

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Produksi Pupuk Organik Cair

2.1.1 Pupuk Organik Cair

A. Pupuk Organik Cair Azolla

Tanaman azolla (*Azolla microphylla*) termasuk herba berukuran kecil yang hidup mengapung di perairan, berbentuk seperti segitiga atau segiempat yang berukuran 2 sampai 4 cm. Seluruh bagian dari tanaman azolla seperti akar, rizoma dan daun dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan POC. Tanaman azolla yang telah mengalami dekomposisi akan membentuk humus dan dapat meningkatkan ketersediaan air, serta dapat memperbaiki drainase dan aerasi tanah (Hidayati et al., 2019).

Keunggulan dari tanaman azolla yaitu mudah ditemukan di area perairan seperti sawah, danau dan kolam. Pupuk organik cair azolla dapat diproses secara konvensional melalui proses fermentasi menggunakan mikroorganisme fermentatif yang mengandung unsur hara makro dan mikro, mengandung asam humat, asam fulvat (*fulvic acid*) dan hormon tanaman serta mengandung mikroba biofertilizer yang sangat berperan dalam penambatan dan penyerapan unsur hara oleh tanaman. Tanaman azolla mempunyai kandungan unsur hara yang tinggi terutama Nitrogen (N). POC azolla mengandung unsur hara K sebesar 3,08%, P sebesar 1,23%, dan N sebesar 4,69% (A. Pratiwi et al., 2024).

B. Pupuk Organik Cair Daun Bambu Betung

Daun bambu betung (*Dendrocalamus asper*) mempunyai potensi untuk dijadikan pupuk organik cair karena kaya akan unsur hara. Daun bambu betung memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang cukup tinggi seperti K (12,17 mg/g), Ca (5,37 mg/g) dan Mg (388,76 mg/g). Daun bambu yang selama ini kurang dimanfaatkan ternyata mengandung berbagai zat aktif, seperti kalium, klorofil, flavonoid, asam amino, fosfor, vitamin, polisakarida, mikroelemen yang sangat bagus untuk pertumbuhan tanaman umbi (Wasilah et al., 2019).

Daun bambu betung mengandung senyawa alelopati, yang dapat berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap tumbuhan atau organisme lain. Pengaruh yang ditimbulkan dapat bersifat menghambat ataupun merangsang pertumbuhan melalui senyawa kimia yang dilepaskan ke lingkungan. Kandungan alelopati pada daun bambu betung yang sudah kering, rontok, dan berwarna kecoklatan tidak tinggi dan bahkan memiliki kandungan alelopati mendekati 0%, sehingga tidak bersifat beracun dan tidak membunuh jaringan tanaman jika diaplikasikan pada tanaman lain dalam bentuk pupuk organik cair, sedangkan pada daun yang masih muda dan masih melekat pada batang, kandungan alelopatinya masih sangat tinggi sehingga dapat menghambat aktivitas akar dan berakibat pada pertumbuhan tanaman yang tidak normal. Oleh karena itu, pemilihan daun bambu yang tepat dalam pembuatan pupuk organik cair yaitu daun bambu yang telah lama kering dan hampir lapuk (Pangemanan & Ratag, 2017).

Daun bambu betung mengandung antrakuinon, senyawa fenol 1,56%, asam lemak 29%, metil ester 27,03%, linolenat 12,13%, dan phytol 3,62% yang berpotensi sebagai bioherbisida alami yang mampu menghambat pertumbuhan gulma, memperkuat sel tanaman, dan dapat mencegah pertumbuhan sel tanaman yang abnormal (Aziza & Tellu, 2019).

2.2 Aspek Ekonomi Dan Kelayakan Usaha

2.2.1 Prospek Pasar Dan Nilai Ekonomi

A. Prospek Pasar

POC azolla dan POC daun bambu betung menargetkan segmen pasar yang luas, termasuk petani hortikultura, tanaman pangan, serta penghobi tanaman hias. POC azolla dikenal sebagai sumber nitrogen alami dan mikroorganisme yang berkontribusi terhadap peningkatan kesuburan tanah, sedangkan POC daun bambu kaya akan kalium, silika, dan unsur hara mikro yang berperan dalam penguatan jaringan tanaman serta peningkatan kualitas hasil panen.

Kebijakan pemerintah yang mendorong penggunaan pupuk organik, ditambah dengan keterbatasan ketersediaan dan biaya tinggi pupuk kimia, semakin memperkuat prospek pasar POC azolla dan POC daun bambu betung. Dalam aspek pemasaran, POC cair menawarkan keunggulan karena kemudahan dalam pengemasan, distribusi, dan aplikasi, baik melalui penyemprotan melalui daun maupun irigasi tanah. Dalam penelitian ini, produk POC dipasarkan secara spesifik kepada masyarakat petani sayuran, dengan kemasan 1 liter dan label yang informatif, melalui kelompok tani ,

pasar lokal, para ibu rumah tangga yang menjalankan usaha pertanian skala kecil seperti budidaya sayuran dan tanaman hias di lahan kecil serta melalui media sosial.

B. Nilai Ekonomi

Nilai ekonomi POC azolla dan POC daun bambu betung dapat bernilai ekonomi tinggi, terutama karena biaya produksinya yang relatif rendah. Bahan baku utama pembuatannya, yaitu tanaman azolla dan daun bambu betung, mudah diperoleh dari lingkungan sekitar, sering kali dianggap sebagai gulma air dan limbah. Proses produksinya sederhana dan tidak memerlukan teknologi canggih, sehingga dapat dijalankan oleh kelompok tani atau usaha skala kecil.

Meskipun biaya produksi rendah, POC memiliki potensi nilai jual yang kompetitif berkat manfaat agronomisnya yang signifikan, seperti peningkatan pertumbuhan tanaman, efisiensi penggunaan pupuk, serta perbaikan kesuburan tanah. Penggunaan POC juga memberikan nilai ekonomi tidak langsung, termasuk pengurangan ketergantungan terhadap pupuk kimia, penurunan biaya input produksi pertanian, serta pemeliharaan kesehatan tanah dalam jangka panjang. Dengan demikian, POC tidak hanya bernilai sebagai produk komersial, tetapi juga sebagai solusi pertanian berkelanjutan.

2.2.2 Analisis Biaya Produksi

A. Biaya

Analisis biaya dan keuntungan merupakan salah satu metode dalam untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi usaha pertanian, khususnya produksi serta pemasaran pupuk organik cair (POC). Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan, pendapatan yang diperoleh serta tingkat keuntungan yang dihasilkan dari kegiatan usaha (Adnyana, W. A. 2024)

Biaya produksi terdiri dari biaya tetap/fixed cost (biaya alat) dan biaya produksi (bahan baku, tenaga kerja, kemasan, dll.), dengan total biaya (TC) sebagai jumlah keduanya.

B. Keuntungan

Keuntungan produksi POC azolla dan POC daun bambu dihitung sebagai selisih antara total penjualan produk dan total biaya selama produksi. Penerimaan usaha (TR) berasal dari penjualan produk (jumlah terjual $\times$ harga jual). Keuntungan bersih adalah TR minus TC; jika $TR > TC$, usaha untung. Revenue Cost Ratio (R/C Ratio) = TR/TC . Nilai >1 menunjukkan untung, $=1$ impas, <1 rugi. Nilai tinggi berarti efisien. Break Even Point (BEP) menentukan titik impas: BEP produksi (jumlah minimal terjual untuk menutup biaya) dan BEP harga (harga minimum untuk menutup biaya), berguna untuk perencanaan produksi dan pemasaran. Return on Investment (ROI) = $(\text{keuntungan bersih} / TC) \times 100\%$, menunjukkan pengembalian modal. ROI tinggi menandakan prospek ekonomi baik dan layak dikembangkan.

2.2.3 Kelayakan ekonomi

Dilihat dari aspek keuangan, usaha POC azolla dan POC daun bambu betung berpotensi meningkatkan pendapatan petani. Hal ini disebabkan bahan baku yang digunakan berasal dari sumber daya lokal yang harganya murah dan mudah diperoleh, sehingga biaya produksi relatif rendah. Dari aspek teknis, proses pembuatan POC azolla dan POC daun bambu tergolong sederhana dan mudah dilakukan. Proses produksi hanya memerlukan tahap fermentasi dengan tambahan bahan lain seperti air cucian beras, EM4 pertanian, dan gula merah.

Oleh karena itu, pengolahan bahan tidak memerlukan peralatan khusus sehingga dapat dipelajari oleh petani dengan mudah. Dari aspek lingkungan, penggunaan POC azolla dan POC daun bambu betung berbahan organik ini mendukung pertanian berkelanjutan karena mampu memperbaiki struktur tanah, menyediakan unsur hara alami bagi tanaman, serta mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang berpotensi merusak lingkungan (Tanti et al., 2020)

2.3 Tanaman Wortel

A. Klasifikasi Tanaman Wortel

Wortel (*Daucus carota L.*) termasuk ke dalam famili *Umbelliferae* yang berasal dari Asia Tengah dan kemudian tersebar ke berbagai wilayah di seluruh dunia termasuk Indonesia. Tanaman ini banyak ditanam di daerah beriklim subtropis atau di dataran tinggi di daerah tropis (Winda Purnama Sari, 2020).

Wortel diklasifikasikan dalam taksonomi sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
- Subkingdom : *Tracheobionta*
- Superdivisio : *Spermatophyta*
- Subdivisi : *Angiospermae*
- Divisio : *Magnoliophyta*
- Kelas : *Magnoliopsida (Dicotyledonae)*
- Subkelas : *Rosidae*
- Ordo : *Apiales*
- Famili : *Apiaceae*
- Genus : *Daucus L.*
- Spesies : *Daucus carota L.* (Winda Purnama Sari, 2020)

B. Morfologi Tanaman Wortel

1. Daun

Tanaman wortel memiliki daun majemuk, menyirip dan bertangkai, anak daun berbetuk lanset (garis-garis). Setiap tanaman wortel mempunyai 5 sampai 7 tangkai daun yang kaku dengan permukaan yang halus (Krisnaindra, 2020).

2. Batang

Batang tanaman wortel terlihat sangat pendek dan hampir tidak terlihat, bulat, tidak berkayu dan agak keras dengan diameter batang sekitar 1 sampai 1,5 cm. Pada umumnya batang tanaman wortel berwarna kuning agak orange. Batang wortel tidak memiliki cabang namun memiliki tangkai

daun dengan ukuran agak panjang sehingga tampak seperti cabang, batang memiliki fungsi sebagai alat translokasi air dan unsur hara dalam tanah serta hasil dari proses fotosintesis (Mirzam & Suastika, 2015).

3. Akar/Umbi

Wortel merupakan tanaman dengan produk utama yaitu umbi, umbi tanaman wortel berasal dari akar tunggang yang berubah bentuk dan fungsi menjadi tempat penyimpanan cadangan makanan seperti (lemak, vitamin, mineral, air serta karbohidrat). Ukuran dari umbi wortel cukup bervariasi tergantung varietas yang dibudidayakan. Umbi yang besar rata-rata berdiameter 6,3 cm (Mirzam & Suastika, 2015).

4. Bunga

Bunga dari tanaman wortel berbentuk payung ganda yang berwarna putih agak kemerahan yang tumbuh di bagian ujung tanaman. Tangkai dari bunga terlihat agak pendek serta tebal, bunga tersebut berada pada lengkingan yang sama dengan tangkai (Mirzam & Suastika, 2025).

C. Syarat Tumbuh Tanaman Wortel

1. Tanah

Tanah yang dibutuhkan dalam budidaya wortel yaitu tanah yang berjenis andosol, alluvial, regosol dan latosol yang kebanyakan jenis tanah ini terdapat di dataran tinggi. Keasaman tanah atau pH yang sesuai untuk budidaya wortel yaitu sekitar 5,5 sampai 6,5 (Anonim, 2021).

2. Iklim

Tanaman wortel mampu tumbuh pada tempat dengan iklim basah

dan agak basah. Tanaman yang tumbuh pada tempat yang dingin dan lembab ini membutuhkan curah hujan berkisar antara 1,5 sampai 4,5 bulan kering dalam satu tahun. Suhu harian yang dibutuhkan agar tanaman wortel dapat tumbuh mencapai 15 °C sampai 21°C. Tanaman wortel merupakan tanaman yang bisa ditanam baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Dalam proses pertumbuhannya, tanaman wortel membutuhkan penyinaran matahari sekitar 9-10 jam setiap harinya (Mirzam & Suastika, 2025).

3. Ketinggian Tempat

Tanaman wortel umumnya ditanam di Indonesia pada daerah dataran tinggi dengan ketinggian 1.000 sampai 1.200 meter di atas permukaan laut (mdpl), tetapi masih bisa tumbuh di dataran sedang dengan ketinggian 200 sampai 700 mdpl, tetapi produksi rendah (Firmansyah et al., 2016).

2.4 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

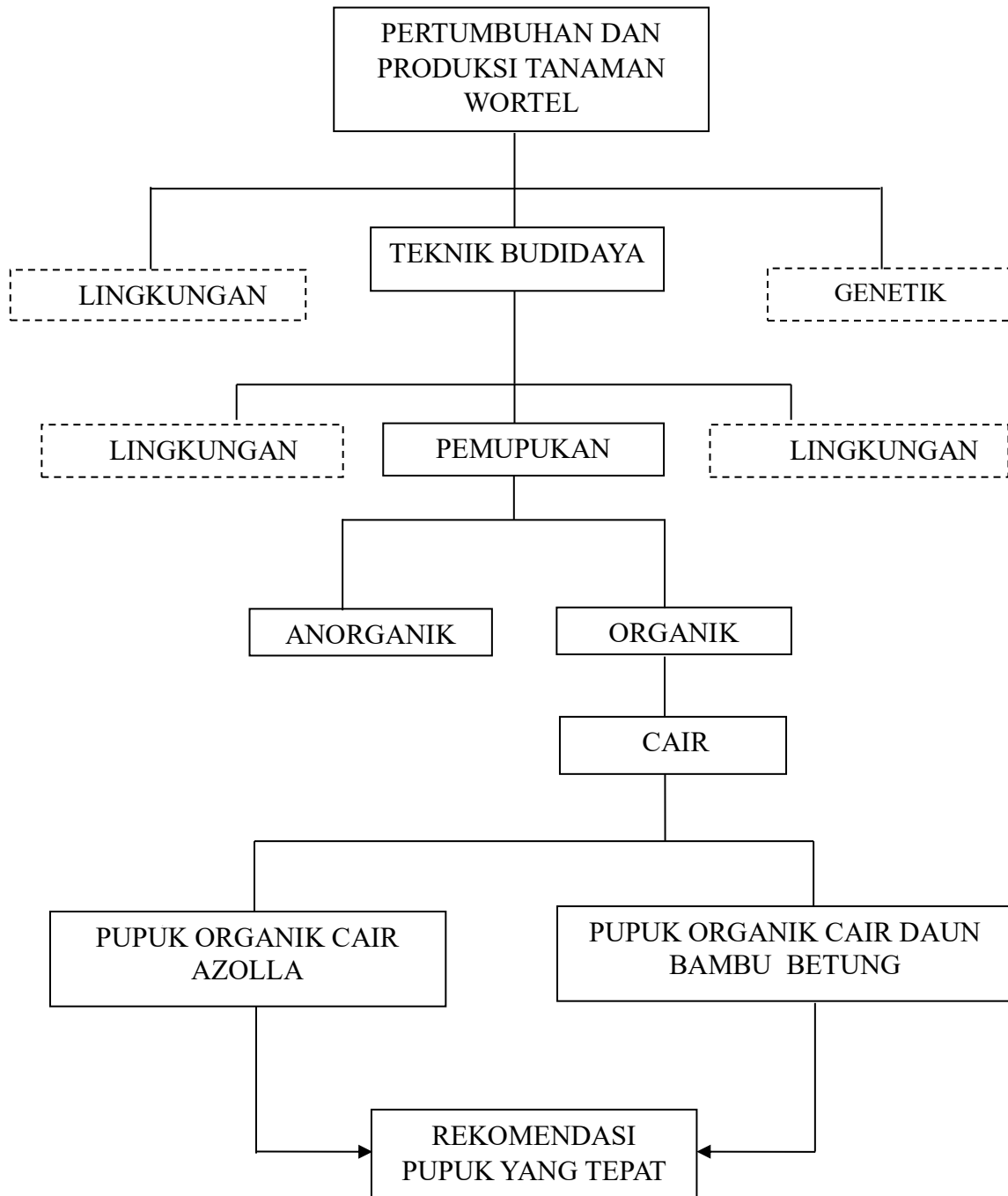
Berdasarkan hasil penelitian Riza (2021) pemberian pupuk cair azolla pinnata dengan konsentrasi 175 ml/L mampu memberikan pertumbuhan yang baik terhadap bibit gambir pada pertumbuhan jumlah daun, lebar daun, bobot segar akar dan bobot kering akar. Hasil penelitian Syahrial Huda et al., (2016). aplikasi azolla segar sebanyak 5 ton per hektar pada wortel varietas Kuroda menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada dua varietas. Pada pengamatan hasil panen per hektar, perlakuan azolla segar 5 ton per hektar pada varietas Kuroda menghasilkan umbi sebanyak 34,09 ton per hektar

lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian (A. Pratiwi et al., 2024) POC azolla dapat mempengaruhi struktur tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Pada penelitian sebelumnya penambahan konsentrasi POC Azolla efektif meningkatkan tinggi tanaman kentang di umur 28 HST. POC Azolla dapat memberikan ketersediaan unsur hara terutama nitrogen (N) sehingga tersedia pada awal pertumbuhan vegetatif tanaman, tanaman akan lebih optimal dalam menyerap unsur hara tersebut dan memberikan respon yang cepat pada pertumbuhan vegetatifnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Winda Purnama Sari. (2020), perlakuan POC azolla dengan konsentrasi 2,5 liter POC per 15 liter air memberikan pengaruh terbaik terhadap rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, berat umbi, diameter umbi, dan panjang umbi wortel. Sebaliknya, perlakuan dengan konsentrasi 3,25 liter POC per 15 liter air dan 3,5 liter POC per 15 liter air menunjukkan pengaruh yang kurang baik pada parameter tersebut. Penerapan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman wortel. Berdasarkan penelitian Rusdi et al. (2019) kompos daun bambu (*Bambusa arundinacea*), berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan semai tanjung (*Mimusops elengi L.*) perbandingan tanah dengan kompos daun bambu perlakuan S2 (2:1) memberikan hasil semai tanjung yang maksimal dari pada perlakuan lainnya. Berdasarkan penelitian Embarsari et al. (2015) jenis sumbu dan media tanam yang paling baik untuk pertumbuhan dan hasil tanaman seledri pada jenis sumbu wol dengan perlakuan 50% kompos daun bambu dengan 50% arang sekam.

2.5 Kerangka Berfikir



Gambar 1. Kerangka Pikir

2.6 Hipotesis

1. Pemberian POC azolla dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman wortel. Diduga dosis 400 ml/ l air per petak memberikan pengaruh terbaik.
2. POC daun bambu betung berpengaruh terbaik pada dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman wortel. Diduga dosis 400 ml/l air per petak memberikan pengaruh terbaik.
3. Dosis POC azolla dengan POC daun bambu betung pada dosis dan kombinasi yang berbeda memberi pengaruh interaksi yang berbeda pula. Diduga interaksi dosis POC azolla dosis 400 ml/ l air per petak dan POC daun bambu betung dosis 400 ml/ l air per petak memberikan pengaruh interaksi terbaik.
4. Nilai ekonomi dari penjualan campuran POC azolla dan POC daun bambu betung dengan $R/C > 1$, atau lebih dari 1 maka usaha tani menguntungkan (penerimaan lebih besar daripada pengeluaran) dengan BEP harga jual di atas 15.000 per liter dengan nilai ROI sebesar 76,47%.