

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Landasan Teori

#### 2.1.1 Tanaman Padi

##### 1. Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa*) termasuk tanaman pangan turunan pertama beras putih yang dikonsumsi oleh orang di seluruh dunia. Beras memenuhi kebutuhan tubuh manusia dengan kalori dan nutrisi lainnya. Padi merupakan jenis tanaman semusim yang merupakan kelompok rumput-rumputan (Sitohang, 2019). Tanaman padi tergolong dalam kelompok tumbuhan berumur singkat yang menyelesaikan siklus hidupnya dalam waktu kurang dari satu tahun, hanya ditanam sekali, dan dimatikan setelah berhasil panen (Sitohang, 2019). Secara klasifikasi botani, padi termasuk dalam famili *Poaceae*, juga dikenal sebagai suku rumput-rumputan. Padi merupakan tumbuhan berumur pendek dengan sistem perakaran serabut. Batangnya pendek dan tersusun dari ruas-ruas pelepah daun yang saling menyanggah satu sama lain. Daunnya tergolong daun sempurna, tegak, berbentuk memanjang menyerupai tombak (lanset), berwarna hijau muda hingga hijau tua, dengan pola tulang daun sejajar, serta permukaannya dilapisi rambut halus yang jarang. Bunganya berbentuk majemuk dengan tipe malai yang bercabang. Setiap bunga kecil disebut floret dan terletak pada spikelet yang menempel langsung pada cabang malai (panikula). Buahnya berbentuk butiran (kariopsis), di mana bagian biji dan buah menyatu sehingga sulit dibedakan. Ukuran bulir berkisar antara 3 hingga 15 mm, dengan bentuk mendekati bulat hingga lonjong, dan dibungkus oleh palea dan lemma yang biasa dikenal sebagai sekam (Sianipar, 2023).

Rangkaian pembagian ilmiah pada tumbuhan dikelompokkan menjadi:

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| <i>Divisio</i>    | : <i>Spermatophyta</i> ,    |
| <i>Sub Diviso</i> | : <i>Angiospermae</i> ,     |
| <i>Kelas</i>      | : <i>Monocotyledoneae</i> , |
| <i>Ordo</i>       | : <i>Poales</i> ,           |
| <i>Famili</i>     | : <i>Graminae</i> ,         |
| <i>Genus</i>      | : <i>Oryza</i> Linn,        |
| <i>Species</i>    | : <i>Oryza Sativa</i> L.    |

Menurut Sianipar (2023), secara mendasar, morfologi padi dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu :

#### 1) Bagian Vegetatif Tanaman Padi

Komponen vegetatif dari tumbuhan padi mencakup struktur-struktur yang memiliki peran dalam menopang serta menjalankan aktivitas pertumbuhan. Elemen-elemen tersebut meliputi sistem perakaran, ruas batang, dan helaian daun

##### a. Akar

Akar padi tergolong akar serabut. Akar yang tumbuh dari kecambah biji disebut akar utama, sedangkan akar yang tumbuh di dekat buku disebut akar seminal. Akar padi tidak banyak mengalami perubahan karena tidak memiliki pertumbuhan sekunder. Akar tanaman padi memiliki beberapa fungsi, yaitu untuk menopang batang, menyerap unsur hara dan air, serta untuk pemapasan.

##### b. Batang

Dari sisi peranannya, batang berfungsi sebagai jalur distribusi air serta elemen hara menuju seluruh bagian tumbuhan. Secara struktur, batang bertugas menyangga keseluruhan tubuh tanaman, dibantu oleh kekuatan pelepah daunnya. Batang tanaman padi berbentuk silindris, berongga, serta memiliki ruas-ruas yang teratur. Pada tahap awal pertumbuhannya, ruas batang tersebut terlihat sangat pendek dan saling berdekatan. Ketika tanaman padi memasuki tahap pembentukan alat reproduksi, ruas-ruas batang mulai mengalami pemanjangan disertai rongga yang lebih jelas. Dari buku bagian bawah, akan muncul tunas samping yang kemudian berkembang menjadi batang tingkat lanjutan seperti batang ketiga dan seterusnya. Laju pertumbuhan ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, ketersediaan unsur hara, teknik budidaya yang diterapkan, serta pengaturan jarak antar tanaman.

##### c. Daun

Helai daun pada tanaman padi tumbuh secara bergantian di sepanjang ruas batang, dengan hanya satu daun yang muncul pada setiap ruas. Setiap daun terdiri atas beberapa bagian, yaitu pelepah, aurikula (telinga daun), helaian utama, dan ligula (lidah daun). Daun yang berada di posisi paling atas cenderung berukuran paling pendek, sedangkan daun keempat dari pucuk umumnya memiliki panjang paling maksimal. Varietas padi unggulan

umumnya memperlihatkan jumlah daun berkisar antara 14 hingga 18 lembar, meskipun total daun ini dapat berbeda tergantung pada jenis varietas yang ditanam.

## 2) Bagian Generatif Tanaman Padi

Bagian generatif tanaman padi terdiri dari malai, bunga, dan buah padi (gabah). Bagian generatif tanaman padi dijelaskan sebagai:

### a. Malai

Malai tersusun atas percabangan utama yang tumbuh dari ruas batang padi. Umumnya, ruas-ruas tersebut berjumlah sekitar 8 hingga 10. Dari ruas dasar malai akan muncul satu cabang pokok yang kemudian menumbuhkan percabangan lanjutan. Panjang malai diukur mulai dari ruas paling atas hingga mencapai butiran gabah yang terletak di bagian paling ujung.

### b. Bunga

Bunga pada tanaman padi bersifat hermaprodit, ditandai dengan keberadaan enam benang sari yang bertangkai pendek dan memiliki dua antera sebagai tempat serbuk sari. Selain itu, terdapat dua putik yang masing-masing dilengkapi kepala putik berwarna putih atau keunguan. Bunga ini juga dilindungi oleh sepasang palea dan lemma yang menyerupai kelopak.

### c. Buah Padi

Hasil buah dari tanaman padi, yang lazim dikenal sebagai gabah, tersusun atas lapisan luar bernama sekam dan bagian inti yang disebut karyopsis. Bagian sekam terbentuk dari dua struktur utama, yakni lemma dan palea. Sementara itu, bagian dalam biji yang dikenal sebagai beras pecah kulit berasal dari karyopsis, yang mencakup embrio (lembaga) serta jaringan cadangan makanan yang disebut endosperm.

## 2. Syarat Tumbuh Tanaman Padi

Tanaman padi umumnya membutuhkan suhu antara 11° dan 25° untuk perkecambahan, 22° hingga 23° untuk pembungaan, dan 20° hingga 25° untuk pembentukan biji. Karena ini adalah suhu yang ideal untuk tanaman padi, terutama di daerah tropis. Fotosintesis, tahapan pematangan tanaman menuju perkembangan dan pembentukan hasil berupa buah maupun biji sangat dipacu secara positif oleh suhu lingkungan serta tingkat pencahayaan yang diterima oleh tanaman di sekitarnya. Sebagai tanaman penting, produktivitas padi harus dijaga. Menanam

padi sesuai persyaratan tumbuhnya adalah salah satu cara untuk menjaga produktivitas padi. (Adi, 2019). Berikut syarat tumbuh tanaman padi :

a. Curah hujan

Pertumbuhan tanaman padi akan berlangsung secara optimal apabila dibudidayakan di wilayah beriklim tropis maupun subtropis yang ditandai dengan suhu hangat serta tingkat kelembapan udara yang relatif tinggi. Rata-rata curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan tanaman padi adalah 200 mm per bulan atau 1500-2000 mm per tahun. Sebenarnya, padi dapat ditanam dengan baik baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Namun, untuk mempertahankan produktivitas tanaman pada musim kemarau, penting untuk memperhatikan ketersediaan air. Pada saat masa curah hujan tinggi, kewaspadaan diperlukan karena aktivitas penyerbukan berpotensi menjadi tidak optimal.

b. Ketinggian tempat dan suhu udara

Tanaman padi akan berkembang pada suhu 22-27° pada wilayah rendah, di ketinggian 0-650 meter di atas permukaan laut (mdpl). Tumbuhan ini menunjukkan performa optimal pada kisaran temperatur 19–23° di dataran tinggi. Pencahayaan matahari, angin, dan suhu. Tanaman padi memerlukan sinar matahari yang optimal tanpa perlindungan. Angin memiliki dampak terhadap pertumbuhan padi dengan signifikan, terutama saat penempelan serbuk sari dan pembentukan biji. Namun, angin yang sangat kuat dapat merusak tanaman. Suhu juga memiliki dampak besar pada produktivitas tanaman padi. Gabah kosong dapat terjadi karena suhu yang tinggi dan kelembapan yang tinggi. Sementara itu, suhu yang terlalu rendah selama fase berbunga dapat merusak serbuk sari dan memperlambat pembukaan putik. Proses fotosintesis tanaman dipengaruhi oleh sinar matahari secara signifikan, terutama saat fase berbunga hingga pemasakan buah. Intensitas sinar matahari dan kondisi awan memengaruhi proses berbunga dan pemasakan buah. Oleh sebab itu, tanaman padi sebaiknya dibudidayakan pada lahan terbuka tanpa teduh agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman berlangsung optimal (Adi, 2019).

c. Kondisi tanah

Jika pertumbuhannya ingin maksimal, kondisi tanah juga harus sempurna. Padi memerlukan tanah bertekstur lempung yang kaya unsur hara dengan kedalaman antara 18 dan 22 cm. Tanaman padi berkembang optimal pada tanah dengan tingkat keasaman pH sekitar 7 (netral). Padi dapat tumbuh di tanah alkalis mengandung kapur dengan nilai pH antara 8,1 hingga 8,2, tetapi hasil panennya tidak sebagus pada tanaman padi yang tumbuh di tanah pH netral.

**3. Budidaya Tanaman Padi**

Padi tergolong tanaman budidaya bernilai ekonomi tinggi, sebab beras sebagai hasil utamanya menjadi sumber konsumsi pokok sekaligus penyumbang nutrisi bagi manusia. Berdasarkan keterangan dari Pusluhtan Kementerian Pertanian (2019), tahapan-tahapan yang dapat dilakukan pada budidaya padi sesuai panduan agar menghasilkan produksi yang maksimal, yaitu:

a. Pengolahan Lahan

Persiapan lahan harus sudah selesai 2 bulan sebelum penanaman. Persiapan dilakukan dengan mengolah lahan secara tradisional (pengolahan lahan dapat diolah secara manual dengan peralatan tradisional seperti cangkul, sabit, bajak, dan garu yang digerakkan oleh tenaga manusia atau hewan, maupun secara mekanis menggunakan mesin, seperti traktor. Sebelum proses ini, area harus dibersihkan terlebih dahulu dari gulma dan sisa tanaman. Lahan sawah perlu dialiri air guna mempermudah tahapan pengolahan tanah. Proses pembajakan bertujuan menekan serta menimbun gulma, sekaligus memadukan bahan organik seperti pupuk kandang, kompos, maupun pupuk hijau agar menyatu dengan media tanah. Genangan air dipertahankan selama 5 hingga 7 hari berikutnya untuk mempercepat dekomposisi sisa-sisa vegetasi.

b. Persemaian

Kegiatan persemaian idealnya dilakukan di lokasi yang mendukung agar benih yang dihasilkan memiliki mutu unggul. Media tanah yang dipakai sebaiknya subur, kaya bahan organik, serta bertekstur gembur dan tidak padat. Lokasi sebaiknya terbuka dan memperoleh pencahayaan matahari langsung, tanpa halangan naungan pepohonan. Disarankan area persemaian berdekatan dengan sumber air karena kebutuhan air cukup tinggi dalam

tahap ini. Bila lahan pertanaman luas, maka persemaian bisa disebar ke beberapa titik guna mempermudah distribusi saat tanam. Pengolahan tanah untuk pembibitan hendaknya dimulai sekitar 50 hari sebelum masa tanam. Sisa rumput atau jerami sebaiknya dibersihkan terlebih dahulu. Setelah itu, area digenangi air agar tanah menjadi lunak, gulma mati, serta mengurangi gangguan hama serangga di awal pertumbuhan. Apabila tanah telah digarap berulang kali hingga mencapai tekstur yang lunak dan halus, langkah selanjutnya adalah memperbaiki bagian pematang serta tanggul sawah. Ukuran lahan persemaian sebaiknya dibuat sekitar seperdua puluh dari total lahan tanam. Sebagai contoh, jika area yang akan ditanami padi seluas 1 hektar, maka kebutuhan luas untuk persemaian ialah  $1/20 \times 10.000 \text{ m}^2$ , yaitu sekitar  $500 \text{ m}^2$ . Kebutuhan benih diperkirakan sebesar 75 gram per meter persegi, atau sekitar 40 kilogram untuk keseluruhan persemaian. Sebelum disemai, benih yang akan digunakan perlu direndam terlebih dahulu selama kurang lebih 24 jam agar benih cepat berkecambah. Selain itu, perendaman dimaksudkan untuk memilah benih yang bertunas dan tidak. Benih yang tidak bertunas akan terapung lalu dibuang. Setelah direndam selama 24 jam, benih kemudian difermentasikan dengan cara dibungkus memakai daun pisang dan karung goni selama sekitar delapan jam. Setelah proses tersebut, benih yang telah muncul kecambah sepanjang kurang lebih 1 mm disebar secara merata di media semai untuk memperoleh pertumbuhan yang seragam. Guna menghindari potensi serangan hama atau penyakit, dilakukan penyemprotan cairan insektisida pada area persemaian saat memasuki hari ke-10 setelah penyebaran, dan kembali dilakukan saat persemaian memasuki usia 17 hari.

c. Penanaman

Tahapan penanaman dimulai dengan pengambilan tanaman dari area persemaian. Sebelum proses pencabutan berlangsung, petak semai sebaiknya telah digenangi air selama dua hingga tiga hari sebelumnya guna mempermudah pencabutan sekaligus menjaga agar akar bibit tetap utuh. Bibit yang layak tanam memiliki beberapa kriteria, di antaranya: (1) Berusia sekitar 25 sampai 40 hari, (2) Tinggi tanaman mendekati 25 cm, (3)

Memiliki lima hingga tujuh helai daun, (4) Batangnya tegap, kokoh, dan berukuran besar, serta (5) Terhindar dari gangguan hama maupun infeksi penyakit. Bibit yang telah dicabut kemudian dikumpulkan dalam ikatan besar dan harus segera ditanam pada hari yang sama agar tidak mengalami penurunan kualitas karena tertunda penanaman. Pembuatan barisan tanam yang ideal dilakukan dengan jarak antar tanaman sekitar 20 x 20 cm guna mempermudah aktivitas pemeliharaan seperti penyiangan dan pemberian nutrisi tambahan. Selain itu, jarak ini memungkinkan tanaman memperoleh sinar matahari secara optimal serta memaksimalkan serapan unsur hara secara merata. Proses tanam dilakukan dengan metode mundur, di mana tangan kanan digunakan untuk menusukkan bibit ke tanah dan tangan kiri memegang ikatan bibit. Setiap lubang tanam diisi oleh 2 hingga 3 rumpun bibit dengan posisi tegak dan kedalaman sekitar 3 sampai 4 cm. Penempatan bibit yang terlalu dalam maupun terlalu dangkal berpotensi menghambat pertumbuhan atau bahkan merusak perkembangan awal tanaman padi.

d. Penyiangan dan Penyulaman

Setelah kegiatan tanam, perlu dilakukan penggantian tanaman yang tidak tumbuh dengan baik melalui proses penyulaman. Selain itu, penyiangan menjadi tahap penting guna membersihkan gulma yang tumbuh di sekitar tanaman agar tidak bersaing dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan oleh padi serta tidak semakin berkembang atau semakin rimbun. Penyiangan dapat dilakukan sebanyak 2 kali setelah padi berumur 3 minggu dan 6 minggu.

e. Pemupukan

Pemupukan bertujuan untuk melengkapi pasokan nutrisi bagi tanaman dalam media tanam agar pertumbuhan dapat berlangsung optimal. Jenis pupuk beragam, masing-masing memiliki fungsi spesifik sesuai dengan fase perkembangan tanaman. Pupuk yang lazim diaplikasikan pada tanaman padi meliputi: (1) Pupuk alami diaplikasikan sebagai pupuk dasar sekitar 7–10 hari sebelum penanaman, contohnya pupuk kandang, organik, dan pupuk hijau, dengan takaran kurang lebih 10 ton per hektar. (2) Pupuk sintetis atau kimia diberikan pasca tanam, seperti Urea yang berfungsi menyuburkan

tanah, merangsang pertumbuhan anakan, serta memperbesar ukuran gabah; DS/TS yang memacu proses pembungaan dan percepatan panen; serta ZK yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit sekaligus mempercepat pembentukan pati.

f. Pengendalian Hama dan Penyakit

Beragam organisme pengganggu menyerang tanaman padi, antara lain wereng putih, trips padi, dan ulat tentara pada fase persemaian. Pengendalian dimulai dengan tindakan preventif melalui aplikasi insektisida sejak dini. Selanjutnya, hama lain seperti wereng coklat, walang sangit, kepik hijau, tikus sawah, dan burung dapat muncul pasca tanam dan diatasi dengan pestisida serta metode pengusiran menggunakan alat penghasil suara untuk menakuti burung. Demikian pula, serangan penyakit dapat dikendalikan melalui pemanfaatan insektisida maupun fungisida. Penyakit yang kerap muncul meliputi penyakit hawar daun (blast), bercak garis coklat pada daun, bercak daun berwarna coklat, pembusukan pelepah daun, serta serangan Fusarium.

g. Pengairan Air

Pengairan air merupakan unsur krusial dalam menunjang perkembangan tanaman padi sawah. Irigasi berperan signifikan dalam memperoleh hasil panen yang optimal. Sumber irigasi sering berasal dari aliran sungai yang mengandung endapan lumpur dan material organik, yang turut meningkatkan kesuburan tanah dan juga berasal dari irigasi. Tingkat kedalaman pengairan juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan dalam perawatan tanaman, yaitu: (1) Tanaman usia 108 hari dengan kedalaman cukup 5 cm. (2) Tanaman berumur 6 hingga 45 hari ditanam pada kedalaman 10-20 cm. (3) Tanaman berbutir ditanam dengan kedalaman 25 cm, kemudian frekuensi pengairan dikurangi secara bertahap. (4) Sepuluh hari menjelang panen, sawah dikeringkan sepenuhnya agar padi dapat matang serempak.

h. Panen

Padi yang siap untuk dipanen ditandai dengan sekitar 95% butir yang berubah warna menjadi kuning atau berumur antara 33-36 hari pasca



berbunga, dengan kadar air gabah berkisar 21-26%, jumlah butir hijau sedikit, serta bagian bawah malai masih mengandung sedikit gabah hijau. Lahan sawah perlu dikeringkan selama 7-10 hari sebelum panen dilakukan. Pemotongan batang dilakukan pada pangkal menggunakan sabit yang tajam, lalu hasil potongan ditempatkan di atas alas datar seperti terpal. Proses panen dapat dibantu dengan mesin guna efisiensi waktu. Produksi yang diharapkan mencapai 7 ton per hektar, namun saat ini hasil yang diperoleh berkisar antara 4 sampai 5 ton per hektar.

i. Pasca Panen

Proses perontokan padi dapat dilakukan secara manual dengan cara diinjak-injak atau dihempas dan dibanting, namun metode ini memerlukan waktu dan tenaga yang cukup besar. Efisiensi waktu dapat diperoleh dengan memanfaatkan mesin perontok. Setelah perontokan selesai, gabah perlu diayak atau ditapis guna mengurangi kontaminan, karena kandungan kotoran tidak diperkenankan melebihi 3%. Proses pengeringan dilakukan guna menurunkan kadar air dalam gabah hingga mencapai target 14%. Biasanya, pengeringan berlangsung selama 3-4 hari dengan paparan sinar matahari intens selama sekitar 3 jam setiap hari. Setelah kering, gabah dikemas dalam karung dan siap untuk diproses di penggilingan padi.

### **2.1.2 Pupuk Organik**

Pupuk organik menyimpan berbagai keunggulan dalam meningkatkan hasil pertanian, baik dari segi mutu maupun volume, serta memperbaiki kesuburan tanah secara lestari dan mengurangi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan pupuk organik dalam jangka waktu lama mampu meningkatkan kinerja lahan dalam produksi sehingga dapat mencegah degradasi lahan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan kandungan humus di dalam tanah. Banyak air yang terserap dan masuk ke dalam tanah akibat dari adanya humus di dalam tanah, maka dari itu peluang terjadinya erosi tanah dan hilangnya unsur hara di dalam tanah menjadi sangat minim. Fungsi kimia dari pupuk organik sangat penting yaitu sebagai penyedia hara makro (Nitrogen, Sulfur, Magnesium, Kalsium, Kalium dan Fosfor) dan hara mikro (Besi, Mangan, Barium, Kobalt, Tembaga dan Zink)

meskipun dalam jumlah yang kecil, memiliki kemampuan membentuk senyawa kompleks bersama ion logam beracun bagi tanaman seperti Aluminium, besi, dan mangan, serta mampu meningkatkan kapasitas tukar kation tanah (Prasetyo, 2014).

Salah satu varian pupuk organik merupakan produk yang diperoleh melalui proses dekomposisi residu tanaman dan hewan dengan peran organisme hidup. Dalam pembuatan pupuk ini, bahan utama yang dibutuhkan meliputi material organik serta agen pengurai, yang dapat berupa mikroorganisme maupun makroorganisme (Dinda, 2023). Limbah hewan yang umum dijadikan pupuk kandang biasanya berasal dari kotoran hewan ternak yang dipelihara masyarakat, seperti sapi. Kotoran ternak memiliki hara yang berbeda karena kadar hara ditentukan oleh makanan ternak. Jika kotorannya kaya hara N, P dan K maka makanan yang diberikan pun kaya akan zat tersebut (Dinda, 2023). Pupuk organik yang bersumber dari kotoran sapi mengandung Nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam konsentrasi yang cukup signifikan, disertai mineral lain seperti Magnesium, besi, serta mangan. Seekor sapi dewasa menghasilkan sekitar 20-23 kg feses tiap harinya. Dari jumlah tersebut, kandungan nitrogen mencapai 0,92%, kalium sebesar 1,03%, fosfat 0,23%, dan kalsium 0,38% (Dinda, 2023).

Pemakaian limbah kotoran sapi sebagai bahan organik telah lama dikenal, seiring dengan perkembangan peternakan sapi di Indonesia yang membuka peluang luas untuk pemanfaatan limbah tersebut sebagai pupuk kandang. Kotoran sapi merupakan bahan organik yang berperan dalam perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah termasuk faktor esensial sebagai media tanam karena pupuk kandang mengandung unsur hara lengkap yang mendukung pertumbuhan tanaman (Dianita, 2023). Penambahan organik kotoran sapi pada tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti kemampuan mengikat air, porositas dan berat volume tanah.

Interaksi antara bahan organik dari kotoran sapi dengan mikroorganisme tanah mampu meningkatkan agregasi dan struktur tanah. Proses ini terjadi melalui produk dekomposisi mikroba tanah, seperti polisakarida, yang berperan sebagai zat pengikat antar partikel tanah. Kondisi ini secara langsung memengaruhi porositas tanah (Dianita, 2023).

Organik kotoran sapi memiliki kandungan serat akar yang melimpah, terutama selulosa, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai rasio C/N yang tinggi, yakni

lebih dari 40. Kandungan karbon yang dominan dalam bahan organik tersebut menghambat pemanfaatan langsung pada lahan pertanian karena dapat menekan perkembangan tanaman pokok. Penurunan pertumbuhan ini disebabkan oleh aktivitas mikroba pengurai yang menggunakan nitrogen tersedia untuk mendegradasi bahan organik, sehingga nitrogen menjadi terbatas bagi tanaman utama. Untuk meningkatkan kadar nitrogen, kotoran sapi perlu melalui proses pengomposan sehingga menghasilkan bahan organik dengan rasio C/N di bawah 20. Selain isu rasio C/N, pemanfaatan langsung kotoran sapi juga terhambat oleh kadar air yang tinggi. Dalam praktik petani, bahan organik dengan kelembapan tinggi tersebut dikenal sebagai organik dingin, apabila diaplikasikan secara langsung, dibutuhkan tenaga kerja yang besar dan proses pelepasan amonia masih terus berlangsung (Dinda, 2023).

Bahan organik dari kotoran sapi sebagai sumber bahan organik menunjukkan keunggulan dibandingkan pupuk anorganik, di antaranya mampu mempertinggi kandungan bahan organik dalam tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, memperbaiki struktur tanah, mengoptimalkan aerasi serta kemampuan tanah dalam menahan air, menyuplai beragam unsur hara seperti Nitrogen, Fosfor, Kalium, dan mikroelemen lainnya, serta penggunaannya tidak menimbulkan efek merugikan bagi lingkungan (Prasetyo, 2014).

### **2.1.3 Rancangan Penyuluhan Pertanian**

Menurut Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan, Penyuluhan adalah tahapan edukasi bagi pelaku utama dan pelaku usaha guna mendorong kesiapan dan kemampuan petani dalam menolong dan mengorganisasikan dirinya dalam mengakses informasi pasar, teknologi, permodalan, dan sumberdaya lainnya, sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi usaha, pendapatan, dan kesejahteraan, serta menumbuhkan kesadaran akan pentingnya pelestarian fungsi ekosistem. Sistem penyuluhan pertanian, selanjutnya disebut penyuluhan, berperan dalam pengembangan kapasitas, wawasan, keterampilan, serta keilmuan para pelaku utama dan pelaku usaha pertanian. Penyuluhan pertanian merupakan proses pembelajaran nonformal yang difasilitasi oleh penyuluh kepada petani, bertujuan agar petani mampu melaksanakan praktik pertanian secara lebih efektif,

memperoleh keuntungan optimal, menjaga kelangsungan lingkungan hidup, berinteraksi sosial secara harmonis, serta meningkatkan taraf hidup menjadi lebih layak dan sejahtera (Faqih dkk, 2015).

#### **2.1.3.1 Tujuan Penyuluhan**

Penyuluhan di bidang pertanian memiliki dua sasaran pokok yang hendak diraih, yakni target dalam jangka pendek serta jangka panjang. Sasaran jangka pendek diarahkan untuk menumbuhkan serangkaian perubahan yang lebih terfokus dalam aktivitas budidaya, yang mencakup transformasi dalam aspek pengetahuan, keterampilan, serta tindakan para petani beserta anggota keluarganya, melalui peningkatan kapasitas dalam hal ilmu dan kecakapan. Dengan terjadinya pergeseran perilaku ke arah yang lebih baik, diharapkan petani mampu menjalankan usaha taninya secara lebih produktif, tepat guna, serta hemat sumber daya (Zakaria, 2006). Sementara itu, tujuan jangka panjang dimaksudkan untuk mendorong perbaikan tingkat kesejahteraan serta peningkatan kualitas hidup petani, yang dijalankan melalui pembenahan teknis dalam praktik pertanian (*better farming*), pengelolaan usaha tani yang lebih menguntungkan (*better business*), serta peningkatan kondisi kehidupan petani dan komunitas sekitarnya (*better living*).

Berdasarkan pengalaman pelaksanaan pembangunan sektor pertanian di Indonesia dalam kurun waktu tiga dasawarsa terakhir, tampak bahwa upaya untuk mewujudkan ketiga bentuk pembenahan yang telah disebutkan sebelumnya masih membutuhkan sejumlah penyempurnaan tambahan yang berkaitan (Deptan, 2002):

- a. Penataan ulang sistem kelembagaan pertanian (*better organization*) guna membangun jalinan kolaborasi dan hubungan kemitraan yang sinergis antar pelaku kepentingan.
- b. Peningkatan kualitas kehidupan warga (*better community*), yang tergambarkan melalui pertumbuhan pendapatan, terciptanya ketentraman, serta kestabilan dalam bidang sosial-politik yang memiliki peran penting dalam menunjang keberhasilan pembangunan pertanian yang merupakan sub- sistem pembangunan masyarakat (*community development*).
- c. Perbaikan usaha dan lingkungan hidup (*better enviroment*) demi kelangsungan usahataninya. Tentang hal ini, pengalaman menunjukkan

Bahwa pemanfaatan pupuk dan pestisida yang berlebihan serta tidak proporsional telah menimbulkan dampak merugikan terhadap hasil usaha tani dan pemasukan petani, di samping turut memperparah degradasi lingkungan, yang dikhawatirkan dapat mengganggu kesinambungan pembangunan pertanian di masa mendatang.

Landasan yang dijadikan acuan dalam menyusun tujuan adalah konsep SMART (Anonim, 2009) :

- a. *Specific* (khusus), yakni kegiatan penyuluhan di bidang pertanian sebaiknya dirancang guna menjawab kebutuhan yang bersifat khas dan tidak bersifat umum.
- b. *Measurable* (dapat diukur), yakni setiap aktivitas penyuluhan idealnya mengarah pada hasil akhir yang dapat dievaluasi secara kuantitatif maupun kualitatif.
- c. *Actionary* (dapat dikerjakan/dilakukan), yakni sasaran dalam kegiatan penyuluhan perlu bersifat operasional, yakni memungkinkan untuk diwujudkan oleh para pelaku utama, dalam hal ini para petani.
- d. *Realistic* (realistis), yakni capaian yang ingin dituju hendaknya disesuaikan dengan kapasitas dan kondisi nyata petani, sehingga tidak memberatkan dan tetap dapat diraih secara wajar.
- e. *Time frame* (memiliki batasan waktu untuk mencapai tujuan), yakni dalam pelaksanaannya, kegiatan penyuluhan harus disertai dengan jangka waktu yang jelas agar setiap tujuan yang telah dirumuskan dapat diwujudkan dalam kurun yang telah ditentukan oleh peserta/petani.

Beragam pokok perhatian yang sebaiknya diperhatikan saat merancang tujuan antara lain: ABCD: *Audience* (khalayak sasaran); *Behaviour* (perubahan perilaku yang dikehendaki); *Condition* (kondisi yang akan dicapai); dan *Degree* (derajat kondisi yang akan dicapai).

#### **2.1.3.2 Sasaran Penyuluhan**

Sebagaimana disampaikan Vintarno, dkk (2019) yakni pihak-pihak yang menjadi fokus utama dalam kegiatan penyuluhan mencakup petani sebagai pelaku inti, para pelaku usaha di sektor pertanian, pemegang kepentingan lainnya, serta kalangan masyarakat yang turut andil secara langsung dalam pelaksanaan

pembangunan pertanian. Berdasarkan Siswanto (2012), salah satu unsur dalam kegiatan penyuluhan adalah sasaran. Dalam hal ini sasaran penyuluhan dikelompokkan berdasarkan sebagai berikut :

- a. Sasaran utama yang menjadi sasaran ialah individu yang secara langsung berkiprah dalam kegiatan budidaya pertanian serta pengelolaan usaha tani, yakni petani beserta anggota keluarganya. Dalam pelaksanaan penyuluhan pertanian, kelompok ini perlu ditempatkan sebagai fokus utama perhatian oleh para tenaga penyuluh.
- b. Sasaran penentu dalam pelaksanaan kegiatan penyuluhan pertanian bukan semata mereka yang secara langsung terjun dalam aktivitas budidaya pertanian, melainkan pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memiliki andil dalam penetapan arah kebijakan pembangunan sektor pertanian, serta berperan dalam penyediaan sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh petani. Golongan ini mencakup para pemegang otoritas atau pengambil keputusan dalam perumusan kebijakan pertanian, tokoh informal seperti pendidik, tokoh politik, maupun pemuka agama, penulis atau akademisi, lembaga pembiayaan, pelaku usaha produksi dan distribusi, pelaku perdagangan dan lembaga pemasaran, serta pihak industri yang bergerak di bidang pengolahan hasil tani.
- c. Sasaran pendukung meliputi beragam kelompok yang, baik secara langsung maupun tidak langsung, tidak terlibat dalam aktivitas pembangunan pertanian, namun memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam memperlancar pelaksanaan penyuluhan pertanian. Kelompok ini mencakup para pekerja sosial, seniman, konsumen, serta agen periklanan.

#### **2.1.3.3 Materi Penyuluhan**

Mardikanto (1993), yakni materi penyuluhan mencakup segala ragam pesan yang hendak disalurkan oleh penyuluh kepada komunitas sasaran dalam rangka merealisasikan proses komunikasi pembangunan. Materi atau konten penyuluhan merupakan keseluruhan informasi, inovasi teknologi terkini, serta berbagai disiplin ilmu, teknik, dan metode pembelajaran yang disampaikan kepada sasaran, dengan harapan mampu mengubah pola perilaku, meningkatkan efisiensi usaha, produktivitas, serta pendapatan para penerima manfaat (Isbandi, 2005).

Menurut Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan, Materi penyuluhan adalah bahan penyuluhan yang akan disampaikan oleh para penyuluh kepada pelaku utama dan pelaku usaha dalam berbagai bentuk yang meliputi informasi, teknologi, rekayasa sosial, pengelolaan, aspek ekonomi, regulasi hukum, serta konservasi lingkungan. Materi penyuluhan merupakan suatu topik utama yang akan disampaikan oleh penyuluh kepada sasaran dalam bentuk informasi yang mencakup dimensi sosial, ekonomi, hukum, dan aspek lainnya.

Bertujuan untuk memenuhi kebutuhan penerima penyuluhan dengan mempertimbangkan pemanfaatan serta pelestarian sumber daya pertanian. Sumber materi penyuluhan umumnya bersumber dari instansi pemerintahan, lembaga swasta atau komunitas mandiri, pengalaman para penerima manfaat, serta sumber terpercaya lainnya seperti informasi dari institusi pendidikan tinggi (Siswanto, 2012). Materi penyuluhan terbagi menjadi tiga kategori, yaitu: a. berkaitan dengan solusi atas permasalahan yang tengah maupun yang akan dihadapi, b. berupa pedoman teknis dan anjuran yang wajib diterapkan, serta c. bersifat instrumental dengan manfaat jangka panjang, contohnya pengelolaan dinamika kelompok (Mardikanto, 2009).

#### **2.1.3.4 Metode Penyuluhan**

Metode penyuluhan merupakan rangkaian teknik atau pendekatan yang diaplikasikan oleh penyuluh dalam menyampaikan pesan serta informasi kepada pihak sasaran agar terjadi transformasi perilaku sesuai dengan target yang hendak dicapai (Faqih dan Susanti, 2015). Dalam proses penyampaian pesan dan informasi, terdapat beragam metode yang digunakan oleh penyuluh, baik secara langsung melalui interaksi tatap muka maupun melalui media yang memungkinkan komunikasi langsung dengan petani. Metode lainnya adalah komunikasi tidak langsung, yang dilakukan melalui perantara atau media lain sehingga respons yang diterima oleh penyuluh tidak dapat diperoleh secara instan (Siswanto, 2012).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 52 Tahun 2009 mengenai metode penyuluhan pertanian, maksud dari penerapan metode penyuluhan adalah:

- 1) Mempercepat serta memudahkan proses penyampaian materi dalam pelaksanaan kegiatan penyuluhan pertanian.

- 2) Meningkatkan keberhasilan dan ketepatan pemanfaatan sumber daya organisasi dan implementasi kegiatan penyuluhan di bidang pertanian.
- 3) Mempercepat proses adopsi inovasi teknologi pertanian

Adapun metode penyuluhan pertanian yang diklasifikasikan berdasarkan teknik komunikasi, kuantitas sasaran, serta indera penerimaannya, terbagi menjadi:

1. Berdasarkan metode komunikasi, pendekatan penyuluhan pertanian dikategorikan menjadi:
  - a) Komunikasi langsung (*direct communication/face to face communication*), misalnya: diskusi di lahan pertanian, pertemuan di balai desa, pembicaraan di kediaman, percakapan via telepon/gawai, pelatihan pertanian, demonstrasi lapangan, serta pameran;
  - b) Komunikasi tidak langsung (*inderect communication*), dimana pesan disampaikan melalui perantara media atau sarana tertentu, contohnya: publikasi cetak, poster, siaran radio/televisi, serta pemutaran film.
2. Berdasarkan kuantitas sasaran yang dijangkau, metode penyuluhan dikelompokkan menjadi:
  - a) Pendekatan individual, contohnya meliputi: kunjungan rumah tangga, survei usaha tani, korespondensi tertulis, serta komunikasi melalui telepon;
  - b) Pendekatan kolektif, contohnya berupa: diskusi kelompok, demonstrasi teknik atau hasil, perjalanan edukasi, pertemuan lapangan, dan pelatihan pertanian;
  - c) Pendekatan massal, contohnya terdiri atas: penyelenggaraan pameran, pemutaran film edukatif, siaran di media pedesaan atau televisi, pemasangan poster dan spanduk, serta distribusi materi bacaan seperti leaflet, folder, dan brosur.
3. Berdasarkan organ sensorik yang digunakan sebagai penerima pesan, metode dikelompokkan menjadi:
  - a) Indra visual, contohnya meliputi: poster, film edukatif, serta pemutaran slide;
  - b) Indra auditorik, contohnya antara lain: siaran televisi atau radio, orasi, ceramah, dan komunikasi melalui telepon;



- c) Gabungan beberapa indra, contohnya: demonstrasi teknik atau hasil, siaran televisi, dan penyelenggaraan pameran.

Kriteria yang dijadikan acuan dalam pemilihan metode penyuluhan pertanian dikelompokkan menjadi lima aspek, yaitu tahapan dan kapasitas adopsi, sasaran, ketersediaan sumber daya, kondisi wilayah, serta kebijakan pemerintah (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 52 Tahun 2009). Penjelasananya adalah sebagai berikut:

1) Tahapan dan Kemampuan Adopsi

Adopsi inovasi pada petani maupun sasaran didapat melalui serangkaian pengalaman mental psikologis yang bertahap. Berdasarkan tingkat kemampuan dalam mengadopsi inovasi, pelaku utama dapat diklasifikasikan menjadi inovator, pengguna awal, penerima dini, pengguna mayoritas, dan penentang inovasi.

2) Sasaran

Aspek yang wajib diperhitungkan dalam pemilihan metode penyuluhan berdasarkan ciri-ciri sasaran mencakup tingkat pemahaman, tujuan sasaran, kompetensi teknis, serta faktor sosial budaya yang meliputi tradisi, norma yang berlaku, posisi kepemimpinan, dan kuantitas sasaran yang ingin dijangkau dalam periode tertentu.

3) Sumber Daya Penyuluhan

Faktor yang menjadi dasar dalam penentuan metode penyuluhan berdasarkan aspek sumber daya meliputi bahan penyuluhan, kapasitas penyuluh, fasilitas pendukung, serta anggaran yang tersedia.

4) Keadaan Daerah

Penentuan metode penyuluhan berdasarkan kondisi wilayah mempertimbangkan faktor musim, situasi usaha tani, serta situasi di lapangan.

5) Kebijakan Pemerintah

Regulasi dari pemerintah pusat maupun daerah turut berperan dalam pemilihan metode penyuluhan.

### **2.1.3.5 Media Penyuluhan**

Pemilihan sarana penyuluhan menjadi aspek esensial yang harus dipertimbangkan, sebab dapat memengaruhi sasaran sebagai hasil akhir dari proses

pembelajaran dalam penyuluhan. Adanya sarana yang dipilih secara tepat berdampak pada keberhasilan penyampaian informasi kepada sasaran. Dalam rangka meningkatkan efektivitas pelaksanaan penyuluhan serta perubahan perilaku, penggunaan media penyuluhan harus disesuaikan dengan beberapa faktor, yaitu karakteristik sasaran, tujuan perubahan yang diinginkan, isi pesan yang disampaikan, strategi komunikasi yang diterapkan, biaya yang tersedia, serta karakteristik wilayah (Leilani, A., Nurmalia, N., & Patekkai, M., 2015). Sesuai dengan pernyataan Siswanto (2012), media penyuluhan adalah sarana yang digunakan untuk mendukung proses penyuluhan dan berfungsi sebagai instrument penyampaian suatu informasi agar dapat merangsang pikiran, perasaan, dan kemauan pelaku utama dan pelaku usaha untuk mendorong proses belajar. Media dibedakan menjadi tiga bagian meliputi :

- 1) Media verbal adalah sarana yang dipergunakan untuk penyebaran informasi secara langsung maupun tidak langsung melalui perantara seperti radio, rekaman kaset, dan sejenisnya.
- 2) Media tercetak umumnya berupa ilustrasi dan teks yang didistribusikan, disebarluaskan, atau dipajang pada lokasi strategis yang mudah diakses oleh sasaran. Contoh media tercetak yang sering dipakai meliputi selebaran, surat kabar, poster, dan sejenisnya.
- 3) Media proyeksi umumnya menyajikan gambar atau teks melalui format video dan media sejenis lainnya.

#### **2.1.4 Validasi Rancangan Penyuluhan**

Validasi metode analitik merupakan suatu proses peninjauan terhadap sejumlah tolok ukur tertentu melalui uji laboratorium guna memastikan bahwa tolok ukur tersebut telah sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan untuk penggunaannya (Tetrasari, 2003). Validasi metode merupakan bagian krusial dalam sistem penjaminan mutu hasil pengujian, yang berfungsi untuk mengenali dan menelaah karakteristik suatu pendekatan secara tidak memihak. Suatu metode analisis perlu melalui proses pengesahan guna menegaskan bahwa metode tersebut memiliki kualitas yang layak, dapat diandalkan, serta memberikan hasil yang tetap dan sesuai dengan maksud penerapannya.

Gagasan mengenai validitas tes dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis sebagaimana diuraikan oleh Sugiyono (2010), yaitu validitas isi (*content validity*), validitas konstruk (*construct validity*), serta validitas empiris atau validitas kriteria. Sementara itu, Nurgiyantoro (2012) menjelaskan bahwa validitas berkaitan dengan ketepatan makna dari pemanfaatan skor hasil tes, sedangkan reliabilitas berhubungan dengan tingkat kestabilan hasil pengukuran. Kestabilan dalam hal ini merujuk pada sifat tetap dan tidak berfluktuasi. Validasi penyuluhan berarti melihat sejauh mana ketepatan rancangan penyuluhan yang sudah dilakukan. Validasi rancangan penyuluhan ini meliputi sasaran, materi, media dan metode. Manfaat melaksanakan validasi penyuluhan untuk melihat kebenaran rancangan penyuluhan, dan mengukur keefektifan rancangan penyuluhan yang sudah dilakukan.

## 2.2 Hasil Kajian Terdahulu

**Tabel 1. Kajian Terdahulu**

| No | Nama Pengarang/<br>Judul/<br>Tahun                                                                                                                                                | Variabel yang<br>di uji                                                                                                                                                                                      | Metode                                | Kesimpulan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Salawati,<br>Sjarifuddin<br>efendi,<br>Lukman/<br>Perubahan<br>beberapa<br>sifat kimia<br>tanah setelah<br>produksi<br>padi dampak<br>pemberian<br>pupuk<br>kandang<br>sapi/ 2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ C organik</li> <li>▪ P tersedia</li> <li>▪ N total</li> <li>▪ Kapasitas tukar kation (KTK)</li> <li>▪ Derajat keasaman tanah (Ph)</li> <li>▪ Zn tersedia</li> </ul> | Rak<br>(rancangan<br>acak<br>lengkap) | Pemberian pupuk kandang sapi dosis 10 ton/ha pada sawah meningkatkan kandungan C organik, N total, dan P tersedia, sedangkan dosis 12,5 ton/ha menaikkan K total, Zn tersedia, dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah secara signifikan. Peningkatan dosis pupuk kandang menurunkan pH tanah sawah setelah panen pertama padi, sehingga pemakaian pupuk anorganik pada musim tanam kedua dapat dikurangi. |

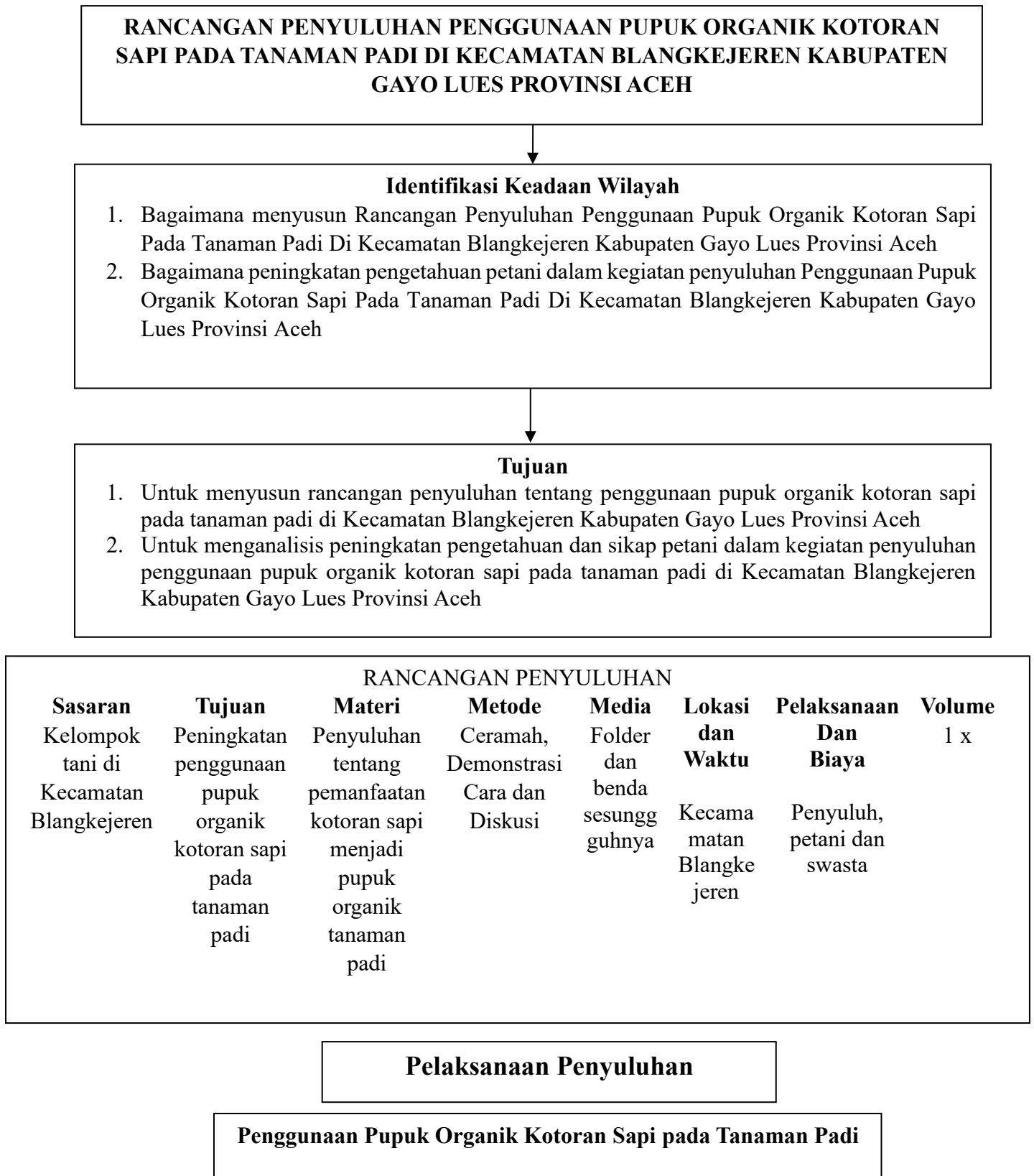
**Lanjutan Tabel 1.**

| No | Nama Pengarang/<br>Judul/<br>Tahun                                                                                              | Variabel yang<br>di uji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Metode                       | Kesimpulan                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | Pengaruh Interaksi Macam Pupuk Kandang Dan Dosis Terhadap Parameter-Parameter Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi/ Junaidi/ 2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tanpa pemberian pupuk kandang sapi (K1D0);</li> <li>▪ Pelakuan pupuk kandang sapi dengan dosis 10 ton/ha (K1D1);</li> <li>▪ Perlakuan pupuk kandang sapi dengan dosis 20 ton/ha (K1D2);</li> <li>▪ Perlakuan pupuk kandang sapi dengan dosis 30 ton/ha;</li> <li>▪ Tanpa pemberian pupuk kandang kambing (K2D0);</li> <li>▪ Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis 10 ton/ha);</li> <li>▪ Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis 20 ton/ha(K2D2); dan</li> <li>▪ Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis 30 ton/ha (K2d3)</li> </ul> | Rak (rancangan acak lengkap) | <p>1. Jenis pupuk kandang dan dosisnya tidak menunjukkan interaksi terhadap pertumbuhan serta hasil padi;</p> <p>2. Pertumbuhan dan hasil padi tidak dipengaruhi oleh variasi jenis pupuk kandang;</p> <p>3. Pemberian jumlah pupuk kandang 30 ton/ha menghasilkan pertumbuha dan hasil yang terbaik”.</p> |
| 3  | Pertumbuhan dan Produksi Padi pada Aplikasi Pupuk Kandang Sapi dan Itik/ Mabrur, Haerul, Sofyan/ 2022                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tinggu tanaman</li> <li>▪ Jumlah anakan</li> <li>▪ Jumlah malai</li> <li>▪ Panjang maial</li> <li>▪ Berat gabah perpetakan</li> <li>▪ Berat gabah bersih</li> <li>▪ Dosisi pupuk kandang</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rak (rancangan acak lengkap) | <p>1. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi (P1) berpengaruh signifikan pada berat 1000 butir dan memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan malai, berat gabah per petak, serta berat gabah berisi</p>                                                                         |

**Lanjutan Tabel 1.**

| <b>No</b> | <b>Nama Pengarang/<br/>Judul/<br/>Tahun</b> | <b>Variabel yang<br/>di uji</b> | <b>Metode</b> | <b>Kesimpulan</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                             |                                 |               | dibanding perlakuan lain. Hal ini mengindikasikan pupuk kandang sapi efektif menyediakan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang esensial bagi tanaman padi guna pembentukan sel pada jaringan yang ada pada tanaman.                                                                                                                                                                                                                    |
|           |                                             |                                 |               | 2. Berdasarkan hasil penelitian bahwa dosis optimal sebesar 0,4 kg/petak terbukti signifikan meningkatkan berat 1000 butir serta rata-rata panjang malai, berat gabah per petak, dan berat gabah berisi. Hal ini menegaskan bahwa pemberian pupuk yang tepat sesuai kebutuhan tanaman dan unsur hara dapat mempercepat pertumbuhan. Pupuk kurang menyebabkan kekurangan unsur, sementara kelebihan dapat menimbulkan overdosis dan toksisitas |

### 2.3 Kerangka Berfikir



**Gambar 1. Kerangka Berfikir**