

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Rancangan Penyuluhan Pertanian

Rancangan penyuluhan pertanian adalah suatu perencanaan sistematis yang disusun oleh penyuluh atau lembaga penyuluhan untuk mencapai tujuan perubahan perilaku petani melalui proses pendidikan nonformal yang terstruktur, terukur, dan berkelanjutan (Mardikanto, 2020). Perencanaan ini meliputi analisis situasi wilayah, identifikasi kebutuhan sasaran, penetapan tujuan, penyusunan materi, metode, media, serta evaluasi kegiatan penyuluhan (Paulini *et al.*, 2023). Dalam konteks sistem penyuluhan nasional, rancangan ini harus selaras dengan kebijakan pembangunan pertanian serta karakteristik sosial-ekonomi petani setempat (Azhari *et al.*, 2023).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan, penyuluhan merupakan proses pembelajaran bagi pelaku utama dan pelaku usaha agar mereka mau dan mampu menolong serta mengorganisasikan dirinya dalam mengakses informasi pasar, teknologi, permodalan, dan sumber daya lainnya sebagai upaya meningkatkan produktivitas, efisiensi usaha, pendapatan, kesejahteraan, serta meningkatkan kesadaran dalam menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup (UU RI No. 16 Tahun 2006).

Berdasarkan pengertian tersebut, penyuluhan tidak hanya berfungsi sebagai kegiatan penyampaian informasi, tetapi juga sebagai proses pendidikan nonformal yang bertujuan mengubah pengetahuan, sikap, dan keterampilan sasaran sehingga mampu mengambil keputusan dan menerapkan inovasi yang sesuai dengan kebutuhan usahanya (Republik Indonesia, 2006). Dalam penelitian ini, penyuluhan diarahkan untuk meningkatkan kemampuan petani dalam memanfaatkan limbah tongkol jagung menjadi biochar sebagai pembenah tanah yang bernilai ekonomi dan ramah lingkungan. Dari perspektif partisipatif, rancangan penyuluhan pertanian menekankan keterlibatan petani dalam proses perencanaan program agar kegiatan yang dilaksanakan relevan dan meningkatkan tingkat adopsi inovasi (Swanson & Rajalahti, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa partisipasi kelompok tani dalam merancang program penyuluhan

berpengaruh terhadap efektivitas implementasi dan keberlanjutan program (Salim & Ullyasniaty, 2022). Oleh karena itu, rancangan penyuluhan idealnya bersifat kolaboratif antara penyuluh, petani, dan pemangku kepentingan lainnya. Rancangan penyuluhan pertanian berfungsi sebagai instrumen manajerial untuk meningkatkan kinerja penyuluh dan efektivitas program pemberdayaan petani. Rancangan yang baik mencerminkan kompetensi penyuluh dalam analisis kebutuhan, perumusan tujuan agribisnis, serta pemilihan metode komunikasi yang tepat (Eryanto *et al.*, 2020).

1) Materi Penyuluhan

Materi penyuluhan merupakan salah satu komponen utama dalam penyelenggaraan penyuluhan pertanian karena menjadi sarana penyampaian informasi, inovasi, maupun teknologi kepada pelaku utama dan pelaku usaha. Keberhasilan suatu kegiatan penyuluhan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan penyuluh dalam berkomunikasi, tetapi juga oleh kualitas materi yang disampaikan. Materi penyuluhan yang disusun dengan baik akan membantu sasaran memahami informasi, membentuk sikap yang positif, meningkatkan keterampilan, serta mendorong penerapan inovasi dalam kegiatan usahatani (Irdiana *et al.*, 2023).

Sejalan dengan hal tersebut, Peraturan Menteri Pertanian Nomor 27 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2022 tentang Penguatan Fungsi Penyuluhan Pertanian menegaskan bahwa penyusunan dan penyebarluasan materi penyuluhan merupakan bagian penting dalam operasional penyuluhan pertanian. Materi yang disusun harus sesuai dengan kebutuhan petani, mudah diakses, dan dapat disebarluaskan melalui berbagai media, baik secara konvensional maupun berbasis teknologi informasi sehingga penyampaian inovasi kepada petani menjadi lebih efektif.

Menurut Mardikanto (2009), Van den Ban dan Hawkins (1999), serta didukung oleh kebijakan Kementerian Pertanian (2023), materi penyuluhan yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut.

- a. Materi penyuluhan harus disusun berdasarkan kebutuhan nyata, potensi, dan permasalahan yang dihadapi oleh sasaran. Penentuan materi hendaknya diawali dengan kegiatan Identifikasi Potensi Wilayah (IPW) atau analisis

kebutuhan sehingga materi yang diberikan benar-benar relevan dengan kondisi petani. Materi yang sesuai dengan kebutuhan akan lebih mudah diterima dan memiliki peluang lebih besar untuk diadopsi oleh sasaran.

- b. Materi yang disampaikan harus mampu memberikan manfaat praktis bagi petani, seperti meningkatkan produktivitas, efisiensi usaha tani, kualitas hasil, pendapatan, maupun menjaga kelestarian lingkungan.
- c. Materi penyuluhan harus berasal dari hasil penelitian, rekomendasi lembaga penelitian, perguruan tinggi, maupun instansi pemerintah sehingga informasi yang diberikan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.
- d. Materi penyuluhan harus menggunakan bahasa yang sederhana, jelas, sistematis, serta disesuaikan dengan tingkat pendidikan dan pengalaman sasaran. Selain itu, penyampaian materi perlu didukung dengan media penyuluhan, gambar, demonstrasi, maupun contoh nyata sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif.
- e. Materi penyuluhan harus mudah dipraktikkan oleh petani dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia di wilayahnya.
- f. Materi penyuluhan harus memperhatikan karakteristik sasaran, seperti tingkat pendidikan, pengalaman bertani, kondisi ekonomi, serta budaya masyarakat setempat. Penyesuaian tersebut bertujuan agar materi mudah diterima, tidak bertentangan dengan kebiasaan masyarakat, dan dapat diterapkan secara berkelanjutan.
- g. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut materi penyuluhan untuk selalu diperbarui agar informasi yang diterima petani tetap relevan. Selain itu, pemanfaatan teknologi informasi dalam penyebarluasan materi penyuluhan menjadi salah satu upaya meningkatkan efektivitas penyuluhan di era digital.

2) Metode Penyuluhan

Menurut Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 52/Permentan/OT.140/12/2009 tentang Metode Penyuluhan Pertanian, metode penyuluhan pertanian adalah cara atau teknik yang digunakan oleh penyuluh dalam menyampaikan materi penyuluhan kepada pelaku utama dan pelaku usaha agar terjadi perubahan perilaku yang mencakup aspek pengetahuan, sikap, dan

keterampilan. Peraturan ini menegaskan bahwa pemilihan metode harus disesuaikan dengan tujuan penyuluhan, karakteristik sasaran, kondisi wilayah, serta jenis materi yang disampaikan. Metode penyuluhan adalah cara atau teknik yang digunakan dalam proses komunikasi antara penyuluh dan sasaran (petani) untuk menyampaikan pesan atau inovasi agar terjadi perubahan perilaku yang meliputi aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Pemilihan metode harus mempertimbangkan tujuan penyuluhan, karakteristik sasaran, kondisi lingkungan, serta jenis materi yang akan disampaikan (Mardikanto, 2009).

Dalam peraturan tersebut, metode penyuluhan pertanian dikelompokkan menjadi tiga kategori utama, yaitu metode perorangan, metode kelompok, dan metode massal (Kementan, 2019). Metode perorangan dilakukan melalui pendekatan langsung kepada individu petani, seperti kunjungan rumah atau kunjungan usaha tani (anjangsana), konsultasi, dan bimbingan tatap muka, metode ini efektif untuk memecahkan masalah spesifik yang dihadapi petani dan membangun hubungan interpersonal yang kuat antara penyuluh dan sasaran (Mardikanto, 2020). Metode kelompok dilaksanakan melalui kegiatan bersama dalam wadah kelompok tani atau gabungan kelompok tani, seperti pertemuan kelompok, diskusi, demonstrasi cara (demcar), demonstrasi hasil (demha), kursus tani, dan sekolah lapang, sementara itu, metode massal digunakan untuk menjangkau sasaran dalam jumlah besar melalui media komunikasi seperti siaran radio, televisi, media cetak, leaflet, poster, pameran, dan media elektronik lainnya (Mardikanto, 2020).

3) Media Penyuluhan

Media penyuluhan merupakan alat, sarana, atau saluran komunikasi yang digunakan untuk menyampaikan informasi, pengetahuan, dan teknologi kepada sasaran penyuluhan, khususnya petani dan pelaku agribisnis, dengan tujuan meningkatkan pemahaman serta kemampuan dalam menerapkan inovasi pertanian (Mardikanto, 2020). Dalam konteks ini, media penyuluhan mencakup beragam bentuk seperti media cetak, audio-visual, elektronik, dan digital termasuk media sosial dan platform internet yang mampu memperluas jangkauan serta efektivitas penyampaian pesan sehingga audiens dapat memahami dan mengadopsi inovasi lebih cepat dan tepat sesuai kebutuhan mereka (Pello dan Djunina, 2024). Media

komunikasi dan informasi dalam penyuluhan pertanian, seperti brosur, leaflet, dan media lainnya, berperan penting untuk menunjang proses penyampaian pengetahuan serta mendukung peningkatan keterampilan dan pemahaman petani terhadap materi penyuluhan (Ruyadi *et al*, 2024).

Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor: 03/Permentan/SM.200/1/2018 tentang Pedoman Penyelenggaraan Penyuluhan Pertanian, menyebutkan bahwa materi penyuluhan pertanian dikemas dalam bentuk media, dan selanjutnya media digunakan secara komunikatif dan efektif sesuai dengan karakteristik sasaran penyuluhan. Media sosial sebagai salah satu bentuk media penyuluhan memiliki peranan penting dalam meningkatkan interaksi, akses informasi, dan relevansi penyuluhan terhadap kebutuhan petani di era digital saat ini, selama petani diberi dukungan pelatihan dan fasilitas akses yang memadai (Budiman *et al.*, 2024). Secara keseluruhan, media penyuluhan bukan hanya alat bantu visual atau teks semata, tetapi juga perantara komunikasi strategis yang mempercepat transfer pengetahuan dan inovasi kepada penerima pesan sehingga tujuan penyuluhan dapat tercapai dengan lebih efisien dan efektif, pemilihan media penyuluhan sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap efektivitas kegiatan penyuluhan (Leilani *et al*, 2015). Menurut (Rustandi dan Warnaen, 2019), pemilihan media harus mempertimbangkan beberapa hal penting agar sesuai dengan perubahan perilaku yang diharapkan dan menjangkau sasaran yang tepat, antara lain:

1. Pemilihan media harus disesuaikan dengan maksud dan tujuan yang jelas.
2. Media penyuluhan harus disesuaikan dengan kemampuan sasaran.
3. Media penyuluhan harus disesuaikan dengan tingkat adopsi sasaran, mulai dari media massa untuk membangun kesadaran dan minat, lalu beralih ke media yang lebih rinci agar mereka dapat mengevaluasi manfaat sebelum mengambil keputusan.
4. Pemilihan media penyuluhan harus disesuaikan dengan kategori sasaran baik individu, kelompok, atau massa karena masing-masing memerlukan pendekatan yang berbeda.

Pemilihan media penyuluhan harus dilakukan secara strategis dan terencana, karena media yang dipilih akan sangat menentukan efektivitas kegiatan

penyuluhan dan hasil yang dicapai. Dalam kajian tentang efektivitas penggunaan media penyuluhan, disebutkan bahwa agar media dapat menyampaikan pesan secara efektif dan berpengaruh pada pengetahuan serta perilaku masyarakat, pemilihan media harus mempertimbangkan beberapa aspek penting yaitu tujuan perubahan yang akan dicapai, karakteristik sasaran, strategi komunikasi, isi pesan, anggaran atau biaya, serta karakteristik wilayah tempat penyuluhan dilakukan (Leilani *et al.*, 2015). Selain itu, media penyuluhan perlu disajikan sesuai kondisi petani di lapangan agar materi yang disampaikan lebih menarik, relevan, dan mudah dipahami, yang kemudian mendorong peningkatan keterampilan dan perubahan sikap petani terhadap inovasi yang diperkenalkan (Irdiana *et al.*, 2024). Media penyuluhan pertanian dikelompokkan menjadi 4 (empat) jenis, yaitu:

1. Benda sesungguhnya dan tiruan, contoh: benda sesungguhnya, sampel, specimen, model, market. \Tercetak, contoh: gambar, sketsa, foto, poster, leaflet, folder, peta singkap, kartu kilat, diagram, grafik, bagan, peta, brosur, majalah, buku.
2. Audio, contoh: radio, CD rekaman audio. \Audio-visual, contoh: Video (VCD, DVD), televisi, komputer, slide bersuara.

4) Volume Penyuluhan

Peraturan Menteri 25/Permentan/OT.140/5/2009 Pertanian tentang Republik Pedoman Indonesia Penyusunan Nomor: Programa Penyuluhan Pertanian, kolom volume berisi mengenai jumlah dan frekuensi kegiatan yang akan dilakukan agar sasaran dapat memahami dan melaksanakan pesan yang disampaikan melalui kegiatan/metode penyuluhan, atau agar terjadinya perubahan perilaku pada sasaran. Pengelolaan volume penyuluhan bertujuan untuk memastikan perencanaan dan pengaturan jadwal kunjungan yang efektif, sehingga dapat menjangkau lebih banyak petani dan lokasi secara optimal (Swanson & Rajalahti, 2021). Volume penyuluhan pertanian mencakup intensitas kegiatan, jumlah pertemuan, serta cakupan pelaksanaan penyuluhan dalam program tertentu, yang berpengaruh langsung terhadap efektivitas pelaksanaan penyuluhan di lapangan (Mardikanto, 2020).

Dalam penelitian mereka pada program intensifikasi jagung, penyuluhan yang dilaksanakan dengan frekuensi pertemuan yang memadai serta keterlibatan aktif

penyuluh terbukti meningkatkan pemahaman petani terhadap materi penyuluhan, karena semakin banyak kegiatan penyuluhan dilaksanakan, semakin besar pula kesempatan petani untuk memahami, berdialog, dan mempraktekkan informasi yang diberikan (Rahmawati *et al.*, 2019). Volume kegiatan penyuluhan yang lengkap dan sistematis meningkatkan peluang petani memahami materi, berlatih keterampilan lapangan, serta menginternalisasi perubahan sikap positif terhadap inovasi pertanian, sehingga volume ini bukan hanya sekedar jumlah pertemuan tetapi juga mencerminkan intensitas penyampaian pesan dan interaksi antara penyuluh dengan sasaran penyuluhan (Mardikanto, 2020).

5) Lokasi Penyuluhan

Lokasi penyuluhan dalam konteks penyuluhan pertanian adalah tempat atau wilayah fisik di mana kegiatan penyuluhan dilakukan, yang dipilih berdasarkan kebutuhan sasaran, materi penyuluhan, kemudahan akses peserta, serta karakteristik geografis dan sosial masyarakat setempat (Mardikanto, 2020). Lokasi ini sangat penting dalam perencanaan penyuluhan karena menentukan aksesibilitas penyuluh kepada petani serta keterlibatan langsung sasaran dalam kegiatan, yang pada akhirnya mempengaruhi efektivitas penyampaian informasi dan pencapaian tujuan penyuluhan (Yulida & Kurniawan, 2021). Dalam praktik penyuluhan, penyuluh sering merencanakan dimana rapat, demonstrasi, pelatihan, atau kunjungan lapang akan dilaksanakan agar sesuai dengan kondisi kelompok tani dan memaksimalkan partisipasi mereka dalam proses penyuluhan (Aini, 2022).

Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 mengenai SP3K, lokasi penyuluhan harus dipilih secara strategis untuk mendukung efektivitas transfer ilmu antara penyuluhan dan sasaran. Pilihannya dapat berupa balai penyuluhan, lapangan, sawah, kebun, atau rumah petani sesuai dengan jenis dan metode penyuluhan yang digunakan. Pemilihan lokasi penyuluhan yang tepat memainkan peran penting dalam menentukan keberhasilan program penyuluhan pertanian karena lokasi yang dekat dan sesuai dengan karakteristik sasaran memperlancar akses penyuluh kepada petani serta mendukung pelaksanaan kegiatan secara efektif dan berkesinambungan, sehingga tujuan penyuluhan lebih mudah tercapai, hal ini juga ditegaskan oleh penelitian yang menunjukkan bahwa jarak wilayah binaan yang

dekat mempermudah aktivitas penyuluh dalam melaksanakan kunjungan dan interaksi dengan petani, sehingga kegiatan penyuluhan menjadi lebih efisien dan memberikan dampak positif terhadap pemahaman serta adopsi inovasi oleh petani (Irdiana *et al.*, 2023).

6) Waktu Penyuluhan

Waktu penyuluhan pertanian didefinisikan sebagai penentuan jadwal atau waktu pelaksanaan kegiatan penyuluhan yang disesuaikan dengan kondisi, kebiasaan, dan aktivitas sasaran, sehingga kegiatan tersebut dapat diikuti secara optimal oleh petani dan tidak bertentangan dengan jadwal kegiatan utama mereka (Mardikanto, 2020). Penentuan waktu yang tepat sangat penting dalam penyuluhan karena jadwal penyuluhan yang konsisten dan sesuai dengan rutinitas petani dapat meningkatkan partisipasi, konsentrasi, serta efektivitas penyampaian materi kepada sasaran, sebuah studi menunjukkan bahwa variabel waktu dan tempat penyuluhan berpengaruh signifikan terhadap sistem penyuluhan secara keseluruhan karena konsistensi waktu membantu mempertahankan motivasi dan keterlibatan petani dalam kegiatan tersebut (Fauziah *et al.*, 2024). Waktu penyuluhan yang tepat sangat menentukan keberhasilan program penyuluhan pertanian karena jadwal yang sesuai dengan aktivitas petani dan fase produksi tanaman dapat meningkatkan partisipasi, keterlibatan serta pemahaman sasaran terhadap materi yang disampaikan, dan penelitian menunjukkan bahwa ketidaksesuaian atau kurangnya perencanaan jadwal penyuluhan menjadi salah satu kendala utama yang menghambat efektivitas kegiatan penyuluhan di lapangan (Indriani & Suriani, 2024). Berikut beberapa pilihan waktu yang dapat digunakan:

1. Pagi hari, sebelum para petani memulai aktivitas utama di lahan.
2. Istirahat siang, saat yang tepat bagi petani mendapatkan jeda dari kegiatannya untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan.
3. Sore hari, setelah para petani telah menyelesaikan aktivitas di lahan.
4. Akhir pekan, waktu ini memungkinkan untuk menjangkau lebih banyak petani khususnya petani yang memiliki kesibukan di hari kerja.

7) Biaya Penyuluhan

Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 mengenai SP3K, penting untuk memiliki cukup ruang untuk menutupi biaya terapi agar dapat menyelenggarakan konseling yang efektif dan efisien, anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN), Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) baik provinsi maupun kabupaten/kota, baik sektoral maupun lintas sektoral, serta sumber lain yang sah dan tidak mengikat merupakan sumber dana penyuluhan. Biaya penyuluhan merujuk pada total pengeluaran yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan kegiatan penyuluhan kepada petani dengan tujuan meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan mengubah sikap petani dalam mengelola usaha pertanian (Anwar & Suryani, 2021). Beberapa faktor yang mempengaruhi biaya penyuluhan antara lain jumlah petani yang dilayani, lokasi daerah yang dijangkau, sasaran dan prasarana yang digunakan, serta tingkat keterampilan dan pengalaman penyuluh (Rahmawati & Hidayat, 2021). Sebagian dari biaya layanan penyuluhan dialokasikan untuk kegiatan edukatif dan pelatihan yang meningkatkan kemampuan petani dan dapat menghasilkan dampak ekonomi positif di lapangan ketika biaya tersebut dikelola secara efektif (Amghani *et al.*, 2023).

Peraturan Menteri 25/Permentan/OT.140/5/2009 Pertanian tentang Republik Pedoman Indonesia Penyusunan Nomor: Programa Penyuluhan Pertanian, pembiayaan penyelenggaraan penyuluhan pertanian bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara, Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah provinsi dan kabupaten/kota, dan sumber lain yang sah dan tidak mengikat. Penyuluhan pertanian yang efektif, didukung dengan dana yang cukup, memiliki potensi untuk meningkatkan hasil pertanian dan memajukan kesejahteraan para petani, karena layanan penyuluhan yang berkualitas dan konsisten terbukti berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan kapasitas petani serta mendorong adopsi praktik pertanian yang lebih baik (Sibuea *et al.*, 2025).

2.1.2 Perilaku Petani

1) Pengetahuan

Pengetahuan adalah hasil dari proses kognitif berupa pemahaman dan informasi yang dimiliki seseorang mengenai suatu objek atau fenomena tertentu yang diperoleh melalui pengalaman, pembelajaran, dan penginderaan terhadap

lingkungan sekitar. Pengetahuan tidak hanya sekadar fakta tetapi juga mencerminkan pemahaman individu tentang objek yang diamati, baik melalui indera maupun interaksi sosial, sehingga dapat mempengaruhi sikap dan tindakan seseorang dalam mengambil keputusan atau menjalankan suatu kegiatan (Amallya Faj *et al.*, 2022). Menurut kajian yang membahas konsep pengetahuan dalam epistemologi, pengetahuan juga dipandang sebagai *propositional knowledge* yang mencakup keyakinan yang dibenarkan dan benar, dimana individu tidak hanya mengetahui apa tetapi juga memahami mengapa suatu hal terjadi serta dapat menjelaskan keterkaitan penyebab dan akibatnya dalam konteks tertentu (Juniantari *et al.*, 2022).

Menurut Notoatmodjo (2014), pengetahuan adalah hasil dari "tahu" dan ini terjadi setelah orang melakukan pengindraan terhadap suatu objek tertentu, di mana sebagian besar pengetahuan manusia diperoleh melalui mata dan telinga. Dalam konteks yang lebih luas, pengetahuan tidak hanya sekadar pengumpulan fakta, tetapi juga mencakup kemampuan untuk menerapkan informasi tersebut dalam situasi praktis. Dalam perkembangannya, pengetahuan memiliki tingkatan yang bersifat hierarkis, mulai dari sekadar mengingat kembali hingga kemampuan untuk melakukan evaluasi kritis terhadap informasi yang diterima. Seseorang dikatakan memiliki pengetahuan yang mendalam apabila ia tidak hanya mampu menyebutkan apa yang dipelajari, tetapi juga mampu menginterpretasikan, menganalisis, dan menyimpulkan keterkaitan antarunsur dalam suatu sistem. Bloom (1956) dalam taksonominya menjelaskan bahwa domain kognitif terdiri dari enam tingkatan, yaitu tahu (*know*), memahami (*comprehend*), aplikasi (*application*), analisis (*analysis*), sintesis (*synthesis*), dan evaluasi (*evaluation*). Tingkatan ini menunjukkan bahwa proses kognitif manusia bergerak dari tingkat yang paling sederhana menuju tingkat berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*), yang sangat krusial dalam pengambilan keputusan dan penyelesaian masalah di kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia kerja profesional.

Keberadaan pengetahuan juga sangat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal, seperti tingkat pendidikan, pengalaman pribadi, akses terhadap informasi, dan paparan media massa. Pengetahuan yang diperoleh seseorang

sering kali menjadi fondasi bagi pembentukan sikap dan perilaku, individu yang memiliki pengetahuan yang baik tentang suatu subjek cenderung memiliki kecenderungan perilaku yang lebih terukur dan rasional dibandingkan mereka yang minim informasi. Rogers (2003) dalam teori difusi inovasi menekankan bahwa pengetahuan merupakan tahap awal yang paling menentukan sebelum seseorang memutuskan untuk menerima atau menolak sebuah inovasi baru. Tanpa adanya pengetahuan yang memadai, transformasi sosial dan teknis akan sulit terjadi, karena pengetahuan berfungsi sebagai instrumen utama dalam mengurangi ketidakpastian serta meningkatkan efikasi diri individu dalam menghadapi perubahan lingkungan yang dinamis.

1) Sikap

Sikap dalam konteks adopsi teknologi pertanian merupakan kesiapan mental petani untuk memberikan penilaian terhadap inovasi sebelum keputusan tindakan diambil. Indikator sikap yang paling fundamental mencakup tiga komponen utama, yaitu kognitif (keyakinan terhadap manfaat teknologi), afektif (perasaan suka atau tidak suka), dan konatif (kecenderungan untuk bertindak) (Sari & Mulyadi, 2021). Sikap seseorang terhadap suatu objek dipengaruhi oleh intensitas keyakinan bahwa objek tersebut memberikan keuntungan atau kerugian bagi dirinya (Azwar, 2016). Dalam dunia pertanian, indikator kognitif sering kali diukur melalui persepsi petani terhadap keunggulan relatif suatu teknologi, seperti efisiensi biaya atau peningkatan hasil panen, sementara indikator afektif berkaitan dengan tingkat kenyamanan dan rasa percaya diri petani saat menggunakan alat atau metode baru tersebut (Putri, *et al.*, 2021).

Sikap petani terhadap pemanfaatan media digital dalam penyuluhan sangat dipengaruhi oleh dukungan lingkungan sosial (norma kelompok) dan kemudahan akses yang dirasakan. Jika seorang petani merasa bahwa lingkungan sekitarnya mendukung penggunaan teknologi dan ia merasa mampu mengoperasikannya, maka sikap positif akan terbentuk (Yusuf *et al.*, 2022). Selain itu, menekankan bahwa indikator sikap yang kuat tercermin dari kemauan petani untuk menanggung risiko (*risk-taking*) dan keterbukaan mereka terhadap perubahan (*open-mindedness*), yang menjadi prasyarat bagi terjadinya transformasi perilaku dari cara tradisional menuju mekanisasi atau pertanian presisi (Mardikanto 2015).

Sikap positif petani terhadap penggunaan kartu tani atau platform digital pertanian secara signifikan ditentukan oleh seberapa besar teknologi tersebut dianggap mempermudah pekerjaan mereka sehari-hari. Sikap ini tidak bersifat statis, melainkan dinamis dan dapat diperkuat melalui paparan informasi yang berkelanjutan dari penyuluh. Dengan demikian, indikator sikap berfungsi sebagai prediktor terkuat bagi niat perilaku (*behavioral intention*) petani, di mana sikap yang positif hampir selalu menjadi pendahulu bagi keputusan adopsi teknologi yang sukses dan berkelanjutan di tingkat lapangan (Sumbayak *et al.*, 2021).

2) Keterampilan

Keterampilan merupakan kemampuan atau kecakapan yang dimiliki seseorang untuk melakukan suatu tindakan atau tugas secara efektif, cepat, dan tepat berdasarkan pengalaman, latihan, atau pembelajaran sebelumnya. Secara umum, keterampilan mencakup kemampuan untuk mengoperasikan suatu tugas, menyelesaikan masalah praktis, serta menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata sehingga menghasilkan tindakan yang baik dan benar (Nasihudin & Hariyadin, 2021). Menurut hasil penelitian Fadhilah *et al.* (2018), keterampilan seorang petani dapat dilihat dari kemampuan fisiknya dalam bertani, namun dasar untuk melakukan pekerjaan tersebut adalah kemampuan dalam membuat keputusan yang tepat sehingga keterampilan yang dimiliki dapat digunakan secara optimal. Menurut Mahrunnisya (2023), mengemukakan bahwa keterampilan dibagi menjadi 4 kategori yaitu:

1. *Basic literacy skill* adalah kemampuan fundamental yang tentu harus dimiliki oleh setiap individu seperti membaca, menulis, berhitung serta mendengarkan.
2. *Technical skill* adalah kemampuan yang bersifat teknis yang diperoleh melalui pembelajaran dalam bidang teknik seperti mengoperasikan komputer dan perangkat digital lainnya.
3. *Interpersonal skill* adalah kemampuan setiap orang dalam berkomunikasi satu sama lain seperti mendengarkan seseorang memberikan pendapat dan bekerja dalam tim.
4. *Problem solving* adalah kemampuan seseorang dalam menyelesaikan masalah dengan menggunakan logikanya.

2.1.3 Karakteristik Sasaran Penyuluhan

Karakteristik sasaran penyuluhan pertanian merujuk pada ciri-ciri demografis, sosial-ekonomi, serta kemampuan komunikasi yang dimiliki oleh petani atau kelompok sasaran yang akan menerima layanan penyuluhan, yang harus dipahami penyuluh agar pelaksanaan kegiatan penyuluhan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi mereka (Anwas, 2021). Karakteristik ini mencakup usia, tingkat pendidikan, pengalaman bertani, serta keterjangkauan komunikasi yang berbeda-beda antara satu petani dengan lainnya, sehingga mempengaruhi cara mereka menerima dan menerapkan informasi atau teknologi yang disampaikan (Irdiana *et al.*, 2023). Penentuan sasaran diawali dengan melakukan identifikasi potensi wilayah atau Identifikasi Potensi Wilayah (IPW), kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi sumber daya alam, komoditas unggulan, permasalahan yang dihadapi petani, serta peluang pengembangan usaha tani di suatu daerah (Mardikanto, 2020).

Karakteristik petani yang dilihat dari aspek demografi, perilaku, dan keterjangkauan komunikasi berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan kegiatan penyuluhan, karena petani dengan karakteristik yang berbeda membutuhkan pendekatan, metode dan media penyuluhan yang berbeda pula supaya materi penyuluhan dapat dipahami dan diadopsi secara efektif (Irdiana *et al.*, 2023). Dengan demikian, memahami karakteristik sasaran penyuluhan merupakan kunci dalam perencanaan program penyuluhan yang efektif, termasuk dalam menentukan materi, metode, waktu, dan media penyuluhan yang tepat untuk mencapai peningkatan pengetahuan, keterampilan dan sikap petani sasaran.

2.1.4 Tujuan Penyuluhan

Tujuan penyuluhan pertanian menurut Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 adalah untuk memperkuat pengembangan pertanian, perikanan, serta kehutanan yang maju dan modern dalam sistem pembangunan yang berkelanjutan, serta memberdayakan pelaku utama dan pelaku usaha dalam peningkatan kemampuan melalui penciptaan iklim usaha yang kondusif, penumbuhan motivasi, pengembangan potensi, pemberian peluang, peningkatan kesadaran, pendampingan, dan fasilitasi. Selain itu, penyuluhan bertujuan memberikan kepastian hukum bagi terselenggaranya penyuluhan yang produktif, efektif,

efisien, terdesentralisasi, partisipatif, terbuka, berswadaya, bermitra sejajar, dan bertanggung jawab, yang dapat menjamin terlaksananya pembangunan pertanian, perikanan, dan kehutanan secara menyeluruh.

Peraturan Menteri 47/Permentan/SM.010/9/2016 Pertanian tentang Republik Indonesia Nomor: Pedoman Penyusunan Programa Penyuluhan Pertanian, menetapkan prinsip yang digunakan dalam merumuskan tujuan meliputi kriteria:

1. SMART (*spesifik, measurable, actionary, realistic, dan time frame*) yaitu perumusan tujuan dilakukan dengan memperhatikan kriteria khas, dapat diukur, dapat dikerjakan/dapat dilakukan, sesuai kemampuan dan memiliki batasan waktu untuk mencapai tujuan.
2. ABCD (*audience, behaviour, condition, dan degree*) yaitu perumusan tujuan dilakukan dengan memperhatikan aspek khalayak sasaran, perubahan perilaku yang dikehendaki, kondisi yang akan dicapai, dan derajat kondisi yang akan dicapai.

Tujuan penyuluhan pertanian tidak hanya memperkenalkan teknologi atau meningkatkan produksi tanaman semata, tetapi juga mencakup upaya mendorong petani menerapkan praktik bertani yang lebih baik (*better farming*) melalui pembekalan pengetahuan dan keterampilan teknis yang sesuai dengan kondisi lapangan, mengembangkan usaha tani yang lebih menguntungkan (*better business*) sehingga petani mampu merencanakan dan mengelola usahanya secara efektif dan produktif, meningkatkan kualitas hidup petani dan keluarganya (*better living*) melalui peningkatan pendapatan dan kapasitas ekonomi rumah tangga, serta menjaga kesehatan dan kelestarian lingkungan melalui praktik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, sehingga masyarakat pertanian tidak hanya sejahtera secara ekonomi tetapi juga bertanggung jawab terhadap ekosistem sekitar (Anwarudin *et al.*, 2021).

2.1.5 Evaluasi Penyuluhan Pertanian

Evaluasi penyuluhan adalah proses sistematis pengumpulan, pengukuran, dan analisis informasi mengenai perencanaan, pelaksanaan, hasil, serta dampak kegiatan penyuluhan untuk menilai relevansi, efektivitas, efisiensi, dan pencapaian tujuan program yang telah ditetapkan, sehingga hasil evaluasi dapat digunakan sebagai umpan balik untuk perbaikan dan pengembangan penyuluhan

di masa mendatang. Dalam konteks penyuluhan pertanian, evaluasi tidak hanya mencerminkan penilaian terhadap kegiatan yang telah berjalan, tetapi juga mengidentifikasi kelemahan, kekuatan, serta peluang peningkatan kinerja program sehingga tujuan seperti perubahan pengetahuan, keterampilan, dan sikap sasaran bisa tercapai secara optimal (Harahap & Lukman, 2017).

Menurut Hariadi dan Subejo (2021), evaluasi penyuluhan pertanian secara sederhana dapat diartikan sebagai pengukuran dan penilaian proses dan hasil suatu kegiatan atau program penyuluhan pertanian. Tujuan dilaksanakannya evaluasi adalah untuk: (1) mengetahui pencapaian tujuan kegiatan/program, kekurangan dan kelemahan pelaksanaan; (2) memperbaiki program; dan (3) menetapkan dan mengetahui efektivitas dan efisiensi program, manfaat dan dampak program atau kegiatan. Evaluasi dilakukan untuk menetapkan perubahan sikap, keterampilan, dan pengetahuan petani setelah penyuluhan pertanian dilaksanakan (Haq et al, 2021). Menurut Yulistiani *et al*, (2022), hasil evaluasi sebagai dasar perbaikan untuk perencanaan, pengambilan keputusan, dan pelaksanaan program penyuluhan yang lebih efektif baik saat ini maupun di masa depan.

2.1.6 Validasi Penyuluhan Pertanian

Validasi penyuluhan pertanian merupakan suatu proses evaluatif yang bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan penyuluhan yang dilaksanakan mampu mencapai tujuan yang telah ditetapkan, khususnya dalam meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan petani sebagai sasaran kegiatan (Yulistiani *et al.*, 2022). Validasi diperlukan agar pelaksanaan penyuluhan tidak hanya bersifat administratif, tetapi memiliki dasar empiris mengenai dampaknya terhadap perubahan perilaku sasaran (Delly & Nur Fajrullah, 2023). Dalam perspektif teori Difusi Inovasi yang dikemukakan oleh Everett M. Rogers (2003), keberhasilan penyuluhan dapat dianalisis melalui tingkat penerimaan inovasi berdasarkan atribut *relative advantage*, *compatibility*, *complexity*, *trialability*, dan *observability*. Oleh karena itu, validasi penyuluhan dalam penelitian ini diarahkan untuk menilai efektivitas proses komunikasi inovasi sehingga mampu meningkatkan kesiapan petani dalam mengadopsi teknologi biochar (Annor-Frempong *et al.*, 2022).

Selain validasi terhadap pelaksanaan program, penelitian kuantitatif juga mensyaratkan adanya validasi instrumen penelitian agar data yang diperoleh benar-benar sahih dan konsisten (Sugiyono, 2021). Uji validitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana butir pernyataan dalam angket mampu mengukur konstruk yang diteliti, sedangkan uji reliabilitas dilakukan untuk menilai tingkat konsistensi hasil pengukuran, misalnya melalui koefisien *Cronbach's Alpha* (Arikunto, 2021). Keduanya saling melengkapi untuk memastikan ketepatan instrument dalam mengukur variable yang diteleti dan untuk mengetahui tingkat konsistensi instrument. Instrumen yang memenuhi kriteria valid dan reliabel akan menghasilkan data yang akurat serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Sugiyono, 2021). Dengan demikian, validasi penyuluhan dan validasi instrumen merupakan dua aspek metodologis yang saling melengkapi dalam menjamin kualitas dan kredibilitas penelitian penyuluhan pertanian (Li *et al.*, 2021).

2.1.7 Biochar Tongkol Jagung

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) adalah salah satu tanaman pangan strategis dunia dari keluarga rumput-rumputan (*Gramineae*) yang memiliki peran ganda sebagai sumber karbohidrat utama, pakan ternak, dan bahan baku industri. Secara botani, jagung merupakan tanaman semusim (*annual*) dengan siklus hidup berkisar antara 80 hingga 150 hari tergantung pada varietas dan ketinggian tempat penanamannya (Edy Suyamto, 2020).



Gambar 1 Biochar Tongkol Jagung
Sumber: Dokumentasi Pribadi, (2026)

Dalam sistem pertanian di Indonesia, jagung merupakan komoditas terpenting kedua setelah padi dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Selain bijinya yang digunakan untuk konsumsi dan pakan, limbah tanaman jagung seperti tongkol dan klobot kini mulai banyak dimanfaatkan melalui teknologi tepat guna. Sebagaimana disebutkan dalam riset (Anzitha *et al.* 2024). Tanaman jagung memiliki siklus hidup yang terdiri dari fase vegetatif dan generatif serta diklasifikasikan sebagai berikut (Karim *et al.*, 2020):

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
Divisio : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
Sub Division : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
Classis : *Monocotyledone* (berkeping satu)
Ordo : *Gramineae* (rumput-rumputan)
Familia : *Graminaceae*
Genus : *Zea*
Species : *Zea mays* L

Jagung memiliki adaptasi yang sangat luas, namun pertumbuhan optimalnya membutuhkan kondisi lingkungan tertentu. Tanaman ini tumbuh baik pada tanah yang gembur, kaya bahan organik, dan memiliki drainase yang baik dengan tingkat keasaman (pH) tanah berkisar antara 5,6 hingga 7,5 (Syafuruddin *et al.*, 2020). Dari sisi iklim, jagung memerlukan curah hujan yang merata sekitar 85-200 mm per bulan selama masa pertumbuhan. Suhu udara ideal untuk pertumbuhan jagung adalah antara 23°C hingga 30°C. Kelembapan yang terlalu tinggi atau kekeringan ekstrem pada fase pembungaan dapat menyebabkan kegagalan penyerbukan, yang secara langsung akan menurunkan produktivitas biji pada tongkol (Suarni *et al.*, 2019).

Pemanfaatan limbah jagung, khususnya tongkol jagung, sebagai biochar telah menjadi fokus penelitian dalam beberapa tahun terakhir karena potensi lingkungan dan agronomisnya. Biochar dari tongkol jagung dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat kimia dan fisik tanah, serta membantu menyerap nutrisi yang tersedia bagi tanaman (Mautuka *et al.*, 2022; Hidayat *et al.*, 2022). Selain itu, biochar tongkol jagung juga berfungsi sebagai pupuk slow-release yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, termasuk jagung, kakao, dan sayuran (Sukmawati *et al.*, 2024; Nita *et al.*, 2025). Penggunaan biochar dari limbah tongkol jagung juga dapat menaikkan pH tanah dan meningkatkan jumlah

unsur hara tanaman yang diserap tanaman, sekaligus mengurangi jumlah pupuk NPK yang dibutuhkan sebesar 75% (Wijaya *et al.*, 2022).

Penggunaan teknologi produksi biochar seperti single drum kiln memungkinkan konversi limbah tongkol jagung menjadi produk yang bernilai tambah sekaligus mengurangi akumulasi limbah pertanian (Hidayat *et al.*, 2023). Lebih lanjut, biochar tongkol jagung juga dapat digunakan untuk remediasi logam berat dalam air limbah, menunjukkan fleksibilitas aplikasinya baik di bidang pertanian maupun lingkungan (Subarkhah & Titah, 2023). Dengan demikian, pemanfaatan limbah jagung menjadi biochar bukan hanya solusi pengelolaan limbah, tetapi juga strategi peningkatan produksi tanaman dan keberlanjutan lingkungan.

Menurut Peraturan Menteri Pertanian Indonesia Nomor 01 Tahun 2019 Tentang Pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah, menjelaskan bahwa pembenah tanah adalah bahan-bahan sintetis atau alami, organik atau mineral berbentuk padat atau cair yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan/atau biologi tanah. Penggunaan bahan pembenah tanah (*soil amandemen*) tentunya akan meningkatkan bahan organik tanah serta kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan tanaman sehingga dapat mencapai pertanian berkelanjutan (*sustainable farming*) (Suryani *et al.*, 2023). Di antara ahli tanah, istilah ini merujuk pada bahan-bahan yang bersifat sintetis atau alami, baik organik maupun mineral, dalam bentuk padat ataupun cair yang dapat meningkatkan struktur tanah, mampu mengubah kapasitas tanah dalam menahan dan mengalirkan air, serta dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan hara, sehingga air dan hara tidak mudah lenyap, namun tanaman tetap dapat memanfaatkan air dan hara tersebut (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian Balai Penelitian Tanah, 2022).

1) Pembuatan Biochar Tongkol Jagung

a. Cara Tradisional

Metode tradisional merupakan teknik sederhana dalam pembuatan biochar yang umumnya dilakukan dengan memanfaatkan lubang tanah atau tungku sederhana sebagai tempat pembakaran biomassa. Pada metode ini, biomassa seperti tongkol jagung dibakar dengan kondisi oksigen terbatas sehingga terjadi

proses pirolisis yang menghasilkan biochar (Hidayat & Pramuga, 2024). Proses pembakaran dilakukan secara bertahap hingga bahan berubah menjadi arang, kemudian pembakaran dihentikan dengan menutup bahan untuk mengurangi masuknya oksigen sehingga arang tidak berubah menjadi abu (Isnainiyah *et al.*, 2022). Hasil penelitian terdahulu oleh Pratama & Hidayat (2020) menunjukkan bahwa lama pembakaran selama 2–3 jam pada sistem pirolisis tertutup menghasilkan biochar dengan kadar abu dan pH yang sesuai untuk aplikasi pertanian. Namun, pembakaran yang tidak terkendali dapat menyebabkan karbon yang dihasilkan lebih rendah sehingga kualitas biochar menjadi berkurang. Metode tradisional banyak diterapkan oleh petani karena menggunakan peralatan sederhana, biaya rendah, dan dapat memanfaatkan limbah pertanian yang tersedia di sekitar lahan usaha tani.

a. Single Drum Klin

Metode single drum kiln merupakan salah satu teknik pembuatan biochar yang menggunakan drum logam sebagai reaktor pirolisis. Pada metode ini biomassa dipanaskan dalam kondisi oksigen terbatas sehingga tidak mengalami pembakaran sempurna, tetapi mengalami proses pirolisis yang menghasilkan biochar dengan kandungan karbon yang tinggi. Penggunaan drum sebagai reaktor memungkinkan proses karbonisasi berlangsung lebih terkendali karena jumlah udara yang masuk dapat diatur melalui lubang ventilasi sehingga kualitas biochar yang dihasilkan menjadi lebih baik (Lehmann & Joseph, 2021). Selain itu, metode single drum kiln relatif sederhana, mudah diaplikasikan oleh petani, biaya pembuatannya rendah, serta sesuai digunakan untuk mengolah limbah biomassa pertanian seperti tongkol jagung.

Tongkol jagung merupakan salah satu biomassa yang sangat potensial sebagai bahan baku biochar karena mengandung lignoselulosa dan karbon yang cukup tinggi. Sebelum proses karbonisasi dilakukan, tongkol jagung sebaiknya dikeringkan terlebih dahulu untuk menurunkan kadar air sehingga proses pirolisis berlangsung lebih efisien dan menghasilkan biochar dengan kualitas yang lebih baik (Lehmann & Joseph, 2021). Tahap awal pembuatan biochar dilakukan dengan menyiapkan drum single drum kiln, kemudian tongkol jagung dimasukkan ke dalam drum hingga terisi sesuai kapasitas alat. Selanjutnya dilakukan

penyalan dan pengaturan lubang ventilasi agar suplai oksigen tetap terbatas sehingga biomassa mengalami karbonisasi, bukan pembakaran sempurna. Selama proses pirolisis, suhu pembakaran umumnya berada pada kisaran 400-500°C. Kisaran suhu tersebut dinilai mampu menghasilkan biochar dengan kandungan karbon tetap (*fixed carbon*) yang tinggi, struktur pori yang lebih stabil, serta rendemen yang baik sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai pembenah tanah. Oleh karena itu, pengendalian suhu dan suplai udara menjadi faktor penting yang menentukan kualitas biochar yang dihasilkan.

Lama proses karbonisasi menggunakan metode *single drum kiln* pada biomassa tongkol jagung umumnya berkisar 2-3 jam, sedangkan keseluruhan proses mulai dari penyalan hingga pendinginan memerlukan waktu sekitar 3-4 jam, bergantung pada kadar air biomassa, ukuran tongkol jagung, jumlah bahan baku, serta kestabilan suhu selama proses pirolisis. Setelah seluruh biomassa berubah menjadi biochar, seluruh lubang ventilasi dan bagian atas drum ditutup rapat untuk menghentikan masuknya oksigen sehingga biochar tidak mengalami pembakaran lanjutan menjadi abu. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan selama 30-60 menit hingga suhu biochar menurun dan aman untuk dikeluarkan dari dalam drum. Biochar yang telah dingin kemudian dikeluarkan dari dalam drum, dibersihkan dari sisa abu yang menempel, selanjutnya digiling sesuai kebutuhan sebelum dilakukan pengujian karakteristik biochar yang meliputi rendemen, kadar air, pH, tekstur, dan warna. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk mengetahui kualitas biochar yang dihasilkan dari metode *single drum kiln*.

1) Pengaplikasian Biochar Tongkol jagung

Pengaplikasian biochar ke lahan dapat dilakukan dengan beberapa teknik praktis yang disesuaikan dengan kondisi lahan, ketersediaan bahan, dan jenis tanaman. Metode pertama adalah penyebaran secara merata (*broadcasting*) di atas permukaan tanah yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan tanah menggunakan cangkul atau traktor agar biochar tercampur merata pada lapisan perakaran (Sukartono & Utomo, 2020). Metode kedua adalah pemberian pada larikan atau lubang tanam, dimana biochar ditempatkan secara terpusat pada barisan tanaman atau lubang tanam untuk menghemat penggunaan bahan

sekaligus meningkatkan perbaikan kondisi tanah di sekitar akar (Hendarto *et al.*, 2021). Penggunaan biochar tongkol jagung dalam budidaya tanaman menunjukkan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Nugroho *et al.* (2022), aplikasi biochar tongkol jagung pada tanaman jagung mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot tongkol dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Peningkatan tersebut berkaitan dengan kemampuan biochar dalam memperbaiki sifat tanah serta meningkatkan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Biochar juga dapat diaplikasikan bersamaan dengan pupuk organik atau pupuk anorganik untuk meningkatkan efektivitas pemupukan. Fitriani *et al.* (2024) menyatakan bahwa kombinasi biochar tongkol jagung dengan pupuk anorganik menghasilkan produksi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan pupuk tunggal. Hal tersebut menunjukkan bahwa biochar berperan sebagai pembenah tanah yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk melalui perbaikan sifat fisik dan kimia tanah.

Biochar sebaiknya diaplikasikan bersama bahan organik atau kompos agar mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan unsur hara dan memperbaiki kualitas tanah secara berkelanjutan (Nurida *et al.*, 2015). Mencampurkan biochar dengan pupuk kandang atau limbah organik selama proses pengomposan juga dapat meningkatkan efektivitas biochar karena biochar mampu menyerap unsur hara dan membantu pelepasan unsur hara secara perlahan (*slow release*) sehingga ketersediaan nutrisi bagi tanaman menjadi lebih optimal (Latupeirissa *et al.*, 2023).

2.2 Hasil Pengkajian Terdahulu

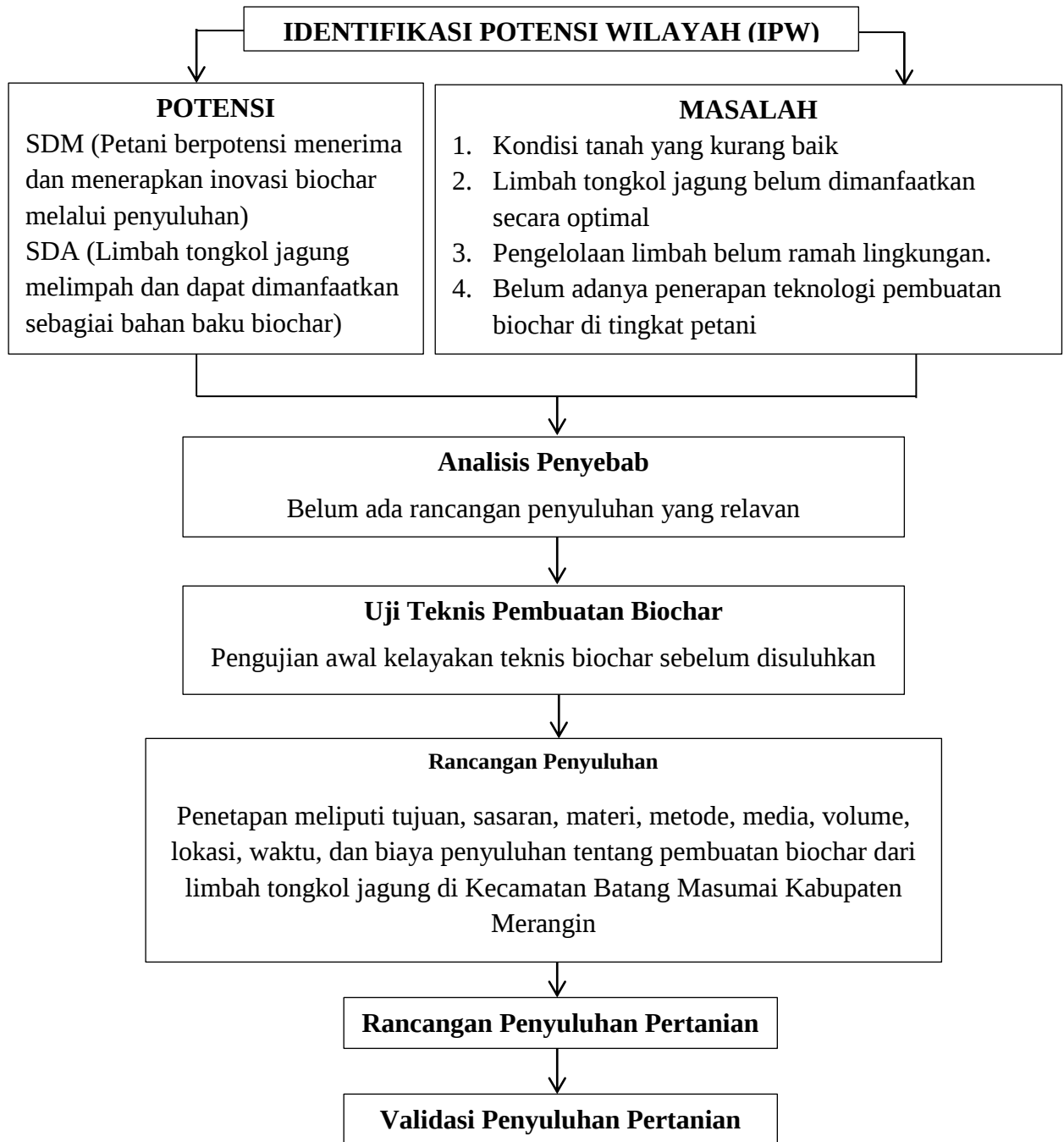
Tabel 1 Hasil Pengkajian Terdahulu

No	Variabel	Sumber	Hasil Analisis
1	Proses Pembuatan Biochar (suhu, waktu pirolisis, rendemen)	Sari <i>et al.</i> (2021)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pirolisis berpengaruh nyata terhadap rendemen dan kualitas biochar tongkol jagung. Suhu 400–500°C menghasilkan biochar dengan kadar karbon tetap lebih tinggi

Lanjutan Tabel 1

No	Variabel	Sumber	Hasil Analisis
		Pratama & Hidayat (2020)	dan struktur pori lebih stabil sehingga lebih efektif sebagai pembenah tanah. Lama pembakaran 2-3 jam pada sistem pirolisis tertutup menghasilkan biochar dengan kadar abu dan pH yang sesuai untuk aplikasi lahan pertanian. Proses pembakaran tidak sempurna menyebabkan kadar karbon rendah dan efektivitas di tanah menurun.
2	Sifat Fisik Tanah (porositas, bulk density, kapasitas menahan air)	Lestari & Putra (2021)	Pemberian biochar tongkol jagung 5-15 ton/ha menurunkan bulk density dan meningkatkan porositas tanah. Struktur biochar yang berpori membantu meningkatkan kapasitas menahan air dan aerasi tanah.
3	Pertumbuhan dan Hasil Tanaman	Nugroho <i>et al.</i> (2022)	Biochar tongkol jagung yang diaplikasikan pada tanaman jagung meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot tongkol dibandingkan kontrol. Efek ini berkaitan dengan peningkatan ketersediaan hara dan perbaikan sifat tanah.
		Fitriani <i>et al.</i> (2024)	Kombinasi biochar tongkol jagung dan pupuk anorganik memberikan hasil produksi lebih tinggi dibandingkan penggunaan pupuk tunggal. Biochar berperan sebagai pembenah tanah yang memperbaiki efisiensi pemupukan.

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 2 Kerangka Pikir