

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sektor pertanian memegang peranan penting dalam pembangunan dan perekonomian Indonesia. Berdasarkan data Direktorat Lahan dan Irigasi Pertanian (Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2025), kontribusi sektor pertanian terhadap pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) nasional pada triwulan I tahun 2025 sebesar 10,25%, yang terutama didukung oleh peningkatan kinerja subsektor tanaman pangan (42,46%), hortikultura (1,81%), dan perkebunan (3,14%). Namun peningkatan produksi pertanian nasional masih sangat bergantung pada penggunaan pupuk anorganik seperti urea dan NPK, dengan total konsumsi nasional yang telah melampaui 12 juta ton per tahun (Marbun, 2024). Urea dan NPK menjadi pilihan utama pada berbagai komoditas pertanian, termasuk sektor hortikultura seperti tanaman pakcoy, karena memiliki kandungan nitrogen dan kalium yang tinggi serta dianggap mampu mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman (Harahap *et al.*, 2024; Syrifuddin *et al.*, 2022).

Penggunaan pupuk kimia memang terbukti meningkatkan hasil panen dalam jangka pendek, tetapi Apabila dilakukan secara berulang dan berkelanjutan, hal tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Puspitasari *et al.* (2024) yang melaporkan bahwa penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan dapat menghambat regenerasi humus, mencemari tanah dan air, membahayakan kesehatan serta menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati. Penggunaan pupuk kimia juga meningkatkan biaya produksi yang tinggi, sementara hasil panen yang diperoleh seringkali tidak sebanding (Ruaidah, 2023). Kondisi ini menegaskan perlunya inovasi alternatif pemupukan yang lebih ekonomis, berkelanjutan, dan ramah lingkungan guna menjaga keseimbangan ekosistem pertanian.

Pupuk Organik Cair (POC) merupakan alternatif pemupukan yang dinilai lebih ramah lingkungan karena selain mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman, dapat mendukung peningkatan produktivitas lahan (Aurora *et al.*, 2025). POC adalah cairan nutrisi yang diperoleh dari hasil fermentasi beragam bahan organik,

seperti limbah pertanian, limbah perikanan, limbah rumah tangga dan bahan organik lainnya yang mengandung unsur hara mikro dan makro dalam bentuk terlarut sehingga memudahkan penyerapan hara oleh tanaman (Waruwu *et al.*, 2024). POC mengandung unsur hara esensial yang meliputi nitrogen, fosfor, kalium dan magnesium yang masing-masing memiliki peran dalam proses fisiologis tanaman (Kusumadewi *et al.*, 2019; Sitompul *et al.*, 2023). Keberadaan unsur mikro dan makro tersebut secara sinergis berkontribusi dalam menstimulasi pembelahan sel serta pembentukan jaringan baru, sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman berlangsung optimal (Mendrofa & Lase, 2025). POC dinilai efektif dalam merangsang pertumbuhan tanaman karena mampu meningkatkan kemampuan pertukaran kation pada tanah (Kusumadewi *et al.*, 2019).

Aplikasi POC memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti mempercepat pertumbuhan tinggi, memperbanyak jumlah daun, dan memperpanjang umbi (Harjo *et al.*, 2021). Hal tersebut diperkuat oleh temuan Islamy (2025) yang menunjukkan bahwa POC berbahan dasar limbah ikan tamban pada konsentrasi 12,5% (M4) memberikan dampak yang signifikan terhadap kecepatan pertumbuhan tanaman pakcoy, khususnya pada indikator tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah. Selain berpengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, POC juga memperbaiki kondisi tanah yang lebih gembur dan lembab sehingga turut mendukung perkembangan sistem perakaran tanaman secara optimal (Mendrofa & Lase, 2025).

Menurut temuan Mendrofa & Lase, (2025), komoditas hortikultura seperti pakcoy (*Brassica rapa* L.) menunjukkan tingkat kepekaan dan respons yang sangat baik ketika diberi pupuk organik. Tanaman pakcoy banyak dibudidayakan di Indonesia karena pertumbuhannya yang cepat, masa panen yang relatif singkat (30-45 hari), bernilai ekonomi tinggi, serta toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan (Umami, 2022). Pakcoy dapat diolah menjadi beragam jenis masakan, diantaranya ialah tumis pakcoy bawang putih, pakcoy saus tiram, bahan capcay, sup bening, salad dan dimakan mentah. Tingginya tingkat konsumsi pakcoy dipengaruhi oleh teksturnya yang lembut, rasa yang enak, serta kandungan nilai gizi yang tinggi (Rafiqi *et al.*, 2024). Hal tersebut sejalan dengan pendapat Nuraini *et*

al. (2023) yang melaporkan bahwa setiap 100 g pakcoy mengandung sekitar 2,3 g protein, 0,3 g lemak, 4,0 g karbohidrat, 220 mg kalsium, 38 mg fosfor, 6,4 g vitamin A, 0,09 mg vitamin B, 1,02 mg vitamin C, dan 92 g air, sehingga menjadikan pakcoy sebagai salah satu sayuran yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh dan berpotensi untuk dikembangkan secara komersial di Indonesia.

Dalam upaya menghasilkan pupuk organik cair yang mampu menunjang pertumbuhan tanaman pakcoy secara optimal, diperlukan bahan baku organik yang mudah diperoleh, memiliki kandungan nutrisi tinggi, serta berpotensi dimanfaatkan secara berkelanjutan. Pemanfaatan limbah ikan teri jengki sebagai sumber bahan organik sangat berpotensi mendukung produksi pupuk organik cair. Ikan teri jengki merupakan jenis ikan yang umumnya diolah melalui proses penggaraman dan pengeringan untuk dijadikan ikan asin. Proses produksi ikan teri menjadi ikan asin melalui lima tahap, yaitu pengadaan bahan baku, perebusan dan penggaraman, penjemuran pasca perebusan, penyortiran serta pengemasan (*Kartika et al.*, 2022). Setelah berada di tangan penjual, ikan teri asin melalui proses penyaringan dan pemilahan guna memisahkan bagian kepala dan tulang yang tidak konsumsi, sehingga menghasilkan limbah organik dalam volume yang relatif besar. Limbah tersebut pada umumnya belum dikelola secara optimal, dan sebagian besar masyarakat hanya memanfaatkannya sebagai makanan ternak.

Kekayaan unsur hara dalam sisa pengolahan ikan teri jengki sangat berpeluang dimaksimalkan sebagai bahan baku utama pupuk organik cair. Kandungan protein pada limbah ikan teri jengki tergolong relatif tinggi (*Novitasari et al.*, 2019). Melalui proses fermentasi, protein tersebut dapat terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti asam amino dan peptida (*Turina et al.*, 2024). Senyawa-senyawa tersebut berperan sebagai sumber nitrogen sehingga memiliki tingkat penyerapan yang lebih baik oleh tanaman, sehingga berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman. Limbah ikan juga mengandung berbagai unsur hara penting yang dibutuhkan tanaman, seperti Nitrogen (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Belerang (S), dan Zat Besi (Fe) (*Pratiwi et al.*, 2019). Kandungan unsur hara tersebut menunjukkan bahwa limbah ikan teri jengki memiliki peluang besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan POC.

Pemanfaatan limbah ikan teri jengki sebagai bahan utama POC, menjadi langkah strategis dalam menekan tingkat pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh penumpukan limbah sektor perikanan. Salah satu lokasi yang menghasilkan limbah ikan asin dalam jumlah besar adalah Pasar Kalibaru yang berlokasi di Jalan Kalibaru Barat, Cilincing, Jakarta Utara. Pasar tersebut merupakan salah satu pasar grosir ikan asin yang menyediakan berbagai jenis ikan asin dengan harga relatif murah. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan pedagang setempat, limbah hasil penyaringan ikan asin yang dihasilkan setiap pedagang berkisar antara 10–15 kg per hari. Dengan jumlah pedagang yang cukup banyak, total limbah yang dihasilkan diperkirakan mencapai sekitar 500 kg per hari. Limbah tersebut berupa kepala, tulang, sisik, dan potongan ekor ikan asin yang merupakan sisa proses pemilahan sebelum ikan dijual. Tingginya volume limbah ikan teri jengki yang dihasilkan serta kandungan nutrisi yang terdapat di dalamnya menunjukkan bahwa limbah tersebut memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam pembuatan POC. Pemanfaatan limbah ikan teri jengki tidak hanya dapat meningkatkan nilai guna limbah perikanan, tetapi juga mendukung pengembangan pupuk organik yang lebih ramah lingkungan dan memiliki nilai keberlanjutan.

Melalui observasi yang dilakukan oleh peneliti serta penelusuran jurnal, ditemukan fakta bahwa pemanfaatan limbah ikan teri jengki sebagai bahan baku pupuk organik cair masih sangat terbatas. Sejumlah penelitian sebelumnya telah memanfaatkan limbah ikan sebagai POC, namun bahan yang digunakan umumnya berasal dari limbah ikan segar dan limbah cair hasil pengelolaan ikan, bukan limbah ikan teri jengki asin yang banyak dihasilkan di pasar. Penelitian Febryani *et al.* (2023) melaporkan bahwa limbah ikan nila yang difermentasi selama 15 hari mampu menghasilkan POC dengan kandungan nitrogen 0,67%, fosfor 0,29%, dan kalium 0,33% yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Diwi (2024) menemukan bahwa pemberian pupuk organik cair limbah ikan sebanyak 10% memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat basah, dan berat kering. Berdasarkan wawancara dengan salah satu petani di Sumatera Utara, aplikasi pupuk organik cair dari limbah ikan asin yang difermentasi selama dua minggu

menunjukkan peningkatan jumlah buah cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.) dan pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Fenomena tersebut menjadi landasan penelitian untuk mengembangkan pupuk organik cair berbahan limbah ikan teri jengki sebagai inovasi pemupukan yang lebih berkelanjutan pada tanaman pakcoy.

Temuan penelitian mengenai dampak pemberian POC limbah ikan teri jengki pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) berkontribusi terhadap pengembangan kajian pupuk organik dalam budidaya tanaman hortikultura serta memiliki nilai edukatif yang relevan untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran biologi khususnya pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan ketersediaan unsur hara. Dalam pelaksanaan pembelajaran biologi, peserta didik sering mengalami kendala dalam memahami hubungan antara teori tentang unsur hara dengan pertumbuhan tanaman. Kondisi ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Messig & Groß (2018) yang mengemukakan bahwa topik nutrisi tanaman dan fotosintesis termasuk materi yang sulit dipahami oleh peserta didik karena adanya miskonsepsi dan kurangnya pengalaman praktis mereka.

Pada Kurikulum Merdeka, materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan selaras dengan Capaian Pembelajaran Fase F (SMA/MA kelas XI-XII) yang menekankan kemampuan peserta didik dalam menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kontekstual sebagai media pembelajaran adalah cara yang efektif untuk memudahkan peserta didik dalam pemahaman konsep yang lebih dalam (Nurhalimah *et al.*, 2025). Dengan melibatkan peserta didik dalam kegiatan eksperimen dan pengamatan langsung melalui LKPD, peserta didik dapat menghubungkan teori dengan peristiwa nyata di sekitar mereka.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan gambaran umum yang telah diuraikan sebelumnya, beberapa permasalahan mendasar yang berhasil diidentifikasi antara lain:

1. Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan pada budidaya tanaman hortikultura, termasuk tanaman pakcoy, dapat menurunkan kualitas tanah dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

2. Limbah ikan teri jengki dari pasar ikan asin Kalibaru seperti kepala, tulang, sisik dan ekor masih belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan pupuk organik cair.
3. Petani belum mengetahui konsentrasi yang tepat dalam pengaplikasian pupuk organik cair limbah ikan teri jengki yang paling berpengaruh dalam meningkatkan laju pertumbuhan tanaman.
4. Tingkat pertumbuhan dan hasil panen tanaman pakcoy seringkali dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang seimbang, sehingga diperlukan pengujian efektivitas pupuk organik cair dari limbah ikan teri jengki dalam menunjang pertumbuhan tanaman tersebut.
5. Pemahaman siswa terhadap materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman masih tergolong rendah, serta ketersediaan LKPD pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang mengintegrasikan hasil penelitian nyata masih terbatas, sehingga peserta didik kurang memperoleh pengalaman belajar yang berbasis data.

C. Batasan Masalah

Guna menghindari perluasan pembahasan yang tidak relevan, penelitian ini dibatasi pada permasalahan sebagai berikut:

1. Pengaruh pupuk organik cair limbah ikan teri jengki terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).
2. Penentuan konsentrasi pupuk organik cair limbah ikan teri jengki yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy berdasarkan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang dan berat basah.
3. Perancangan LKPD berbasis hasil penelitian pengaruh pupuk organik cair limbah ikan teri jengki dalam pembelajaran biologi

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pemberian pupuk organik cair limbah ikan teri jengki terhadap parameter pertumbuhan pakcoy (*Brassica rapa* L.)?

2. Berapakah konsentrasi pupuk organik cair limbah ikan teri jengki yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan pakcoy (*Brassica rapa* L.)?
3. Bagaimana rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis hasil penelitian pengaruh pupuk organik cair limbah ikan teri jengki dalam pembelajaran biologi?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh pemberian pupuk organik cair dari limbah ikan teri jengki terhadap parameter pertumbuhan pakcoy (*Brassica rapa* L.).
2. Menentukan konsentrasi pupuk organik cair limbah ikan teri jengki yang paling efektif terhadap pertumbuhan pakcoy (*Brassica rapa* L.).
3. Menyusun rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai bentuk penerapan hasil penelitian dalam pembelajaran biologi.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Aspek Teoritis

Memberikan kontribusi ilmiah terkait inovasi pemanfaatan limbah ikan teri jengki sebagai produk organik cair dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura.

2. Aspek Praktis

- a) Bagi mahasiswa pendidikan biologi, menjadi sumber referensi dan bahan pembelajaran dalam memahami prinsip konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan melalui kegiatan penelitian yang kontekstual. Penelitian ini dapat memberikan contoh pemanfaatan hasil penelitian sebagai bahan ajar berupa LKPD berbasis hasil penelitian.
- b) Bagi Pendidik: Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya referensi guru dalam merancang media ajar berupa LKPD yang mengaitkan fenomena nyata di lingkungan tempat siswa berinteraksi.

G. Definisi Operasional

1. Pertumbuhan Tanaman Pakcoy

Pertumbuhan tanaman pakcoy dalam penelitian ini diartikan sebagai perubahan ukuran dan massa tanaman yang terjadi selama masa pengamatan, yang diukur melalui indikator kuantitatif seperti tinggi tanaman (mm), jumlah daun (helai), diameter batang (mm), dan berat basah (g). Data pertumbuhan dianalisis untuk mengetahui pengaruh signifikan dari perlakuan POC limbah ikan teri jengki.

- a. Tinggi tanaman (mm) diperoleh dengan menghitung panjang dari dasar pangkal batang hingga ke ujung daun teratas tanaman.
- b. Jumlah daun (helai) dihitung hanya pada helai daun yang sudah berkembang dan terbuka secara optimal.
- c. Diameter batang (mm) diukur pada bagian batang utama yang berada sekitar 2-5 cm di atas permukaan media tanam
- d. Berat basah tanaman (g) yaitu berat total tanaman segar setelah panen dan dipisahkan dari akar tanaman.

2. Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk Organik Cair (POC) merupakan larutan yang diperoleh dari proses fermentasi bahan organik dan mengandung sejumlah unsur hara makro (N, P, K) dan mikro (Fe, Zn, Cu, Mn), yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah ikan teri jengki yang difermentasi selama 14 hari, dengan tambahan gula merah dan EM4 (*Effective Microorganisms 4*) untuk mempercepat proses dekomposisinya. Konsentrasi pupuk yang digunakan ditentukan berdasarkan hasil studi literatur penelitian terdahulu mengenai pengaruh pupuk organik cair limbah ikan terhadap pertumbuhan tanaman. Setelah melakukan studi literatur, maka ditemukan perlakuan yaitu perlakuan tanpa pupuk, NPK sebagai kontrol positif, POC 5%, 10%, 15%, dan 20%.

3. Limbah Ikan Teri Jengki (*Stolephorus indicus* L.)

Limbah ikan teri jengki dalam penelitian ini adalah limbah yang diambil dari sisa hasil penyaringan dan pemilahan ikan teri jengki asin yang tidak dimanfaatkan untuk konsumsi, seperti kepala, tulang, sisik, dan potongan ekor ikan. Limbah

tersebut diperoleh dari pedagang ikan asin di Pasar Kalibaru, Cilincing, Jakarta Utara, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan baku primer dalam memproduksi POC melalui proses fermentasi. Pemilihan limbah ikan teri jengki dalam penelitian ini didasarkan pada kandungan protein dan unsur haranya yang tergolong tinggi, sehingga bahan ini berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Kandungan protein pada ikan teri jengki diketahui mencapai 42% sehingga berpotensi menghasilkan senyawa nitrogen setelah proses fermentasi. Selain mengandung protein, limbah ikan juga memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan besi (Fe) yang berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Limbah ikan teri jengki dalam penelitian ini diproses melalui fermentasi, lalu diaplikasikan sebagai pupuk organik cair pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan beberapa taraf konsentrasi perlakuan yang berbeda.

4. Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Tanaman pakcoy adalah jenis sayuran dari famili Brassicaceae dan dipilih sebagai tanaman uji dalam penelitian ini karena memiliki siklus hidup yang relatif singkat serta responsif terhadap pemberian nutrisi. Benih pakcoy ditanam menggunakan sistem pertanian konvensional. Pertumbuhan tanaman diamati secara berkala mulai dari 7 hari setelah pindah tanam hingga waktu panen, yakni pada rentang 30–45 hari setelah tanam. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, serta berat basah tanaman, yang keseluruhannya diukur dan dicatat secara sistematis.

5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dalam penelitian ini dirancang untuk pembelajaran biologi pada materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman, khususnya pada sub materi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. LKPD yang dikembangkan didasarkan pada hasil penelitian mengenai pengaruh pupuk organik cair berbahan limbah ikan teri jengki terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy, sehingga memungkinkan peserta didik memahami konsep terkait melalui kegiatan pengamatan dan eksperimen (Nurhalimah *et al.*, 2025).