

BAB II. LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pupuk Organik

Pupuk organik pada umumnya berbentuk padat maupun cair. Contoh pupuk organik padat adalah pupuk kandang, kompos, bokasi dan kascing. Pupuk kandang mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan potasium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S), juga unsur mikro boron (B), cupri (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), molybdenum (Mo) dan zinc (Zn) (Schoenian, 2012). Dalam pertanian berkelanjutan, pupuk kandang dapat digunakan sebagai pembenah tanah yang potensial untuk meningkatkan bahan organik tanah dan menyediakan unsur hara tanaman (Calderon *et al.*, 2004). Kompos banyak digunakan pada usaha agronomi dan hortikultura. Kompos dapat digunakan sebagai pembenah tanah, pupuk suplemen, lapisan atas untuk padang rumput, mulsa tanaman pekarangan, dan media tanam pot (Oviasogie *et al.*, 2010).

Pembuatan kompos biasanya dipacu menggunakan mikroorganisme yang mempercepat dekomposisi dan stabilisasi bahan organik (Oviasogie *et al.*, 2010). Panas yang dihasilkan pada saat perombakan bahan organik oleh mikroba dapat dihasilkan kompos yang stabil, bebas pathogen dan biji gulma, sehingga baik diaplikasikan pada tanah (Oviasogie *et al.*, 2010). Percobaan yang terkait pembuatan pupuk organik terdapat pada paten US20040065127 A1 (Connell, 2004). Pada percobaan tersebut dihasilkan pupuk organik padat dari limbah organik basah yang dihilangkan kandungan airnya dengan menggunakan udara bergerak dengan kecepatan tinggi (*cyclone of forced air*). Penggunaan pupuk organik cair dapat mengurangi kebutuhan kompos untuk mencukupi ketersediaan N bagi tanaman sehingga dapat mengurangi biaya produksi (Altintas dan Acikgoz, 2012).

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lain yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau

mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (PERMENTAN, 2011). Pupuk organik padat (kompos) berkualitas tinggi yang telah banyak beredar di pasaran adalah bokasi dan kascing. Kompos dapat meningkatkan daya ikat air dan nutrisi tanah, menghasilkan media tanam yang porous untuk pertumbuhan akar tanaman, dan meningkatkan bahan organik tanah (Oviasogie *et al.*, 2010).

Bokasi merupakan produk hasil fermentasi bahan organik yang menggunakan EM (*Effectiveness Microorganisms*) yang digunakan sebagai perombak dan dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroorganisme tanah (Sutanto, 2002). *Effectiveness Microorganisms* tersebut merupakan mikrobia inokulan yang dikembangkan oleh Teuro Higa (Higa and Parr, 1994), terdiri atas *Lactobacillus* sp., *Actinomycetes* sp., *Streptomyces* sp. dan *Yeast*, dapat merombak bahan organik dan dapat memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

EM merupakan multikultur beberapa jenis mikroorganisme efektif, *beneficial*, dan nonpatogen terdiri atas spesies aerob maupun anaerob yang ditumbuhkan bersama (Renuka and Parameswari, 2012). Bahan organik yang difermentasi dengan EM menghasilkan pupuk organik yang mengandung berbagai asam organik, enzim, antioksidan dan logam *chelates* (Higa and Chinen, 1998). Spesies utama dari EM meliputi *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* dan *Streptococcus lactis* (bakteri asam laktat), *Rhodopseudomonas palustris* dan *Rhodobacter sphaeroides* (bakteri fotosintetik), *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida utilis* (yeasts), *Streptomyces albus* and *S. griseus* (*actinomycetes*), dan *Aspergillus oryzae*, *Penicillium* sp. dan *Mucor hiemalis* (jamur ragi) (Renuka and Parameswari, 2012).

Kascing merupakan hasil proses pengomposan yang menggunakan berbagai spesies cacing seperti *red wigglers*, cacing putih, dan cacing tanah untuk menghasilkan campuran heterogen dari dekomposisi sayuran, sisa makanan atau bahan organik lain. Kascing atau *vermicompost* merupakan fragmentasi dari sisa-sisa bahan organik dilakukan oleh cacing tanah menghasilkan partikel halus dan

mengandung nutrisi yang dapat diabsorpsi oleh tanaman dengan mudah (Atiyeh *et al.*, 2000). Spesies cacing perombak, bahan dasar yang dirombak, dan umur dari kompos berpengaruh terhadap kualitas kascing (Hanai'Ai, 2009). Kascing dapat menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman yang optimal (Chanda *et al.* 2011; Joshi *et al.* 2013).

Kualitas pupuk organik antara lain ditentukan oleh pH, dan unsur hara baik makro maupun mikro yang terkandung dalam pupuk. Selain itu kualitas pupuk organik cair dipengaruhi oleh kandungan asam organik (Arancon *et al.* 2006; Campitelli *et al.*, 2012). Standarisasi kualitas pupuk organik padat dan pupuk organik cair yang dianjurkan oleh Kementerian Pertanian Indonesia tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar kandungan unsur hara dan pH pupuk organik berdasarkan Permentan 2011

pH dan kandungan unsur hara	Pupuk organik padat	Pupuk organik cair
-----------------------------	---------------------	--------------------

pH	4 - 9	4 - 9
C-organik (%)	min 15	min 6
C/N ratio	15 - 25	-
Hara Makro (%)		
(N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	min 4	
N	-	3 - 6
P ₂ O ₅	-	3 - 6
K ₂ O	-	3 - 6
Hara mikro (ppm)		
Fe total	max 9000	90 - 900
Fe tersedia	max 500	5 - 50
Mn	max 5000	250 - 5000
Zn	max 5000	250 - 5000
Cu	-	250 - 5000
B	-	125 - 2500
Co	-	5 - 20
Mo	-	2 - 10

Sumber: Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR. 140/10/2011

Kotoran (*feces*) hewan ternak mengandung sejumlah unsur hara yang lengkap (Tabel 2). Kandungan unsur hara N dan K pada kotoran kambing relatif sama dibanding kotoran unggas, tetapi jauh lebih tinggi dibanding kotoran sapi (Tan, 1993). Penelitian lain menunjukkan bahwa kandungan N pada pupuk kotoran kambing adalah 1,02 %, ayam petelur 2,18, dan sapi potong 2,37 % (Karim *et al.*, 2013) dengan C/N ratio untuk kotoran kambing 14:1, ayam petelur 10:1, dan sapi perah 20: 1 (COG, 2004). Kandungan unsur hara pada kotoran ternak tergantung pada jenis ternak dan pakan (Schoenian, 2012). Hasil percobaan penggunaan pupuk kandang ayam, kambing, dan pupuk hijau daun glirisida di lahan pasir pantai menunjukkan tidak ada interaksi antara macam dan dosis pupuk organik terhadap

pertumbuhan dan hasil tanaman koro pedang (Prasetyowati and Sunaryo, 2017). Pupuk kandang ayam menghasilkan berat kering tanaman dan hasil biji koro pedang per hektar paling tinggi.

Penggunaan pupuk organik pada tanaman, di satu sisi menghasilkan kuantitas hasil rendah, tetapi di sisi lain dapat memberikan hasil tanaman dengan kualitas tinggi. Kuantitas hasil rendah pada penggunaan pupuk organik disebabkan kandungan unsur hara makro rendah dalam pupuk organik yang diberikan (Chanda *et al.*, 2011; Joshi *et al.*, 2013), oleh karena itu untuk memperoleh kuantitas hasil tinggi perlu memupuk tanaman dengan pupuk organik berkualitas dengan dosis tinggi.

Analisis sifat dan senyawa kimia dalam pupuk organik/semi organik dapat dilakukan dengan menggunakan alat dan berbagai metode. Alat untuk mengukur pH, TDS dan EC dapat menggunakan pH/TDS/EC meter, sedangkan analisis kandungan unsur hara (Tabel 3) dapat menggunakan metode Kjeldahl, UV-VIS Spectrophotometer, dan Atomic Absorption Spectrophotometer (Govere *et al.*, 2011, Sarojan, 2009).

Pupuk organik organik cair dapat diberikan pada tanaman melalui akar maupun melalui daun (Selvam and Sivakumar, 2013; Sasikumar *et al.*, 2011; dan Deore *et al.*, 2010). Hasil penelitian Sasikumar *et al.* (2011), menunjukkan bahwa penyemprotan pupuk organik cair pada tanaman *Abelmoschus esculantus* L., pada konsentrasi rendah (12,5%) menghasilkan pertumbuhan dan hasil lebih baik daripada penyemprotan larutan pupuk dengan konsentrasi lebih tinggi.

Tabel 2. Kandungan unsur hara beberapa pupuk kandang kotoran ternak (%)

<i>Feces</i> Ternak	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
Sapi perah	0,53	0,35	0,41	0,28	0,28	0,05	0,004
Sapi daging	0,65	0,15	0,30	0,12	0,12	0,09	0,004
Kuda	0,70	0,10	0,58	0,79	0,79	0,07	0,010
Unggas	1,50	0,77	0,89	0,30	0,30	0,00	0,100
Domba	1,28	0,19	0,93	0,59	0,59	0,09	0,020

Sumber: Tan (1993)

Budidaya tanaman secara organik/semi organik saat ini telah berkembang di masyarakat, baik di tingkat nasional, maupun internasional yang membutuhkan ketersediaan pupuk organik/semi organik berkualitas dan murah, baik padat, maupun cair (pupuk organik(POC)/semi organik cair (PSOC)). Ketersediaan POC/PSOC berkualitas dapat mendukung pengembangan pertanian organik terutama budidaya tanaman terkendali yaitu hidroponik, maupun semi terkendali seperti budidaya tanaman dalam pot.

Tabel 3. Metode analisis kimia untuk pupuk organik

Sifat/senyawa kimia	Metode analisis
pH	pH meter
Nitrogen (N)	Metode Kjeldahl
Phosphor (P)	UV-VIS Spectrophotometer
Potassium (K), Zinc (Zn), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Sulphur (S)	Atomic Absorption Spectrophotometer

Sumber: Govere *et al.*, (2011)

Saat ini ada beberapa pupuk organik cair (POC) telah dibuat baik oleh petani maupun pabrik (Sridhar and Rengasamy, 2010; Sasikumar *et al.*, 2011; Quaik and Ibrahim, 2013). Bahan dasar yang dapat digunakan untuk pembuatan POC adalah rumput laut (Zodape *et al.*, 2008, Thirumaran *et al.*, 2009, Sridhar and Rengasamy, 2010; Sasikumar *et al.*, 2011; Quaik and Ibrahim, 2013), eceng gondok, *Symphythum officinale*, dan *Amaranthus retroflexus* (Govere *et al.*, 2011). Lebih lanjut, kascing juga dapat dibuat menjadi POC berkualitas tinggi (Quaik and Ibrahim, 2013).

Pupuk organik cair dapat dibuat dari bahan sisa tanaman maupun hewan, diberikan pada tanaman sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan unsur hara (Martinez-Alcantara *et al.*, 2016). Pupuk organik dari ekstrak udang dapat meningkatkan populasi bakteri fungsional di daerah sekitar akar dan memacu

pertumbuhan awal tanaman krisan (Ji *et al.*, 2017). Nurdiawati *et al.* (2017) melaporkan bahwa bulu ayam diperlakukan dengan *hydrothermal treatment* (HTT) pada suhu 140–200°C selama 30 menit, dengan perbandingan bulu: air (1 :5) dan ditambah kapur, dapat dihasilkan pupun organik cair dengan kandungan N tinggi yaitu 3,4 % dan total asam amino 13,6%.

Kualitas POC/PSOC dapat dipengaruhi oleh kualitas bahan dasar pupuk. Pada penelitian ini dilakukan analisis kandungan unsur hara (N, K₂O, S, Fe, dan Mn) dan dinamika pH dan EC dari POC berbahan baku *feces* domba yang diberi bahan tambahan gula dan ammonium sulfat/Zwavelzuure Amonia (ZA), dan difermentasi menggunakan mikroba perombak EM. *Effective Microorganisms* (EM) merupakan multikultur mikroorganisme *beneficial* yang ditumbuhkan bersama terutama terdiri dari bakteri asam laktat, bakteri fotosintesis, yeast, ragi fermentasi, dan actinomycetes ditumbuhkan dengan metode tertentu dalam bentuk cairan (Renuka and Parameswari, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Yunus dan Zubaedah (2015) maupun Zubaedah *et al.* (2014) menunjukkan gula menyediakan energi dan carbon bagi bakteri asam laktat untuk metabolisme asam laktat dan akumulasi dari asam laktat dapat menurunkan pH media. Penelitian Firdaunsi (2013) tentang pengaruh konsentrasi gula dan ragi dalam pembuatan asam cuka dari Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula dan ragi meningkatkan hasil asam cuka.

2. Hidroponik

Peradaban dunia yang semakin maju menghasilkan konsekuensi pertanian geponik dihadapkan pada ketersediaan lahan per kapita semakin sempit. Pada tahun 1960 populasi penduduk dunia sekitar 3 milyar orang dengan rerata kepemilikan lahan 0,5 ha per kapita. Saat ini dengan jumlah populasi 6 milyar orang, rerata kepemilikan lahan 0,25 ha per kapita dan pada tahun 2050 dipredikisi menjadi 0,16 ha per kapita (Sardare and Admane, 2013). Penurunan luas lahan pertanian subur sejalan dengan peningkatan kebutuhan lahan untuk perumahan dan perkantoran dan

fasilitas umum lainnya, serta pengaruh negatif dari perubahan iklim maupun pemanasan global terhadap pertumbuhan tanaman dapat menjadi ancaman serius untuk produksi tanaman di kemudian hari. Dalam waktu dekat, bahwa 50% dari lahan subur di dunia diproyeksi akan berubah menjadi tidak layak untuk usaha pertanian (Okemwa, 2015). Disisi lain, di beberapa negara pertumbuhan penduduk meningkat secara cepat sehingga terjadi pula peningkatan kebutuhan pangan, tetapi tidak diimbangi peningkatan lahan budidaya tanaman secara proposional (Oliano *et al.*, 2015).

Laju urbanisasi dan industrialisasi yang cepat disertai mencairnya gunung es akibat pemanasan global menyebabkan ketersediaan lahan subur untuk budidaya tanaman menjadi semakin sempit. Produktivitas dan status kesuburan tanah semakin rendah akibat semakin tinggi dosis penggunaan pupuk kimia sintesis dan budidaya tanaman intensif terus menerus, peningkatan temperatur harian akibat pemanasan global, banjir yang sering terjadi, pencemaran air dan tata kelola penggunaan air buruk, membuat sangat sulit untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia di kemudian hari jika hanya mengandalkan sistem budidaya tanam lahan terbuka (Sardane and Admane, 2013). Oleh karena itu, hidroponik, budidaya tanpa tanah, menjadi pilihan paling tepat.

Budidaya sayuran secara hidroponik di perkotaan sangat potensial untuk dikembangkan. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya kebutuhan sayuran seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, terbatasnya lahan subur untuk budidaya tanaman, dan semakin tingginya keinginan masyarakat dalam mengkonsumsi sayuran berkualitas (Sastro dan Rokhmah, 2016). Budidaya tanaman sistem hidroponik merupakan pabrik tanaman, tanaman ditanam pada larutan nutrisi dan dilakukan pengontrolan faktor lingkungan (Chen *et al.*, 2016). Pertumbuhan dan kualitas tanaman dimonitor dan dikontrol secara ketat. Untuk mengevaluasi pertumbuhan tanaman dengan mengukur dan mencatat berat tanaman selama pertumbuhan dengan sistem pengukuran otomatis tanpa merusak tanaman. Data yang dikumpulkan dengan sistem ini sangat bermanfaat untuk monitoring penelitian

tanaman hidroponik maupun dapat diaplikasikan pada penelitian budidaya tanaman pada umumnya (Chen *et al.*, 2016).

Hidroponik (berasal dari kata Yunani *hydro* = air, dan *ponos* = kerja) adalah suatu cara menumbuhkan tanaman menggunakan larutan unsur hara dalam air, tanpa tanah. Hidroponik adalah bagian dari budidaya tanpa tanah. Sistem hidroponik ini menggunakan alat kontrol lingkungan untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang sempurna dan cepat serta mengurangi gangguan penyakit. Parameter lingkungan seperti temperatur, kelembaban, intensitas cahaya, pH dan EC dimonitor dan dikontrol secara otomatis (Varmora *et al.*, 2018) menggunakan PLC/*Programmable Logic Control* (Patil *et al.*, 2016). Menurut Shimohara (2002) beberapa keuntungan dapat diperoleh dari hidroponik adalah: (1) ramah lingkungan, hemat air, pestisida dan pupuk, (2) dapat dijadikan usaha bisnis, hasil tinggi dan stabil, (3) menarik generasi muda, lingkungan bersih dan nyaman, tidak diperlukan tenaga kasar/berat.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, budidaya tanaman secara hidroponik terjadi peningkatan secara nyata dan memungkinkan penggunaan air, pupuk, dan pengendalian hama lebih efisien (Trejo-Tellez and Gomez-Merino, 2012). Hidroponik dapat memacu peningkatan pertumbuhan vegetatif, hasil, dan kualitas tanaman (Wahome *et al.*, 2011). Banyak manfaat dari budidaya tanaman secara hidroponik (Barbosa *et al.*, 2016; Sardare and Admane, 2013), hidroponik dapat dimanfaatkan untuk konservasi tanah dan pelestarian sumberdaya air (Oliano *et al.*, 2015; Patil, 2016). Praktik hidroponik dalam pengendalian lingkungan dapat meningkatkan hasil dan efisiensi penggunaan air, juga mendukung kelangsungan produksi sepanjang tahun (Barbosa *et al.*, 2015). Budidaya tanaman secara hidroponik telah dikembangkan menjadi pilihan bagus dan banyak dimanfaatkan secara komersial di negara barat (Mugundhan, 2011).

Banyak jenis tanaman sayuran telah dibudidayakan secara hidroponik di Indonesia. Masyarakat menanam sayuran daun seperti selada, sawi, kangkung, seledri, kailan dan basil. Tanaman sayuran buah yaitu tomat, cabai, terong dan timun juga mulai banyak dibudidayakan melalui hidroponik. Selain itu, jenis tanaman buah

yang sudah banyak dikembangkan melalui hidroponik yaitu melon dan semangka (Sastro dan Rokhmah, 2016).

Larutan nutrisi merupakan faktor yang paling dominan menentukan hasil tanaman dalam budidaya sistem hidroponik (Trejo-Tellez and Gomez-Merino, 2012). Nilai pH larutan nutrisi merupakan faktor yang paling menentukan kemampuan tanaman mengabsorpsi unsur hara. Larutan nutrisi dengan pH kisaran 5,8 – 6,5 adalah yang paling ideal untuk pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik (Saparamadu *et al.*, 2010). Penggunaan EC (*electrical conductivity*: daya hantar listrik) sebagai dasar penentuan konsentrasi larutan nutrisi dalam hidroponik dapat menghindari kekurangan atau kelebihan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman (Lee *et al.*, 2017). Pemberian larutan nutrisi pada hidroponik tanaman tomat, perlu diberikan dengan konsentrasi rendah pada pertumbuhan awal, dan semakin meningkat sesuai pertumbuhan tanaman, dan setelah tanaman membentuk tandan buah diberi larutan nutrisi dengan konsentrasi lebih tinggi (Hochmuth and Hochmuth, 2012).

Penemuan pupuk organik cair (POC) maupun pupuk semi organik cair (PSOC) dapat menjadi strategi sangat penting untuk mendukung pengembangan hidroponik. Pupuk organik/semi organik cair dapat menggantikan pupuk kimia anorganik sintetis yang semakin mahal dan semakin sulit didapatkan di beberapa negara seperti Indonesia. Pupuk sebagai salah satu sumber unsur hara adalah sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, dan kualitas dari POC/PSOC antara lain ditentukan oleh pH dan kandungan unsur hara. Kualitas POC/PSOC juga ditentukan oleh kandungan senyawa kimia lain seperti zat pengatur tumbuh (ZPT) dan asam organik (Arancon *et al.* 2006; Campitelli *et al.*, 2012).

Pada saat fermentasi bahan dasar pupuk, penggunaan mikroba efektif (*effectiveness microorganism*: EM) ditujukan untuk memperoleh POC/PSOC berkualitas tinggi. Untuk mensuplai energi dan nutrisi guna memacu pertumbuhan EM pada saat fermentasi dapat ditambahkan molase, NPK, dan urea dalam pembuatan POC (Desyane and Wiyana, 2012). *Effectiveness microorganism* adalah mikroba probiotik yang digunakan untuk fermentasi bahan organik yang

diaplikasikan untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman lebih baik (Higa and Parr, 1994).

Penelitian ini antara lain ditujukan untuk menentukan kombinasi paling tepat antara pupuk organik cair berbahan baku kotoran domba () dan A/B-mix untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sayuran secara hidroponik. A/B-mix adalah pupuk nutrisi hidroponik telah banyak dikenal di pasaran digunakan sebagai larutan nutrisi hidroponik mengandung unsur hara makro (N, P, K, S, Ca, dan Mg) dan unsur hara mikro (Fe, B, Mn, Zn, Cu, and Mo).

3. Budidaya Sayuran dalam Pot

Perubahan pemanfaatan lahan dari sektor pertanian ke non pertanian menyebabkan ketersediaan lahan untuk budidaya tanaman semakin sempit. Hal ini berdampak pada penurunan produksi tanaman seperti sayuran. Di sisi lain, penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan selain menurunkan kesuburan tanah juga dapat menurunkan kualitas produk tanaman. Pengembangan budidaya tanaman sayuran di lahan sempit seperti di pekarangan dan halaman rumah dapat menjadi pilihan yang tepat untuk meningkatkan ketersediaan sayuran berkualitas bagi masyarakat perkotaan (Anjarwati *et al.*, 2017).

Minat masyarakat terhadap budidaya sayuran dalam pot saat ini banyak berkembang terutama di kawasan perkotaan. Semakin terbatasnya lahan subur untuk budidaya tanaman, dan semakin tingginya keinginan masyarakat dalam mengkonsumsi sayuran berkualitas menjadi penyebab utama berkembangnya sistem budidaya dalam pot (Sastro dan Rokhmah, 2016). Perkembangan budidaya dalam pot dapat mendukung program pengembangan pertanian perkotaan dan mengatasi kendala ketersediaan lahan dan tanah subur yang semakin terbatas (Sardare and Admane, 2013).

Keuntungan budidaya tanaman dalam pot antara lain dapat menjadi alternatif terbaik pemanfaatan lahan pekarangan kosong untuk menghasilkan sayuran dan buah, menambah keindahan lingkungan tempat tinggal, mensuplai oksigen di lingkungan

sekitar, tidak perlu melakukan pengolahan tanah, mudah dalam mengatur jarak dan penempatan tanaman, relatif murah dan mudah penanaman, serta terbebas dari genangan air (Prasetyo, 2015). Budidaya tanaman dalam pot semakin populer dilakukan masyarakat perkotaan karena fleksibel mengatur jarak tanam dan penempatan tanaman pada lahan sempit. Tanaman dapat ditaruh dekat rumah sehingga mudah dilakukan pemeliharaan (Trevor, 2019)

Ukuran pot yang digunakan tergantung dari jenis tanaman yang ditanam, untuk tanaman buah (jambu, sawo, manga, dan jeruk) dibutuhkan pot berdiameter 60 cm, sedangkan untuk tanaman sayuran (sawi, selada, cabe, dan tomat) menggunakan diameter 20-30 cm (Prasetyo, 2015). Ukuran pot berpengaruh terhadap pertumbuhan akar (NeSmith and Duval, 1998), pot kecil dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang tidak optimal (Pooter *et al.*, 2012)

Pemberian pupuk secara teratur dapat menjaga vigor dan produktivitas tanaman. Pemberian pupuk yang berlebihan dapat mengganggu pertumbuhan dan menurunkan hasil tanaman. Pada tanaman sayuran buah seperti tomat, pemberian pupuk terlalu banyak dapat menyebabkan pertumbuhan daun berlebihan tetapi hasil buahnya sedikit. Untuk memacu pertumbuhan tanaman sayuran biasanya digunakan pupuk cair dengan frekuensi pemberian satu kali seminggu (IFAS, 2016). Media tanam untuk budidaya sayuran dalam pot dapat menggunakan komposisi satu bagian tanah (*top soil*) dan satu bagian arang sekam (Prasetyo, 2015).

4. Grafting

Sudah beberapa ribu tahun lalu manusia melakukan praktik pemotongan dan penggabungan jaringan tanaman berbeda menjadi satu tanaman yang dikenal dengan istilah *grafting* (Nanda and Melnyk, 2018). *Grafting* (sambung pucuk) adalah penggabungan tunas atau cabang dari suatu tanaman (*scion*) dengan bagian bawah tanaman lain (*stock*) yang memiliki akar (YouQun, 2011). Sambung pucuk ini

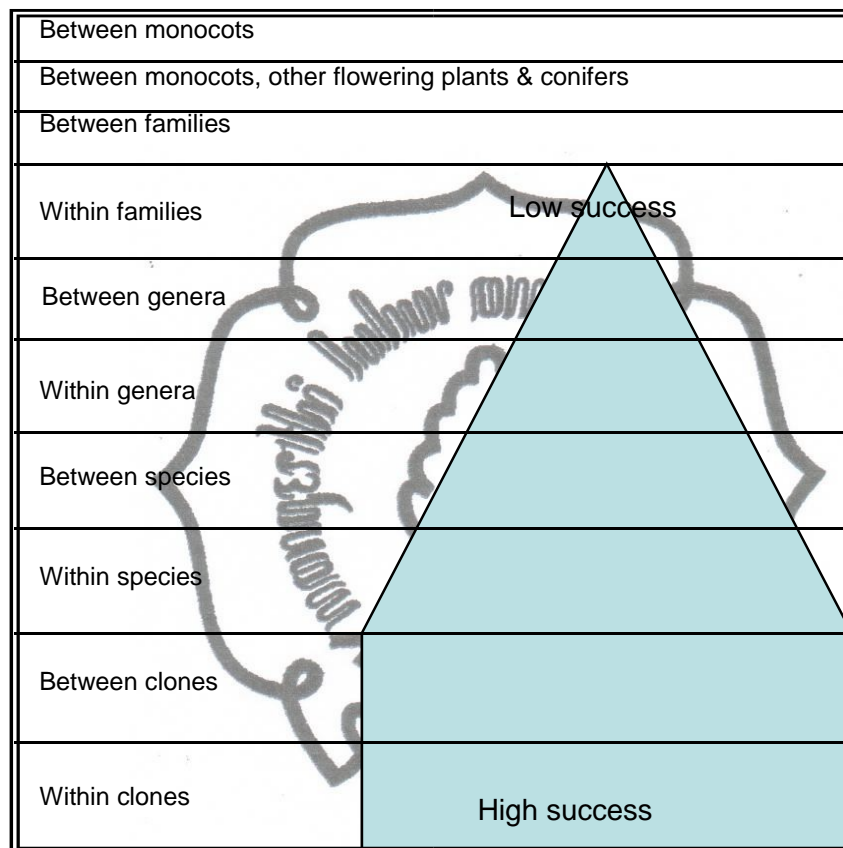
dilakukan dengan maksud untuk memperoleh ketahanan tanaman terhadap penyakit dan cekaman lingkungan abiotik, memperbaiki vigor tanaman dan menjadi salah satu cara perbanyakan tanaman secara vegetatif (Nanda and Melnyk, 2018). Sambung pucuk telah banyak digunakan untuk memperbaiki sifat keturunan pada tanaman hortikultura. Selain itu, sambung pucuk digunakan sebagai alat untuk mempelajari pergerakan jarak jauh molekul-molekul yang berperan penting dalam proses fisiologi di dalam tubuh tanaman (Wang *et al.*, 2017).

Banyak penelitian yang mengungkap mekanisme molekuler terbentuknya variasi fenotipe anatomi, morfologi, dan produksi pada tanaman *grafting*. Wang *et al.* (2017) mempelajari bagaimana mekanisme perpindahan makromolekul seperti RNA, protein, maupun DNA antara *scions* dan *rootstock* melalui jaringan pengangkutan. Nanda and Meelnyk (2018) melakukan kajian tentang peran delapan hormon tumbuhan utama dalam penyembuhan luka dan proses pembentukan jaringan pengangkutan. Delapan hormon tersebut adalah *abscisic acid* (ABA), auksin, *brassinosteroids*, *cytokinins*, *ethylene*, *gibberellins*, *jasmonic acid*, dan *strigolactones*.

Dua Tanaman dapat digabungkan menjadi satu tanaman melalui sambung pucuk apabila kedua tanaman tersebut memiliki hubungan botanis yang dekat (Kumar, 2011). Bentuk piramida tingkat kompatibilitas dari hubungan botanis menunjukkan tingkat keberhasilan penyatuan antara batang atas dan batang bawah (Kumar, 2011), menunjukkan bahwa tanaman dalam satu klon maupun antar klon menghasilkan tingkat keberhasilan penyatuan (kompatibilitas) tinggi, sedangkan tanaman antar famili menghasilkan tingkat keberhasilan penyatuan rendah (Gambar 1). Kompatibilitas antara *rootstock* dan *scion* merupakan faktor paling menentukan hidupnya tanaman sambung pucuk (Xu *et al.*, 2016).

Sambung pucuk secara umum dikenal sebagai teknik untuk menggabungkan dua bagian tanaman, batang bagian atas dinamakan “*scion*” dan batang bagian bawah dinamakan “*rootstock* atau *stock*” (Goldschmidt, 2014). Menjadi fenomena yang menakjubkan dua spesies berbeda menjadi satu organisme dapat tumbuh dan

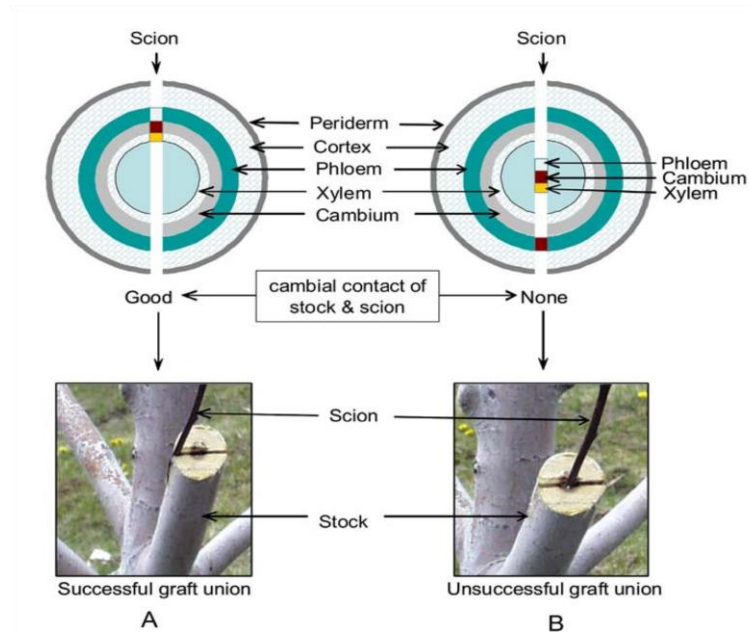
berkembang secara harmonis (Cookson *et al.*, 2014). Untuk memperoleh keberhasilan sambung pucuk, pemotongan batang secara tepat baik pada *scion* maupun *stock* sangat diperlukan (YouQun, 2011).



Gambar 1. Piramida kompatibilitas hubungan botani yang menentukan keberhasilan penyatuan antara *stock* dan *scion* (Kumar, 2011)

Untuk menghasilkan keberhasilan penyatuan sambungan pada sambung pucuk, kambium dari batang atas (*scion*) dan batang bawah (*stock*) harus saling menempel dengan baik. Oleh karena itu batang atas dan batang bawah sebaiknya memiliki ukuran diameter sama pada saat dilakukan sambung pucuk (Johnson *et al.*, 2011a). Untuk memperoleh keberhasilan sambung pucuk, pemotongan dan penyatuan struktur anatomi batang atas dan batang bawah harus dilakukan secara tepat (YouQun, 2011; Bilderback *et al.*, 2014). Pada saat penyatuan sambungan, sel-sel

kambium membelah dan menentukan keberhasilan sambung pucuk. Gambar 2 menunjukkan kambium dari batang atas dan batang atas harus melekat erat membentuk satu kesatuan (Kumar, 2011).



Gambar 2. Susunan skematis dari jaringan yang terlibat dalam sambung pucuk. Lingkaran kambium terletak di antara jaringan pengangkutan (Xylem dan Phloem). Jaringan pengangkutan terlibat dalam transport air (xylem) dan karbohidrat (phloem). Suatu posisi yang tepat dari lapisan kambium antara *stock* dan *scion* ditampilkan pada gambar A. Posisi tidak tepat dari lapisan kambium antara *stock* dan *scion* (gambar B) menyebabkan kegagalan dari sambung pucuk (Kumar, 2011)

Ada beberapa metode sambung pucuk antara lain *flat*, *cleft*, dan *approach*, dari ketiga metode tersebut *cleft* (gambar 3) adalah metode yang paling banyak digunakan (YouQun, 2011; Johnson *et al.*, 2011b). Selain itu, grafting pada tanaman melon dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Hole Insertion Grafting*, *Splice Grafting*, dan *Tongue Approach Grafting* seperti tampilan pada gambar 4 (Guan and Zhao, 2014).



Gambar 3. Cleft grafting (Johnson, 2011a).



Gambar 4. *Hole Insertion Grafting* (kiri), *Splice Grafting* (tengah), dan *Tongue Approach Grafting* (kanan) pada tanaman melon (Guan and Zhao, 2014)

Sambung pucuk telah digunakan sejak beberapa abad lalu untuk perbanyakan tanaman hortikultura untuk meningkatkan produksi tanaman, vigor tanaman, dan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Pertropoulos *et al.*, 2014; Miles, 2012; Guan and Zhao, 2012; Davis and Veazle, 2008; Davis and Veazle, 2006), juga untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap temperatur ekstrim (Johnson *et al.*, 2011a). Teknik grafting ini sekarang banyak digunakan untuk perbanyakan melon (Guan and Zhao, 2014), semangka (Miles, 2012), dan tomat (Johnson *et al.*, 2011b).

Sambung pucuk pada tanaman sayuran dimulai sejak tahun 1920an menggunakan *rootstock* yang tahan penyakit untuk mengendalikan penyakit *soil*

borne diseases (Davis *et al.*, 2008). Sambung pucuk pada famili labu-labuan (*cucurbitaceae*) penggunaan rootstock dengan berbagai spesies sering dilakukan di Asia, beberapa kawasan Eropa dan Timur Tengah (Davis and Veazie, 2006). Di Jepang dan Korea sayuran famili labu-labuan dan tomat saat ini banyak dibudidayakan secara sambung pucuk (Davis *et al.*, 2008).

Sambung pucuk pada tanaman melon tidak berpengaruh pada hasil fotosintesis, namun meningkatkan efisiensi penggunaan air sebesar 35%. Sambung ganda pada tanaman melon dapat meningkatkan berat kering angin tanaman (sebesar 66% dan 31%), meningkatkan hasil buah (sebesar 12% dan 56%) dibanding sambung tunggal dan kontrol, dan meningkatkan pengambilan unsur hara N, P, K, Ca, Mn dan Zn tetapi tidak meningkatkan kualitas buah pada *Brix* dan warna buah (Bautista, 2011). Meskipun sudah lama sambung pucuk digunakan secara luas pada pengembangan tanaman buah, namun proses penyatuan dua spesies tanaman berbeda yang disambung masih belum banyak diketahui (Cookson *et al.*, 2014).

Rootstock berpengaruh terhadap vigor *scion* tanaman diploid maupun triploid famili *cucurbitaceae* (Davis and Veazie, 2006). Industri tomat dan labu-labuan di Amerika Serikat melakukan penelitian sambung pucuk sebagai salah satu alternatif untuk mengendalikan penyakit tanaman. Hasilnya menunjukkan macam *rootstock* berpengaruh terhadap variasi hasil dan kualitas buah *scion*. Flavor, pH, warna, tekstur, kandungan gula dan karotenoid dipengaruhi oleh macam *rootstock* yang digunakan (Davis *et al.*, 2008). Kualitas buah bervariasi sesuai kultivar dan *rootstock*, dan semakin baik vigor tanaman cenderung menghasilkan kualitas buah lebih baik (Davis and Veazie, 2006).

Penelitian sambung pucuk antara kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan leunca (*Solanum nigrum* L.) belum pernah dilaporkan. Kentang termasuk famili *Solanaceae* dan merupakan komoditas sayuran penghasil kalori, protein, dan vitamin (Setiawati *et al.*, 2007). Untuk pertumbuhannya, tanaman kentang membutuhkan temperatur optimum sekitar 20°C. Semakin awal tanaman berada dalam temperatur tinggi (32°C) akan mendapat pengaruh negatif semakin serius pada pertumbuhan dan

hasil (Rykaczewaska, 2013; Paul and Gogoi, 2013; Rykaczewaska, 2015; Muthoni and Kabira, 2015). Temperatur 20-30°C adalah sesuai untuk pertumbuhan batang dan daun, sedangkan suhu kurang dari 20°C cocok untuk inisiasi dan pembesaran umbi (Setiawati *et al.*, 2007). Sangat penting dilakukan penelitian tentang kombinasi rootstock/scion pada berbagai kondisi iklim dan geografis karena banyak rootstock yang memiliki kemampuan adaptasi pada kisaran luas temperatur dan kelembaban (Davis *et al.*, 2008).

Leunca dikenal sebagai *black nightshade*, merupakan anggota tanaman herbal dari famili Solanaceae, memiliki bahan aktif utama seperti *glycoalkaloids*, *glycoproteins*, dan *polysaccharides*, selain itu juga mengandung bahan *polyphenolic* seperti *gallic acid*, *catechin*, *protocatechuic acid* (PCA), *caffeic acid*, *epicatechin*, *rutin*, dan *narigenin* (Jain *et al.*, 2011). Tanaman ini biasanya tumbuh sebagai gulma di lingkungan lembab pada berbagai jenis tanah, termasuk lahan kering, berbatu, lapisan tanah tipis maupun dalam, dan dapat dibudidayakan pada kawasan beriklim tropis maupun subtropis.

Meskipun tanaman leunca mengandung racun solanine, tanaman ini banyak mengandung antioksidan berperan sebagai *hepatoprotective*, anti-tumor, *cytostatic*, *anti-convulsant*, *anti-ulcerogenic* dan *anti-inflammatory* (Kumar *et al.*, 2012). Kandungan nutrisi dari daun dan buah (biji) leunca antara lain protein (24,90% pada daun, 17,63% pada buah), serat kasar (6,81% pada daun, 6,29% pada buah, karbohidrat (53,51 pada daun, 55, 85 pada buah), selain itu juga mengandung vitamin A, B, C, dan E, juga asam folat (Akubugwo *et al.*, 2007). *Solanum nigrum* memiliki kandungan zat antioxidant mempunyai efek *hepatoprotective*, anti-tumor, *cytostatic*, *anti-convulsant*, *anti-ulcerogenic*, dan *anti-inflammatory* (Atanu *et al.*, 2011).

Pada penelitian ini, tanaman kentang digunakan sebagai *rootstock*, sedangkan tanaman leunca digunakan sebagai *scion*. Baik tanaman kentang maupun tanaman leunca termasuk dalam satu fmili yaitu “*Solanaceae*” sehingga grafting untuk kedua tanaman tersebut dapat dilakukan. Tanaman kentang membutuhkan temperatur harian relatif rendah sekitar 20°C (Rykaczewaska, 2013, Paul & Gogoi, 2013;

Rykaczewaska, 2015; Muthoni & Kabira, 2015), sedangkan tanaman leunca memiliki adaptasi yang bagus baik terhadap temperature rendah maupun tinggi (Jain *et al.*, 2011).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sambung pucuk terhadap pembentukan umbi dan dinamika endofit pada tanaman grafting antara tanaman kentang sebagai *rootstock* dan tanaman leunca sebagai *scion* yang diberi perlakuan . Penelitian endofit telah dilakukan pada tanaman kentang (Sessitch *et al.*, 2004; Andreote *et al.*, 2009) dan leunca (Nayak, 2015; Long *et al.*, 2008). Sambung pucuk kentang-leunca sangat bermanfaat dalam pengembangan produksi kentang di dataran rendah, baik sebagai benih, maupun konsumsi.

5. Endofit

Endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman, dan beberapa diantara mereka memiliki peran simbiose mutualistik dengan tanaman inang (Owen and Hundley, 2004), dapat memacu pertumbuhan tanaman (Quambusch, *et al.* 2014). Interaksi antara tanaman dengan mikroba endofit dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman telah menjadi subyek menarik untuk dipelajari (Azevedo *et al.*, 2000). Telah dipelajari interaksi antara bakteri endofit dengan tanaman inang pada kentang (Sessitsch *et al.*, 2004) menunjukkan dapat memacu pertumbuhan dan ketahanan tanaman inang terhadap gangguan pathogen. Salah satu contoh bakteri endofit *Pseudomonas putida* strain P9 pada tanaman kentang, dapat meningkatkan ketahanan tanaman kentang terhadap gangguan *Phytophthora infestants* (Andreaote *et al.*, 2009).

Interaksi antara mikroba dan tanaman berkembang sejalan dengan proses evolusi tanaman, oleh karena itu penggunaan mikroba secara tunggal maupun campuran dari spesies yang hidup di alam bebas dapat meningkatkan produktivitas usaha pertanian secara signifikan (Renuka and Parameswari, 2012). Isolasi endofit dari daun tanaman herbal, *Solanum nigrum*, telah dilakukan dengan teknik *agar plate* dan *moist chamber* (Nayak, 2015). Hasil isolasi dengan teknik *agar plate*

menghasilkan *Penicillium digitatum*, *Aspergillus awamori*, dan *Alternaria* sp., sedangkan pada teknik *moist chamber* menghasilkan *Torula herbarum*, *Trichoderma harzianum* and *Aspergillus flavus*. Beberapa dari mikroorganisme tersebut diketahui dapat menghasilkan bahan-bahan bioaktif seperti vitamin, hormone, enzim, antioksidan yang dapat memacu pertumbuhan dan menyehatkan tanaman (Renuka and Parameswari, 2012).

Endofit sebagai mikroorganisme benefisial telah menjadi perhatian besar bagi para peneliti khususnya peranannya di bidang pertanian (Moreira *et al.*, 2015). Saat ini riset *microbiome* tanaman mendapat banyak perhatian, namun demikian mekanisme yang menunjukkan tanaman memperoleh endofit belum banyak diketahui (Kandel *et al.*, 2017). *Rhizobium* dikumpulkan oleh *exudat* akar tanaman dari daerah komunitas mikroba di tanah, dapat membentuk koloni di permukaan akar atau masuk ke dalam jaringan korteks akar (Visiole *et al.*, 2015). Mekanisme bagaimana *genotype* dari *rootstock* maupun *scion* berpengaruh menentukan terhadap komposisi komunitas bakteri pada tanaman grafting juga belum banyak diketahui (Liu *et al.*, 2018).

Di dalam tubuh tanaman (*endosphere*) mengandung berbagai kelompok komunitas mikroba (Kandel *et al.*, 2017). Di dalam jaringan tubuh tanaman dihuni oleh berbagai komunitas mikrobial terdiri dari bakteri, archaeal, fungi, dan protista (Hardoim *et al.*, 2015). Populasi bakteri endofit pada tanaman teh dari kebun yang dikelola menggunakan bahan kimia buatan, di dalam akar berkisar $9,2 \times 10^3$ to $8,7 \times 10^3$, batang $8,7 \times 10^2 - 5,8 \times 10^2$, dan daun $3,4 \times 10^2 - 3,1 \times 10^2$, sedangkan tanaman teh dari kebun yang dikelola secara organik memiliki populasi bakteri endofit lebih banyak yaitu di dalam akar berkisar $10,2 \times 10^4 - 8,8 \times 10^4$, batang $9,3 \times 10^3 - 7,8 \times 10^3$, dan daun $8,6 \times 10^2 - 7,3 \times 10^2$ (Nath *et al.*, 2015). Pada grafting tanaman apel, *rootstock* berpengaruh terhadap *microbiota scion*, meskipun secara statistik pengaruhnya tidak nyata (Liu *et al.*, 2018).

Endofit memacu pertumbuhan tanaman melalui fiksasi nitrogen, produksi fitohormon, perolehan unsur hara, dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap

cekaman biotik dan abiotik (Kandel *et al.*, 2017). Kemampuan tanaman *hyperaccumulation* mengakumulasi ion-ion logam berat di tajuk tanaman tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan ion-ion logam mobil di dalam tanah, tetapi juga dipengaruhi aktifitas pengangkut logam yang merupakan hasil kerjasama antara tanaman dan mikroba (Visioli *et al.*, 2015). Mikroba tersebut dikenal sebagai endofit memiliki peran penting pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman, kesehatan dan diversifikasi tanaman (Hardoim *et al.*, 2015).

Pola tingkat interaksi antara tanaman dengan endofit dapat berbentuk mutualisme maupun patogenisitas (Hardoim *et al.*, 2015). Pada saat ini pendekatan *genomic* dan teknik mikrobiologi klasik terus digunakan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan interaksi antara tanaman dan endofit. Endofit adalah mikroba *symbion* yang hidup di dalam tanaman tanpa berpengaruh merusak tanaman inang. Penggunaan *symbion* alamiah tersebut memberi kesempatan memaksimalkan produktivitas tanaman dengan mengurangi pengaruh negatif faktor lingkungan pada tanaman (Kandel *et al.*, 2017).

B. Kerangka Berpikir

Budidaya tanaman terkendali (*protected cultivation*) yaitu hidroponik, maupun semi terkendali (*semi protected cultivation*) terutama budidaya dalam pot, saat ini mulai banyak diminati masyarakat Indonesia, namun demikian perkembangan budidaya tanaman secara hidroponik maupun dalam pot sangat lamban. Kesulitan petani dalam pengembangan hidroponik maupun budidaya dalam pot terutama disebabkan ketersediaan pupuk cair berkualitas yang terbatas (sulit diperoleh di pasaran dan mahal).

Pupuk cair berkualitas antara lain dicirikan: (1) memiliki kandungan unsur hara lengkap, konsentrasi tinggi, dapat diencerkan dengan air dalam jumlah banyak sehingga efisien dan efektif penggunaannya, (2) memiliki pH relatif netral, sehingga unsur hara yang dikandung mudah diserap tanaman, (3) mengandung zat penyehat/pemacu pertumbuhan tanaman, pemberian pupuk dapat menyebabkan

tanaman tumbuh cepat dan sehat, dan (4) bersifat ramah lingkungan, pemberian pupuk di lahan tidak mencemari lingkungan dan dapat menjaga/meningkatkan kesuburan tanah secara fisika, kimia, maupun biologi. Pupuk cair dengan kriteria tersebut dapat ditemukan pada pupuk organik/semi organik cair berkualitas.

Untuk pengembangan POC/PSOC berkualitas dan murah perlu dilakukan percobaan pembuatan POC/PSOC berkualitas dengan bahan-bahan mudah didapat, murah, proses pembuatan mudah (mudah dilakukan petani). Pada percobaan ini dilakukan pembuatan PSOC berbahan baku kotoran domba (PSOCKD). Untuk menentukan kualitas dilakukan analisis terhadap kandungan unsur hara, asam organik (zat penyehat pertumbuhan tanaman), pengamatan dinamika pH dan EC/konsentrasi PSOCKD pada saat pembuatan maupun penyimpanan. Kualitas pupuk PSOCKD juga diuji melalui aplikasi pada tanaman (sayuran) secara hidroponik maupun budidaya dalam pot. Tanaman sayuran yang diuji meliputi sayuran daun (sawi, selada, bayam merah) dan sayuran umbi (kentang). Agar tanaman kentang dapat tumbuh baik menyesuaikan dengan tempat penelitian yang relatif rendah yaitu 780 m d.p.l., dilakukan sambung pucuk antara kentang dengan leunca. Pada uji aplikasi PSOCKD pada tanaman perlu dilakukan pengamatan terhadap variabel pendukung pertumbuhan tanaman (seperti klorofil dan endofit), untuk mengetahui pengaruh terhadap pembentukan komponen pendukung proses fisiologis dalam tubuh tanaman yang menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Bahan utama pembuatan PSOCKD pada percobaan ini adalah kotoran domba yang dianalisis kandungan unsur haranya lengkap baik makro maupun mikro, diberi tambahan gula dan ZA sebagai starter, dan difermentasi menggunakan EM (*Lactobacillus*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*, dan *Yeast*). Gula menyediakan energi, ZA menyediakan nitrogen dan sulfur untuk memacu pertumbuhan dan aktifitas bakteri perombak.

Penelitian pendahuluan “Fermentasi Variasi Gula dan ZA Pengaruhnya pada Dinamika pH dan EC”, dan analisis kandungan hara, serta pH pada kotoran domba dilakukan untuk menentukan seberapa konsentrasi gula dan ZA, dan kotoran domba

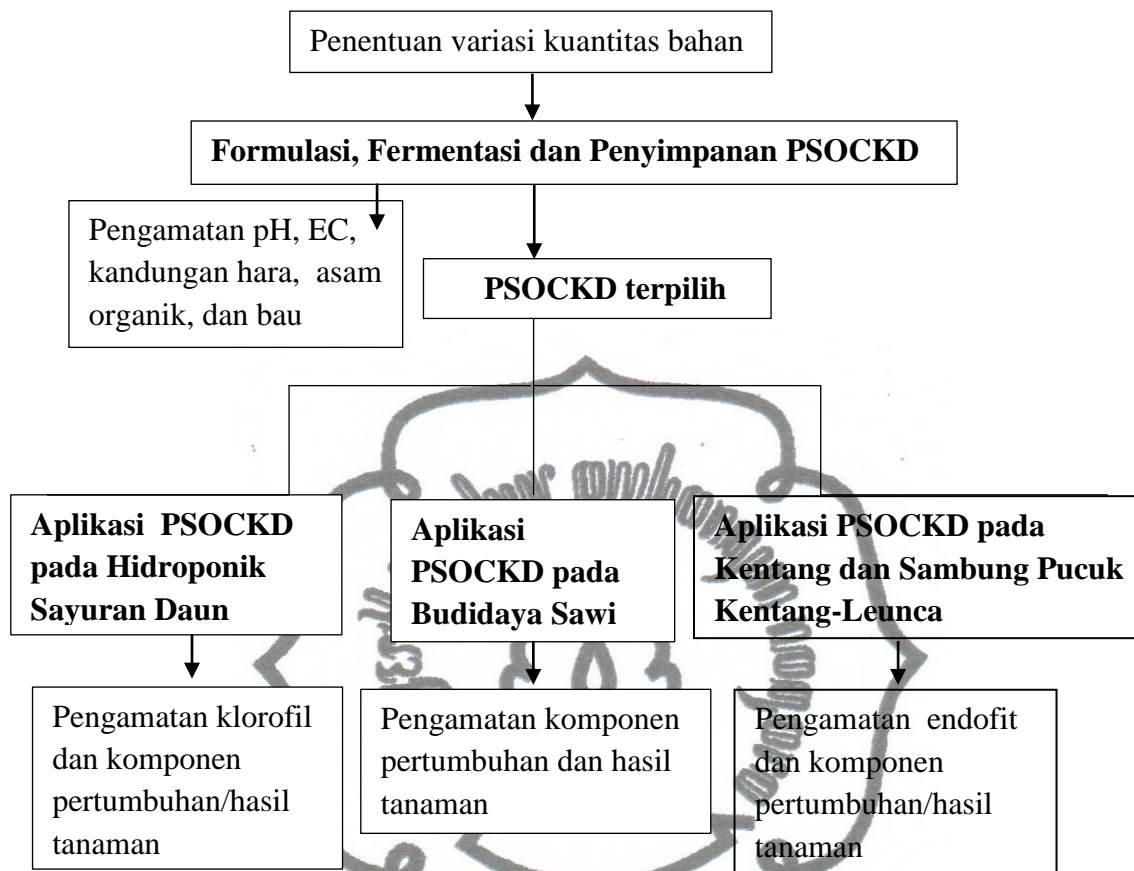
diformulasi untuk dihasilkan PSOCKD berkualitas. PSOCKD terpilih diuji potensinya, diaplikasikan dicampur dengan A/B mix dengan berbagi rasio pada hidroponik tanaman sayuran daun (sawi, bayam merah dan selada), tanpa dicampur dengan pupuk cair lain diaplikasikan pada budidaya sawi dalam pot, dan sayuran umbi yaitu pada tanaman kentang dan sambung pucuk kentang-leunca.

Pada hasil penelitian pendahuluan diketahui bobot kotoran domba 2 kg menghasilkan adonan larutan yang paling ideal (tidak terlalu encer dan tidak terlalu pekat) setelah dimasukkan ke dalam air 20 liter. Konsentrasi gula 12,5 g L⁻¹ air menghasilkan pH PSOCKD relatif netral, apabila konsentrasi gula ditingkatkan dihasilkan pH semakin rendah. Konsentrasi ZA 50 g L⁻¹ air menghasilkan EC PSOCKD relatif tinggi yaitu sekitar 3400 $\mu\text{S cm}^{-1}$ setelah diencerkan dengan air 20 kali (v/v).

Penelitian pendahuluan juga dilakukan pada sambung pucuk kentang leunca dengan variasi batang atas (berasal dari tunas air dan tunas bibit). Hasil (pertumbuhan) sambung pucuk terbaik dipilih untuk mendapat perlakuan aplikasi PSOCKD. Pada percobaan pendahuluan sambung pucuk, tanaman sambung pucuk terbaik diperoleh apabila batang atas (*scion*) digunakan dari tunas bibit leunca bukan tunas air tanaman leunca. Berikut ini merupakan bagan alir penelitian meliputi percobaan pembuatan dan uji potensi PSOCKD pada tanaman sayuran yang dibudidayakan secara hidroponik maupun budidaya dalam pot.

Percobaan pendahuluan, analisis kandungan hara, dan pH kotoran Domba





C. Hipotesis

1. Konsentrasi gula dan ZA tinggi akan menghasilkan asam organik tinggi dan menurunkan pH PSOCKD.
2. Perlakuan PSOCKD dicampur AB-mix dengan rasio 1:1 dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sayuran daun (sawi, selada dan bayam merah) dibudidayakan secara hidroponik.
3. Perlakuan PSOCKD dengan dosis tinggi (interval waktu pemberian 1-2 hari) dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi dibudidayakan dalam pot
4. Perlakuan PSOCKD dapat meningkatkan endofit serta pertumbuhan dan hasil tanaman kentang dan sambung pucuk kentang-leunca.

