu diperkuat untuk mengoptimalkan sumber daya dan meningkatkan sinergi dalam penyelenggaraan penyuluhan pertanian (Fatchiya, 2010).

Dengan penyelenggaraan penyuluhan pertanian yang efektif dan berkelanjutan, diharapkan dapat terwujud petani yang mandiri, berdaya saing, dan sejahtera, serta sistem pertanian yang tangguh, produktif, dan ramah lingkungan. Penyuluhan pertanian akan terus menjadi pilar penting dalam pembangunan pertanian di Indonesia, khususnya dalam mendukung ketahanan pangan, kedaulatan pangan, dan keberlanjutan lingkungan.

2.2.6 Proses Adopsi terhadap Inovasi

Adopsi inovasi merupakan proses pengambilan keputusan oleh individu atau organisasi untuk menggunakan atau menerapkan suatu ide, praktek, atau teknologi baru secara berkelanjutan. Dalam konteks pertanian, adopsi inovasi merujuk pada keputusan petani untuk mengadopsi suatu inovasi teknologi pertanian, seperti varietas unggul, teknik budidaya, atau alat dan mesin pertanian, dalam kegiatan usahatani (Rogers, 2003).

Proses adopsi inovasi merupakan tahapan mental yang dilalui oleh individu sejak pertama kali mendengar tentang suatu inovasi sampai mengadopsi inovasi tersebut. Menurut Rogers (2003), proses adopsi inovasi terdiri dari lima tahap, yaitu:

1. Tahap Pengetahuan (Knowledge)

Pada tahap ini, individu terpapar informasi tentang adanya suatu inovasi dan memperoleh pemahaman awal tentang fungsi dan manfaat inovasi tersebut. Individu mulai menyadari adanya inovasi dan termotivasi untuk mencari informasi lebih lanjut. Faktor yang mempengaruhi tahap pengetahuan antara lain karakteristik sosio-ekonomi individu, akses terhadap saluran komunikasi, atau kebutuhan dan masalah yang dihadapi (Rogers, 2003).

2. Tahap Persuasi (Persuasion)

Pada tahap ini, individu membentuk sikap positif atau negatif terhadap inovasi berdasarkan penilaiannya terhadap karakteristik inovasi. Individu secara aktif mencari informasi tambahan, mempertimbangkan keuntungan dan kerugian, serta mengevaluasi potensi inovasi dalam konteks situasinya. Faktor yang mempengaruhi tahap persuasi antara lain persepsi individu

terhadap atribut inovasi (keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, trialabilitas, observabilitas) dan norma-norma sosial yang berlaku (Rogers, 2003).

3. Tahap Keputusan (Decision)

Pada tahap ini, individu terlibat dalam aktivitas yang mengarah pada pilihan untuk mengadopsi atau menolak inovasi. Individu dapat mencoba inovasi dalam skala kecil untuk mengurangi ketidakpastian atau mencari dukungan dari pihak lain. Keputusan untuk mengadopsi inovasi dapat berupa adopsi penuh, adopsi parsial, atau penolakan. Faktor yang mempengaruhi tahap keputusan antara lain akses terhadap sumber daya, insentif atau subsidi, dan dukungan kelembagaan (Rogers, 2003).

4. Tahap Implementasi (Implementation)

Pada tahap ini, individu menggunakan inovasi secara nyata dalam skala yang lebih luas. Individu dapat memodifikasi atau menginvensi ulang inovasi agar sesuai dengan kondisi spesifiknya. Pada tahap ini, individu juga aktif mencari informasi tambahan untuk mengurangi ketidakpastian tentang konsekuensi inovasi. Faktor yang mempengaruhi tahap implementasi antara lain ketersediaan input, akses terhadap layanan pendukung, atau kompatibilitas dengan sistem usahatani yang ada (Rogers, 2003).

5. Tahap Konfirmasi (Confirmation)

Pada tahap ini, individu mencari penguatan terhadap keputusan adopsi yang telah diambil dan terus menggunakan inovasi secara berkelanjutan. Individu dapat mengevaluasi kembali keputusannya berdasarkan pengalaman dan informasi baru yang diperoleh. Pada tahap ini, individu dapat memutuskan untuk terus mengadopsi, menghentikan adopsi, atau menunda adopsi inovasi. Faktor yang mempengaruhi tahap konfirmasi antara lain dukungan sosial, kepuasan terhadap kinerja inovasi, atau munculnya inovasi baru yang lebih menarik (Rogers, 2003).

Kecepatan adopsi inovasi oleh individu atau sistem sosial dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Atribut inovasi, yaitu karakteristik inovasi yang dipersepsikan oleh individu, seperti keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas,

trialabilitas, dan observabilitas. Inovasi yang dipersepsikan memiliki keuntungan lebih besar, sesuai dengan nilai dan pengalaman, mudah digunakan dan diamati, serta dapat dicoba dalam skala kecil cenderung diadopsi lebih cepat (Rogers, 2003).

2. Tipe keputusan inovasi, yaitu apakah keputusan untuk mengadopsi inovasi dilakukan secara individu, kolektif, atau otoritas. Inovasi yang diputuskan secara individu cenderung diadopsi lebih cepat daripada yang memerlukan konsensus atau keputusan dari otoritas (Rogers, 2003).
3. Saluran komunikasi, yaitu cara atau media yang digunakan untuk menyampaikan informasi tentang inovasi dari satu individu ke individu lain. Saluran komunikasi interpersonal, seperti agen penyuluhan atau opinion leader, cenderung lebih efektif dalam mempengaruhi keputusan adopsi daripada saluran media massa (Rogers, 2003).
4. Sistem sosial, yaitu seperangkat unit yang saling terkait dan terlibat dalam pemecahan masalah bersama untuk mencapai tujuan bersama. Norma, struktur, dan opinion leader dalam sistem sosial dapat mempengaruhi difusi dan adopsi inovasi (Rogers, 2003).
5. Agen perubahan, yaitu individu atau lembaga yang mempengaruhi keputusan adopsi inovasi dalam arah yang diinginkan. Kredibilitas, kompetensi, dan empati agen perubahan dapat mempengaruhi efektivitasnya dalam mendorong adopsi inovasi (Rogers, 2003).

Pemahaman tentang proses dan faktor yang mempengaruhi adopsi inovasi sangat penting dalam merancang strategi diseminasi dan adopsi inovasi pertanian. Penyuluh pertanian, peneliti, dan pengambil kebijakan perlu mempertimbangkan karakteristik inovasi, kebutuhan dan preferensi petani, serta dinamika sistem sosial dalam memperkenalkan dan mendorong adopsi inovasi pertanian.

Beberapa strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan adopsi inovasi pertanian antara lain:

1. Mengembangkan inovasi yang sesuai dengan kebutuhan, preferensi, dan konteks lokal petani. Inovasi yang dikembangkan secara partisipatif dengan melibatkan petani cenderung lebih sesuai dan lebih mudah diadopsi (Chambers, 1994).

2. Menggunakan pendekatan dan metode penyuluhan yang efektif dan partisipatif, seperti demonstrasi plot, sekolah lapang, atau kunjungan lapangan. Metode penyuluhan yang melibatkan pembelajaran langsung dan interaksi antar petani cenderung lebih efektif dalam mendorong adopsi inovasi (van den Ban & Hawkins, 1999).
3. Memanfaatkan saluran komunikasi yang efektif dan tepercaya, seperti opinion leader, kelompok tani, atau media lokal. Saluran komunikasi yang sesuai dengan preferensi dan kebiasaan petani cenderung lebih efektif dalam menyebarkan informasi tentang inovasi (Feder & Savastano, 2006).
4. Menyediakan insentif atau dukungan kelembagaan yang memadai, seperti subsidi, kredit, atau jaminan pasar. Insentif dapat mengurangi risiko dan meningkatkan ketertarikan petani untuk mengadopsi inovasi (Feder & Umali, 1993).
5. Membangun kemitraan dan sinergi antar pemangku kepentingan, seperti petani, penyuluh, peneliti, pengusaha, atau pemerintah. Kemitraan dapat memobilisasi sumber daya, meningkatkan koordinasi, dan mempercepat proses adopsi inovasi (Spielman et al., 2009).

Dengan memahami proses adopsi inovasi dan menerapkan strategi yang tepat, diharapkan dapat meningkatkan tingkat adopsi inovasi pertanian oleh petani, sehingga dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas, pendapatan, dan kesejahteraan petani secara berkelanjutan.

2.2.7 Manajemen Pengendalian Penyakit

Manajemen pengendalian penyakit tanaman merupakan pendekatan yang terencana, terkoordinasi, dan terpadu untuk mencegah, mengurangi, atau mengelola kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit tanaman. Manajemen pengendalian penyakit bertujuan untuk menjaga produktivitas dan kualitas tanaman, melindungi kesehatan agroekosistem, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Agrios, 2005).

Manajemen pengendalian penyakit tanaman didasarkan pada prinsip-prinsip pengelolaan hama terpadu (PHT) yang meliputi (Agrios, 2005; Maloy, 2005):

1. Pemantauan dan peramalan

Langkah awal dalam manajemen pengendalian penyakit adalah pemantauan kondisi tanaman dan lingkungan secara teratur untuk mendeteksi gejala penyakit sedini mungkin. Hasil pemantauan dikombinasikan dengan data historis, model epidemiologi, atau sistem peringatan dini untuk memprediksi perkembangan penyakit dan menentukan waktu dan tindakan pengendalian yang tepat.

2. Pengendalian kultur teknis

Pengendalian kultur teknis meliputi praktek-praktek budidaya yang dapat mengurangi risiko atau keparahan penyakit, seperti penggunaan varietas tahan, rotasi tanaman, sanitasi, pengaturan jarak tanam, irigasi, atau pemupukan berimbang. Praktek kultur teknis bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang kurang kondusif bagi perkembangan patogen dan meningkatkan ketahanan tanaman.

3. Pengendalian fisik dan mekanis

Pengendalian fisik dan mekanis meliputi tindakan yang secara langsung menghilangkan, menghancurkan, atau menghambat perkembangan patogen, seperti pemangkasan bagian tanaman yang terinfeksi, pemusnahan sisa tanaman sakit, atau penggunaan mulsa. Pengendalian fisik dan mekanis bertujuan untuk mengurangi sumber inokulum atau mencegah penyebaran patogen.

4. Pengendalian hayati

Pengendalian hayati meliputi pemanfaatan agens hayati, seperti mikroorganisme antagonis, predator, atau parasitoid, untuk menekan perkembangan patogen atau meningkatkan ketahanan tanaman. Agens hayati dapat diintroduksi ke dalam agroekosistem melalui aplikasi langsung, perlakuan benih, atau augmentasi habitat. Pengendalian hayati bertujuan untuk menjaga keseimbangan ekologis dan mengurangi ketergantungan pada pestisida sintetis.

5. Pengendalian kimiawi

Pengendalian kimiawi meliputi penggunaan pestisida sintetis, seperti fungisida, bakterisida, atau nematisida, untuk membunuh atau menghambat perkembangan patogen. Pengendalian kimiawi merupakan pilihan terakhir

dalam PHT dan hanya digunakan jika pendekatan lain tidak efektif atau tidak tersedia. Penggunaan pestisida harus dilakukan secara bijaksana, sesuai dengan prinsip tepat jenis, dosis, waktu, dan cara aplikasi, serta mempertimbangkan dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

6. Evaluasi dan perbaikan berkelanjutan

Manajemen pengendalian penyakit harus dievaluasi secara berkala untuk menilai efektivitas, efisiensi, dan dampaknya terhadap agroekosistem. Hasil evaluasi digunakan untuk memperbaiki strategi dan taktik pengendalian secara berkelanjutan, serta mengantisipasi perubahan dalam populasi patogen, resistensi tanaman, atau kondisi lingkungan.

Manajemen pengendalian penyakit tanaman memerlukan pemahaman yang komprehensif tentang biologi patogen, ekologi penyakit, interaksi tanaman-patogen-lingkungan, serta prinsip-prinsip epidemiologi. Beberapa konsep penting dalam manajemen pengendalian penyakit antara lain (Agrios, 2005; Maloy, 2005):

1. Segitiga penyakit

Perkembangan penyakit tanaman memerlukan interaksi antara tiga komponen, yaitu tanaman inang yang rentan, patogen yang virulen, dan lingkungan yang kondusif. Manajemen pengendalian penyakit dapat dilakukan dengan memodifikasi salah satu atau lebih komponen segitiga penyakit, seperti menggunakan varietas tahan, mengurangi sumber inokulum, atau mengatur lingkungan mikro.

2. Siklus penyakit

Setiap penyakit tanaman memiliki siklus hidup yang khas, yang meliputi tahap-tahap seperti penetrasi, infeksi, kolonisasi, sporulasi, dan penyebaran. Pemahaman tentang siklus penyakit dapat membantu dalam merancang strategi pengendalian yang efektif, seperti mengganggu tahap kritis dalam siklus hidup patogen atau mengurangi laju infeksi.

3. Ambang ekonomi

Ambang ekonomi adalah tingkat populasi atau keparahan penyakit di mana kerugian yang ditimbulkan sama dengan biaya pengendalian. Ambang ekonomi digunakan sebagai kriteria untuk menentukan perlu tidaknya

tindakan pengendalian. Pengendalian penyakit hanya dilakukan jika tingkat penyakit di atas ambang ekonomi, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

4. Epidemiologi

Epidemiologi adalah studi tentang pola, penyebab, dan faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan dan penyebaran penyakit dalam populasi tanaman. Konsep-konsep epidemiologi, seperti laju infeksi, periode laten, atau penyebaran spasial, digunakan untuk memahami dinamika penyakit dan merancang strategi pengendalian yang efektif.

5. Sistem peringatan dini

Sistem peringatan dini adalah alat atau model yang digunakan untuk memprediksi waktu dan tingkat keparahan penyakit berdasarkan faktor-faktor seperti cuaca, fenologi tanaman, atau populasi patogen. Sistem peringatan dini dapat membantu petani dalam mengambil keputusan pengendalian yang tepat waktu dan efisien, sehingga dapat mengurangi penggunaan pestisida yang tidak perlu.

6. Pengelolaan resistensi

Penggunaan pestisida atau varietas tahan secara terus-menerus dapat menyebabkan perkembangan resistensi pada populasi patogen. Pengelolaan resistensi meliputi strategi-strategi untuk memperlambat atau mencegah perkembangan resistensi, seperti rotasi bahan aktif pestisida, penggunaan campuran varietas, atau penerapan ambang ekonomi dalam aplikasi pestisida.

Manajemen pengendalian penyakit tanaman memerlukan pendekatan interdisipliner dan kolaborasi antar pemangku kepentingan, seperti petani, penyuluh, peneliti, atau pengambil kebijakan. Beberapa strategi untuk meningkatkan efektivitas manajemen pengendalian penyakit antara lain (Agrios, 2005; Maloy, 2005):

1. Penelitian dan pengembangan

Penelitian dan pengembangan diperlukan untuk meningkatkan pemahaman tentang biologi patogen, epidemiologi penyakit, atau interaksi tanaman-

patogen-lingkungan. Penelitian juga diperlukan untuk mengembangkan teknologi atau inovasi baru dalam pengendalian penyakit, seperti varietas tahan, agens hayati, atau sistem peringatan dini.

2. Penyuluhan dan pelatihan

Penyuluhan dan pelatihan diperlukan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran petani dalam mengenali dan mengendalikan penyakit tanaman. Penyuluh pertanian memiliki peran penting dalam menyebarkan informasi, teknologi, atau inovasi baru kepada petani, serta memfasilitasi proses pembelajaran dan pengambilan keputusan.

3. Kemitraan dan koordinasi

Kemitraan dan koordinasi antar pemangku kepentingan diperlukan untuk mengoptimalkan sumber daya, meningkatkan efisiensi, dan menyelaraskan strategi pengendalian penyakit secara regional atau nasional. Kemitraan dapat melibatkan petani, kelompok tani, penyuluh, peneliti, perusahaan swasta, atau pemerintah dalam berbagi informasi, teknologi, atau sumber daya.

4. Kebijakan dan regulasi

Kebijakan dan regulasi diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang kondusif bagi penerapan manajemen pengendalian penyakit yang efektif dan berkelanjutan. Kebijakan dapat meliputi pengembangan standar fitosanitasi, regulasi pestisida, insentif ekonomi, atau dukungan kelembagaan bagi petani atau kelompok tani.

5. Pemantauan dan evaluasi

Pemantauan dan evaluasi diperlukan untuk menilai efektivitas, efisiensi, dan dampak dari strategi atau program manajemen pengendalian penyakit. Hasil pemantauan dan evaluasi digunakan untuk memperbaiki strategi pengendalian secara berkelanjutan, serta mengantisipasi perubahan dalam populasi patogen, resistensi tanaman, atau kondisi lingkungan.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip dan strategi manajemen pengendalian penyakit secara terpadu dan berkelanjutan, diharapkan dapat menjaga produktivitas dan kualitas tanaman, melindungi kesehatan agroekosistem, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Manajemen

pengendalian penyakit yang efektif dan efisien juga dapat berkontribusi pada ketahanan pangan, keberlanjutan pertanian, dan kesejahteraan petani secara keseluruhan.

2.3 Kerangka Pemikiran

Manajemen fitosanitari terhadap penyakit bercak daun coklat pada padi merupakan komponen integral dalam upaya optimalisasi produktivitas tanaman sereal ini. Aplikasi pestisida sintetis secara eksekutif berpotensi menimbulkan konsekuensi adversif terhadap ekosistem dan kesehatan publik. Konsekuensinya, terdapat urgensi untuk mengembangkan metode pengendalian alternatif yang memiliki kompatibilitas ekologis yang lebih tinggi namun tetap mempertahankan efikasi dalam menekan proliferasi patogen.

Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Kecamatan Panceng mengembangkan inovasi penggunaan Jadam Wetting Agent (JWA) sebagai perekat pestisida nabati untuk meningkatkan efektivitas pengendalian penyakit bercak daun coklat di tanaman padi. Penerapan inovasi ini memerlukan manajemen yang tepat agar dapat diadopsi oleh petani dan memberikan hasil yang optimal.

Penelitian ini menganalisis manajemen pengendalian penyakit bercak daun coklat di tanaman padi menggunakan perekat pestisida JWA di wilayah kerja BPP Kecamatan Panceng. Analisis dilakukan terhadap aspek teknis pelaksanaan pengendalian penyakit, efektivitas pengendalian, serta persepsi dan adopsi petani terhadap inovasi teknologi JWA.

Aspek teknis yang dianalisis meliputi :

1. Proses pembuatan JWA
2. Metode aplikasi JWA sebagai perekat pestisida
3. Dosis dan frekuensi aplikasi
4. Waktu aplikasi yang tepat

Efektivitas pengendalian diukur melalui :

1. Intensitas serangan penyakit
2. Pertumbuhan dan hasil tanaman padi

Persepsi dan adopsi petani dianalisis berdasarkan :

1. Tingkat pengetahuan petani tentang JWA
2. Sikap petani terhadap inovasi JWA
3. Tingkat penerapan JWA oleh petani
4. Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi JWA

Hasil analisis diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang manajemen pengendalian penyakit bercak daun coklat menggunakan JWA, serta menjadi dasar rekomendasi untuk perbaikan strategi pengendalian penyakit dan penyuluhan pertanian di wilayah kerja BPP Kecamatan Panceng.

Penelitian ini dilandasi oleh beberapa teori dan konsep yang relevan, antara lain:

1. Teori Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

PHT merupakan pendekatan ekologis dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman yang mengintegrasikan berbagai teknik pengendalian secara kompatibel untuk menjaga populasi hama dan penyakit di bawah ambang ekonomi (Untung, 2006). PHT menekankan pada pemantauan berkala, pemanfaatan musuh alami, penggunaan varietas tahan, serta aplikasi pestisida sebagai alternatif terakhir. Konsep PHT menjadi landasan dalam pengembangan metode pengendalian penyakit yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan, termasuk pemanfaatan JWA sebagai perekat pestisida nabati.

2. Teori Difusi Inovasi

Teori difusi inovasi menjelaskan bagaimana suatu inovasi dikomunikasikan dan diadopsi oleh anggota sistem sosial dalam kurun waktu tertentu (Rogers, 2003). Menurut teori ini, kecepatan adopsi inovasi dipengaruhi oleh atribut inovasi (keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, trialabilitas, observabilitas), jenis keputusan inovasi, saluran komunikasi, sistem sosial, dan upaya promosi agen perubahan. Teori difusi inovasi menjadi landasan dalam menganalisis persepsi dan adopsi petani terhadap inovasi JWA, serta merumuskan strategi penyuluhan yang efektif.

3. Teori Tindakan Beralasan (Theory of Reasoned Action)

Teori tindakan beralasan menjelaskan bahwa perilaku seseorang ditentukan oleh niat untuk melakukan perilaku tersebut, yang dipengaruhi oleh sikap terhadap perilaku dan norma subjektif (Fishbein & Ajzen, 1975). Sikap terhadap perilaku merupakan evaluasi positif atau negatif individu terhadap suatu perilaku, sedangkan norma subjektif adalah persepsi individu tentang tekanan sosial untuk melakukan atau tidak melakukan suatu perilaku. Teori ini menjadi landasan dalam menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi JWA oleh petani, khususnya terkait dengan sikap dan norma subjektif.

4. Konsep Manajemen Pengetahuan (Knowledge Management)

Manajemen pengetahuan adalah proses mengidentifikasi, menangkap, mengorganisasi, dan menyebarkan pengetahuan dalam suatu organisasi untuk meningkatkan kinerja dan daya saing (Dalkir, 2005). Dalam konteks penyuluhan pertanian, manajemen pengetahuan meliputi proses mengidentifikasi pengetahuan lokal petani, mengintegrasikannya dengan pengetahuan ilmiah, serta mendiseminasikan dan memfasilitasi penerapannya dalam praktek budidaya. Konsep manajemen pengetahuan menjadi landasan dalam merancang strategi penyuluhan yang mengoptimalkan aliran pengetahuan antara penyuluh, peneliti, dan petani.

5. Konsep Kemitraan (Partnership)

Kemitraan adalah hubungan kerjasama antar pihak yang dilandasi oleh prinsip kesetaraan, keterbukaan, dan saling menguntungkan untuk mencapai tujuan bersama (Tennyson, 2011). Dalam konteks pengendalian penyakit tanaman, kemitraan melibatkan kolaborasi antara petani, penyuluh, peneliti, pemerintah, dan sektor swasta dalam berbagi informasi, sumber daya, dan tanggung jawab. Konsep kemitraan menjadi landasan dalam merumuskan strategi penguatan kelembagaan dan koordinasi antar pemangku kepentingan dalam manajemen pengendalian penyakit menggunakan JWA.

Berdasarkan teori dan konsep tersebut, dapat dirumuskan beberapa proposisi yang menghubungkan antar variabel dalam penelitian ini:

1. Manajemen pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi menggunakan JWA yang tepat, meliputi pembuatan, aplikasi, dosis, frekuensi, dan waktu yang sesuai, akan meningkatkan efektivitas pengendalian, yang tercermin dari penurunan intensitas serangan penyakit dan peningkatan pertumbuhan serta hasil tanaman padi.
2. Persepsi petani tentang atribut inovasi JWA, meliputi keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, trialabilitas, dan observabilitas, akan mempengaruhi sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.
3. Tingkat pengetahuan petani tentang JWA, yang dipengaruhi oleh karakteristik individu, akses informasi, dan intensitas penyuluhan, akan mempengaruhi sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.
4. Sikap petani terhadap inovasi JWA, yang dipengaruhi oleh persepsi tentang atribut inovasi dan tingkat pengetahuan, serta norma subjektif dari lingkungan sosial, akan mempengaruhi tingkat adopsi inovasi tersebut.
5. Tingkat adopsi JWA oleh petani, yang mencerminkan keputusan untuk menerapkan inovasi tersebut dalam pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi, akan dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal, seperti dukungan kelembagaan, ketersediaan input, atau insentif ekonomi.
6. Strategi penyuluhan pertanian yang efektif dalam mendorong adopsi JWA akan mempertimbangkan karakteristik inovasi, kondisi sosio-ekonomi petani, sistem sosial, dan kemitraan antar pemangku kepentingan dalam manajemen pengetahuan dan diseminasi inovasi.
7. Rekomendasi strategi pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi menggunakan JWA akan didasarkan pada hasil analisis aspek teknis, efektivitas, persepsi dan adopsi petani, serta mempertimbangkan prinsip-prinsip PHT, keberlanjutan, dan adaptabilitas.

Proposisi-proposisi tersebut akan menjadi dasar dalam merumuskan hipotesis penelitian dan merancang metode pengumpulan serta analisis data. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan bukti empiris tentang faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas manajemen pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi menggunakan JWA, serta memberikan kontribusi teoretis dan praktis

dalam pengembangan strategi pengendalian penyakit dan penyuluhan pertanian yang lebih efektif dan berkelanjutan.

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan, dapat dirumuskan beberapa hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Diduga terdapat pengaruh yang signifikan antara ketepatan manajemen pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi menggunakan JWA, yang meliputi proses pembuatan, metode aplikasi, dosis dan frekuensi, serta waktu aplikasi, terhadap efektivitas pengendalian, yang diukur dengan intensitas serangan penyakit serta pertumbuhan dan hasil tanaman padi.
 - H0: Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara ketepatan manajemen pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi menggunakan JWA terhadap efektivitas pengendalian.
 - H1: Terdapat pengaruh yang signifikan antara ketepatan manajemen pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi menggunakan JWA terhadap efektivitas pengendalian.
2. Diduga persepsi petani tentang atribut inovasi JWA, yang meliputi keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, trialabilitas, dan observabilitas, berpengaruh signifikan terhadap sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.
 - H0: Persepsi petani tentang atribut inovasi JWA tidak berpengaruh signifikan terhadap sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.
 - H1: Persepsi petani tentang atribut inovasi JWA berpengaruh signifikan terhadap sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.
3. Diduga tingkat pengetahuan petani tentang JWA berpengaruh signifikan terhadap sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.

- H0: Tingkat pengetahuan petani tentang JWA tidak berpengaruh signifikan terhadap sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.
 - H1: Tingkat pengetahuan petani tentang JWA berpengaruh signifikan terhadap sikap dan adopsi petani terhadap inovasi tersebut.
4. Diduga sikap petani terhadap inovasi JWA berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi inovasi tersebut.
- H0: Sikap petani terhadap inovasi JWA tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi inovasi tersebut.
 - H1: Sikap petani terhadap inovasi JWA berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi inovasi tersebut.
5. Diduga tingkat adopsi JWA oleh petani dipengaruhi secara signifikan oleh faktor-faktor eksternal, seperti dukungan kelembagaan, ketersediaan input, atau insentif ekonomi.
- H0: Tingkat adopsi JWA oleh petani tidak dipengaruhi secara signifikan oleh faktor-faktor eksternal.
 - H1: Tingkat adopsi JWA oleh petani dipengaruhi secara signifikan oleh faktor-faktor eksternal.
6. Diduga terdapat perbedaan yang signifikan dalam efektivitas pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi antara petani yang menerapkan JWA dengan tepat dan petani yang tidak menerapkan JWA atau menerapkannya dengan tidak tepat.
- H0: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam efektivitas pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi antara petani yang menerapkan JWA dengan tepat dan petani yang tidak menerapkan JWA atau menerapkannya dengan tidak tepat.
 - H1: Terdapat perbedaan yang signifikan dalam efektivitas pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi antara petani yang menerapkan JWA dengan tepat dan petani yang tidak menerapkan JWA atau menerapkannya dengan tidak tepat.

7. Diduga terdapat hubungan yang signifikan antara karakteristik sosio-ekonomi petani, seperti umur, tingkat pendidikan, luas lahan, atau pengalaman berusahatani, dengan tingkat adopsi JWA dalam pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi.

- H0: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara karakteristik sosio-ekonomi petani dengan tingkat adopsi JWA dalam pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi.
- H1: Terdapat hubungan yang signifikan antara karakteristik sosio-ekonomi petani dengan tingkat adopsi JWA dalam pengendalian penyakit bercak daun coklat pada padi.

