

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pertanian berkelanjutan adalah pengelolaan sumber daya yang berhasil untuk usaha pertanian guna memenuhi kebutuhan manusia yang berubah sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam (Reijntjes, Havercort dan Bayer, 2011). Konsep pertanian dapat dikatakan berkelanjutan apabila tidak berdampak buruk terhadap ekologi, menguntungkan secara ekonomi, adil terhadap sumber daya alam, manusiawi dan luwes.

Upaya terus dilakukannya pertanian berkelanjutan disebabkan karena konsep pertanian konvensional yang bertujuan meningkatkan produksi yang sebesar-besarnya untuk memenuhi permintaan pasar hanya berfokus pada eksploitasi sumber daya alam tanpa memperhatikan lingkup ekologi. Akibatnya timbul dampak negatif, seperti: pencemaran air tanah dan air permukaan oleh bahan kimia pertanian, pengaruh negatif aditif senyawa kimia pertanian pada mutu dan kesehatan makanan, peningkatan daya ketahanan organisme pengganggu terhadap pestisida, penurunan daya produktivitas lahan karena pemadatan lahan dan berkurangnya bahan organik serta munculnya risiko kesehatan dan keamanan manusia pelaku pertanian (Winangun, 2009). Dampak negatif pertanian konvensional dapat dikurangi dengan mengaplikasikan konsep pertanian berkelanjutan agar penurunan kualitas sumber daya alam dipulihkan dan diperbaiki kembali, melalui upaya-upaya seperti penambahan bahan organik, penggunaan pestisida yang mudah terurai di alam, dan lain-lain.

Mikroorganisme lokal (MOL) dimanfaatkan sebagai starter dalam pembuatan pupuk organik. Bahan utama MOL terdiri dari komponen yaitu karbohidrat, glukosa, dan sumber

mikroorganisme. Larutan MOL merupakan cairan hasil rendaman potongan kecil bahan organik berupa tumbuhan dan kotoran hewan peliharaan yang dalam pembuatannya sering ditambahkan gula merah atau molase dan didiamkan selama tiga minggu yang disebut dengan fermentasi. Larutan MOL yang telah mengalami proses fermentasi diharapkan dapat meningkatkan kesuburan tanah dan sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Hadinata, 2008).

Fungsi *biochar* atau arang hayati bagi tanah yaitu sebagai bahan amelioran tanah karena memiliki pH dan kapasitas tukar kation (KTK) relatif tinggi. Penelitian skala laboratorium yang dilakukan oleh Firmansyah (2010) menunjukkan bahwa *biochar* yang berbahan baku dari kayu, sekam padi, dan tempurung kelapa memiliki pH masing-masing sebesar 8,94; 6,34; dan 9,49. Hasil ini menunjukkan bahwa *biochar* baik untuk amelioran bagi tanah masam.

Menurut Badan Pusat Statistik (2011) produksi sawi mulai tahun 2005 sampai 2009 mengalami penurunan dari 79.850 t/ha menjadi 63.911 t/ha. Tanaman sawi menjadi tanaman indikator di dalam penelitian ini. Diharapkan perlakuan pemberian MOL dan arang hayati dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi organik.

Berdasarkan uraian di atas, maka Penulis tertarik untuk meneliti pengaruh MOL pisang plus (kulit buah pisang + urin sapi + isi perut sapi) dan arang hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian dosis MOL Pisang Plus dan dosis arang hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah :

1. Diduga ada pengaruh pemberian dosis MOL Pisang Plus terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.)
2. Diduga ada pengaruh pemberian dosis arang hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.)
3. Diduga ada pengaruh interaksi antara pemberian dosis MOL Pisang Plus dan dosis arang hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh dosis MOL Pisang Plus dan dosis arang hayati yang optimal bagi pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.)
2. Sebagai bahan informasi bagi pihak yang membudidayakan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) organik.
3. Sebagai bahan penyusunan skripsi untuk memenuhi persyaratan dalam menempuh ujian sarjana pada Fakultas Pertanian Universitas HKBP Nommensen Medan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Pertanian Berkelanjutan

Paradigma pembangunan pertanian berkelanjutan menurut Bank Dunia diterjemahkan dalam bentuk kerangka segitiga pembangunan berkelanjutan (*Environmentally Sustainable Development Triangle*) yang bertumpu pada keberlanjutan ekonomi, ekologi, dan sosial. Berkelanjutan secara ekonomis mengandung pengertian bahwa suatu kegiatan pembangunan harus mampu menghasilkan pertumbuhan ekonomi, pemeliharaan modal, penggunaan

sumberdaya, serta investasi secara efisien. Berkelanjutan secara ekologis berarti bahwa kegiatan tersebut mampu mempertahankan integritas ekosistem, memelihara daya dukung lingkungan, dan konservasi sumber daya alam termasuk keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Keberlanjutan secara sosial diartikan bahwa pembangunan tersebut dapat menciptakan pemerataan hasil-hasil pembangunan, mobilitas sosial, kohesi sosial, partisipasi masyarakat, pemberdayaan masyarakat, identitas sosial, dan pengembangan kelembagaan (Dahuri, 1998).

Pertanian berkelanjutan mempunyai beberapa prinsip, yaitu: (a) menggunakan sistem input luar yang efektif, produktif, murah, dan membuang metode produksi yang menggunakan sistem input dari industri, (b) memahami dan menghargai kearifan lokal serta lebih banyak melibatkan peran petani dalam pengelolaan sumberdaya alam dan pertanian, (c) melaksanakan konservasi sumberdaya alam yang digunakan dalam sistem produksi. Yang sering dihadapi dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan adalah adanya tarik-menarik antara berbagai kepentingan pembangunan. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan pertanian berkelanjutan antara lain faktor sosial, ekonomi, dan kelembagaan, faktor pilihan teknis konservasi yang tepat, sesuai dengan latar belakang sosial, ekonomi, budaya masyarakat, faktor individu, ekonomi, dan kelembagaan, faktor kelembagaan, kebijakan pemerintah, dan perubahan teknologi (Ananda dan Herath, 2003).

Pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) adalah pemanfaatan sumber daya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*) untuk proses produksi pertanian dengan menekan dampak negatif terhadap lingkungan semaksimal mungkin. Keberlanjutan yang dimaksud meliputi: penggunaan sumberdaya, kualitas dan kuantitas produksi, serta lingkungannya. Proses produksi pertanian

yang berkelanjutan akan lebih mengarah pada penggunaan produk hayati yang ramah terhadap lingkungannya (Untung, 1997).

Menurut Salikin dan Karwan (2007), sistem pertanian berkelanjutan dapat dilaksanakan menggunakan berbagai model, antara lain: sistem pertanian organik, integrated farming, pengendalian hama terpadu, dan LEISA (*Low External Input Sustainable Agriculture*). Sistem pertanian organik merupakan sistem produksi pertanian yang menjadikan bahan organik sebagai faktor utama dalam proses produksi usahatani. *Low-external-input and sustainable agriculture* adalah pertanian yang mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam dan manusia setempat/lokal, layak secara ekonomis, mantap secara ekologis, sesuai dengan budaya, adil secara social dan input luar hanya sebagai pelengkap (Reijntjes *dkk.*, 2011).

2.2 Mikroorganisme Lokal

Mikroorganisme lokal adalah mikroorganisme yang dimanfaatkan sebagai starter dalam pembuatan pupuk organik padat maupun pupuk cair. Adapun bahan utama MOL terdiri dari beberapa komponen, yaitu karbohidrat, glukosa dan sumber mikroorganisme. Bahan dasar untuk fermentasi larutan MOL dapat berasal dari hasil pertanian, perkebunan, peternakan maupun limbah organik rumah tangga (Anonim, 2013).

Larutan MOL merupakan larutan hasil fermentasi dengan bahan baku berbagai sumberdaya yang tersedia seperti nasi, daun gamal, keong mas, bonggol pisang, limbah buah-buahan, limbah sayuran, urin sapi dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut merupakan tempat yang disukai oleh mikroorganisme sebagai media untuk hidup dan berkembangnya mikroorganisme yang berguna dalam mempercepat penghancuran bahan-bahan organik atau sebagai tambahan nutrisi bagi tanaman (Purwasmita, 2009). Pada proses fermentasi terjadi dekomposisi terhadap bentuk

fisik padatan dan pembebasan sejumlah unsur penting dalam bentuk senyawa-senyawa sederhana ke dalam larutan fermentasi (Darwis, 1992).

Pada hakikatnya limbah organik seperti kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena menyediakan unsur hara bagi tanaman. Sriharti dan Salim (2008) menyatakan bahwa limbah kulit pisang merupakan substansi organik yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kompos. Kandungan dalam kulit pisang yaitu kadar air 82,12%, C-organik 7,32%, nitrogen total 0,21%, Nisbah C/N 35%, P_2O_5 0,07% dan K_2O 0,88%.

Urin sapi adalah limbah cair yang dapat ditemukan di tempat pemeliharaan hewan. Urin dibentuk didaerah ginjal setelah dieliminasi dari tubuh melalui saluran air seni (*urinary*) yang berasal dari metabolisme nitrogen dalam tubuh (urea, asam urat, dan kreatin) serta 90% urin terdiri dari air. Banyaknya feses dan urin yang dihasilkan adalah sebesar 10% dari berat ternak. Seekor kambing dewasa mampu menghasilkan urin sebanyak kurang lebih 0,6 - 2,5 liter/hari sehingga bagi industri peternakan, urin merupakan komoditas yang sangat potensial untuk menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi. Rasio feses dan urin yang dihasilkan ternak adalah babi 1,2 :1 (55% feses, 45% urin), sapi potong 2,4 :1 (71% feses, 29% urin), kambing 1:1 (50% feses, 50 % urin), dan sapi perah 2,2 :1 (69% feses, 31% urin) (Rinekso, Sutrisno dan Sumiyati, 2011).

Jumlah kandungan urin yang dihasilkan tiap ternak tanpa fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 . Kandungan Unsur Hara pada Urin Ternak

Nama ternak	Nitrogen	Fosfor	Kalium	Air dan Kotorannya
	(%)	(%)	(%)	(%)
Kuda	1.40	0.02	1.60	90
Kerbau	0.50	0.15	1.50	92
Sapi	0.50	1.00	1.50	92
Kambing	1.50	0.13	1.80	85

Babi	0.40	0.10	0.45	87
------	------	------	------	----

Sumber: (Rinekso *dkk.*, 2011)

Urin sapi mengandung zat perangsang tubuh yang dapat digunakan sebagai pengatur tubuh, diantaranya adalah *Indole Acetil Acid* (IAA). Urin sapi memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. Baunya yang khas juga dapat mencegah datang berbagai hama tanaman sehingga urin sapi juga dapat berfungsi sebagai pengendalian hama tanaman dari serangga (Susilorini, Sawitri dan Muharkem, 2008).

Larutan MOL harus mempunyai kualitas yang baik sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah, dan pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan dan selama proses peruraian terjadi penurunan kadar C organik dan peningkatan kadar N total, menurunnya kadar C disebabkan karena digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi (Mulyadi, 2008).

2.2.1. Mikroorganisme Lokal dalam Budidaya Sawi Berkelanjutan

Penggunaan pupuk cair dengan memanfaatkan jenis mikroorganisme lokal menjadi alternatif penunjang kebutuhan unsur hara dalam tanah. Larutan MOL mengandung unsur hara makro dan mikro serta mengandung mikroorganisme yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, dan agen pengendali hama dan penyakit tanaman sehingga baik digunakan sebagai dekomposer, pupuk hayati, dan pestisida organik (Purwasasmita, 2009). Selain sebagai decomposer, MOL juga dapat digunakan sebagai pupuk organik cair. Menurut Purwasasmita dan Kunia (2009), larutan MOL adalah larutan hasil fermentasi yang berbahan dasar dari berbagai sumberdaya yang tersedia setempat. Mikroorganisme Lokal berperan sebagai pengurai selulotik, dapat memperkuat tanaman dari infeksi penyakit, dan berpotensi sebagai fungisida hayati. Pemanfaatan pupuk cair MOL lebih murah, ramah lingkungan, dan menjaga keseimbangan alam. Faktor-faktor yang menentukan kualitas larutan MOL antara lain media fermentasi, kadar bahan baku atau substrat, bentuk dan sifat mikroorganisme yang aktif di

dalam proses fermentasi, pH, temperatur, lama fermentasi, dan rasio C/N larutan MOL (Hidayat, 2006)

Menurut hasil penelitian Suhastyo (2011) bahwa MOL keong emas mempunyai kandungan N (nitrogen) tersedia. Manfaat N bagi tanaman sawi yaitu untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian tanaman sawi, seperti daun, batang, dan akar (Maulana, 2009). Di dalam MOL Keong Emas terkandung bakteri *Aspergillus niger* yang dapat melarutkan unsur P (phospor) di dalam tanah. Unsur P ini sangat penting bagi pertumbuhan daun tanaman sawi seperti yang dikemukakan oleh Dhona (2011).

2.3 Arang Hayati (*Biochar*)

Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang telah lama dikenal dalam bidang pertanian yang berguna untuk meningkatkan produktivitas tanah. Bahan utama untuk pembuatan *biochar* adalah limbah-limbah pertanian dan perkebunan seperti sekam padi, tempurung kelapa, kulit buah kakao, serta kayu-kayu yang berasal dari tanaman hutan industri. Teknik penggunaan *biochar* berasal dari Basin Amazon sejak 2500 tahun yang lalu. Penduduk asli Indian memasukkan limbah-limbah pertanian dan perkebunan tersebut ke dalam suatu lubang di dalam tanah. Sebagai contoh yaitu Terra Preta yang sudah cukup dikenal di Brazil. Tanah ini terbentuk akibat proses perladangan berpindah dan kaya residu organik yang berasal dari sisa-sisa pembakaran kayu hutan (Glaser, Lehmann dan Zech, 2002).

Menurut Lehmann dan Joseph (2009) *biochar* diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (*pyrolysis*) atau tanpa oksigen pada suhu yang tinggi. Arang hayati yang terbentuk dari pembakaran ini akan menghasilkan karbon aktif, yang mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik. Kualitas senyawa organik yang terkandung dalam *biochar* tergantung pada asal bahan organik

dan metode karbonisasi. Dengan kandungan senyawa organik dan anorganik yang terdapat di dalamnya, *biochar* banyak digunakan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan kualitas tanah, khususnya tanah marginal (Rondon *dkk.*, 2007; Hunt *dkk.*, 2010).

Tempurung kelapa adalah salah satu bagian dari kelapa setelah sabut kelapa yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang dapat dijadikan sebagai usaha. Tempurung kelapa ini merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan 3 - 5 mm. Tempurung kelapa yang memiliki kualitas yang baik yaitu tempurung kelapa yang tua dan kering yang ditunjukkan dengan warna yang gelap kecoklatan. Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras dengan kadar air sedikit (6% - 9%, dihitung berdasarkan bobot kering) yang tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa. Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia mirip dengan kayu, mengandung lignin, pentosa dan selulosa. Tempurung kelapa dalam penggunaan biasanya digunakan sebagai bahan pokok pembuatan arang dan arang aktif. Hal tersebut dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6500 - 7600 Kkal/kg. Selain memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, tempurung kelapa juga cukup baik untuk bahan arang aktif (Triono, 2006).

Arang hayati atau *biochar* merupakan alternatif unik dan cukup menjanjikan bagi perbaikan lahan pertanian dan produksi tanaman. Dengan bertambahnya kekhawatiran terhadap efek perubahan iklim global, perhatian terhadap *biochar* sebagai pembenah tanah semakin bertambah. *Biochar* dapat menambah retensi air dan hara dalam tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara bagi tanaman. Efek peningkatan kandungan karbon dalam tanah relatif lebih permanen dengan penambahan *biochar* dibanding bentuk-bentuk bahan organik lainnya (Gani, 2009).

2.3.1. Arang Hayati dalam Budidaya Sawi Berkelanjutan

Usaha untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas tanaman sayuran dengan arang hayati serta pupuk dasar kandang ayam pada tanaman sayuran merupakan teknologi yang mudah, ramah lingkungan serta berkelanjutan dan menguntungkan. Penambahan *biochar* diduga akan meningkatkan ketersediaan kation utama, N-total, P dan KTK yang pada akhirnya meningkatkan hasil tanaman. Tingginya ketersediaan hara bagi tanaman merupakan hasil dari bertambahnya nutrisi secara langsung dari *biochar* sehingga menyebabkan meningkatnya retensi hara dan perubahan dinamika mikroba tanah. Keuntungan jangka panjangnya bagi ketersediaan hara berhubungan dengan stabilisasi karbon organik yang lebih tinggi seiring dengan pembebasan hara yang lebih lambat dibanding bahan organik yang biasa digunakan (Gani, 2009).

Dua hal utama yang menjadi potensi *biochar* di bidang pertanian adalah afinitasi nya yang tinggi terhadap unsur hara dan persistensinya. *Biochar* lebih persisten dalam tanah sehingga semua manfaat yang berhubungan dengan retensi hara dan kesuburan tanah dapat berjalan lebih lama dibanding kandungan bahan organik lain. Persistensi yang lama menjadikan *biochar* pilihan utama untuk mengurangi dampak perubahan iklim (Gani, 2010).

Aplikasi *biochar* mempunyai manfaat agronomis yang nyata. Namun hasil penelitian tersebut tidak bersifat universal karena penelitian lain menunjukkan hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh luasnya kisaran sifat *biochar*, sesuai dengan bahan dasarnya dan interaksi yang beragam antara *biochar* dengan tipe tanah. Karena itu masih diperlukan penelitian untuk pengembangan pemanfaatan *biochar* secara umum (Chan dkk., 2007).

2.4 Uraian Botani dan Syarat Tumbuh Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)

Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) memiliki famili yang sama dengan tanaman kubis-krop, kubis bunga, brokoli, dan lobak, yakni Famili *Cruciferae* (*Brassicaceae*). Oleh karena itu sifat morfologis tanaman-tanaman tersebut hampir sama (Haryanto dkk., 2007).

Tanaman sawi memiliki sistem perakaran tunggang dengan cabang-cabang akar yang bentuknya silindris dan menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 30 - 50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain untuk menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah yang terperap oleh partikel partikel tanah (Rukmana, 2007).

Batang sawi pendek sekali dan beruas ruas, sehingga hampir tidak kelihatan batangnya. Batang sawi berwarna hijau yang terbungkus oleh helaian daun yang tua. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2007).

Secara umum tanaman sawi mempunyai daun lonjong, halus, tidak berbulu dan tidak berkrop. Tangkai daunnya agak pipih, sedikit berliku, tetapi kuat (Sunarjono, 2003).

Tanaman sawi umumnya mudah berbunga dan berbiji secara alami, baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Setiap kuntum bunga sawi terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari, dan satu buah putik yang berongga dua (Cahyono, 2003). Penyerbukan sawi dapat berlangsung dengan bantuan serangga lebah maupun manusia. Hasil penyerbukan akan terbentuk buah yang berisi biji. Buah sawi termasuk tipe buah polong, yakni bentuknya memanjang dan berongga. Tiap buah (polong) berisi 2-8 butir biji. Biji sawi bentuknya bulat kecil berwarna cokelat atau cokelat kehitam-hitaman (Rukmana, 2007).

Sawi dapat ditanam di dataran tinggi maupun dataran rendah. Akan tetapi umumnya sawi diusahakan orang di dataran rendah (Anonymous, 2014). Sawi dapat tumbuh pada ketinggian 5 - 1200 m dpl, tetapi pada umumnya tanaman ini dibudidayakan di daerah dengan ketinggian 100 - 500 m dpl (Haryanto *dkk.*, 2007). Tanaman sawi tidak cocok dengan hawa panas, yang dikehendaki ialah hawa dingin dengan suhu $15,6^{\circ}\text{C}$ - 21°C dengan penyinaran matahari antara

10 -13 jam per hari. Meskipun demikian beberapa varietas sawi yang tahan terhadap suhu panas, dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik didaerah yang suhunya antara 27⁰C - 32⁰C (Rukmana, 2007).

Struktur tanah yang sesuai yaitu gembur hingga kedalaman 30 - 40 cm agar perkembangan perakaran tidak terhambat, sedangkan pH yang diinginkan berkisar 6 - 7 (Anonimous, 2014).

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Universitas HKBP Nommensen Medan, Kecamatan Medan Tuntungan, Desa Simalingkar B dari bulan Agustus sampai Oktober 2018. Lokasi berada pada ketinggian sekitar 33 meter diatas permukaan laut (m dpl), KTK tanah Ultisol Simalingkar B 14.19 m.e/100 g dan nilai KB sebesar 35.10 % (Lumbanraja, 2015).

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: benih sawi varietas Tosakan (Tabel Lampiran 23), kulit pisang kepok (*Musa acuminata*), gula merah, air cucian beras, isi perut sapi,

urin sapi, arang tempurung kelapa, drum, minyak tanah/bensin, korek api, bambu dan pelepah kelapa sebagai naungan persemaian, fungisida hayati/organik *Nopatek*, pestisida organik *Pestona*.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : toples, botol aqua, gembor, timbangan, selang, ember, gunting, parang, cangkul, tumbukan, mesin babat, tali plastik, gergaji, selang air, spanduk, kalkulator, botol semprot (*hand sprayer*), penggaris, meteran dan alat-alat tulis.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri dari dua faktor perlakuan, yaitu:

Faktor I : Dosis Mikroorganisme Lokal Pisang Plus, yang terdiri dari empat taraf, yaitu:

$M_0 = 0 \text{ ml/ m}^2$ (kontrol)

$M_1 = 20 \text{ ml/ m}^2$

$M_2 = 40 \text{ ml/ m}^2$

$M_3 = 60 \text{ ml/ m}^2$

Menurut hasil penelitian Manalu (2015) dan Manullang (2016), dosis MOL pisang hingga 45 ml/ m² masih belum menunjukkan dosis optimum, sehingga pada penelitian ini dosis MOL ditingkatkan.

Faktor II : Dosis Arang hayati, yang terdiri dari tiga taraf, yaitu:

$D_0 = 0 \text{ kg/ m}^2$ setara dengan 0 ton/ha (Kontrol)

$D_1 = 2 \text{ kg/ m}^2$ setara dengan 20 ton/ha (dosis anjuran)

$D_2 = 4 \text{ kg/ m}^2$ setara dengan 40 ton/ha

Dosis anjuran pemberian arang hayati adalah 20 ton/ha (Gani, 2009).

Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan, yaitu: M_0D_0 , M_1D_0 , M_2D_0 , M_3D_0 , M_0D_1 , M_1D_1 , M_2D_1 , M_3D_1 , M_0D_2 , M_1D_2 , M_2D_2 , M_3D_2 .

Jumlah ulangan = 3 ulangan, ukuran petak = 100 cm x 100 cm, tinggi petakan = 30 cm, jarak antar petak = 50 cm, jarak antar ulangan = 100 cm, jumlah kombinasi perlakuan = 12 kombinasi, jumlah petak penelitian = 36 petak, jarak tanam = 20 cm x 20 cm, jumlah tanaman/petak = 25 tanaman/petak, jumlah tanaman sampel/petak = 5 tanaman, jumlah seluruh tanaman = 900 tanaman.

3.3.2. Metode Analisis Data

Model analisis yang digunakan untuk Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial adalah model linier aditif sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + K_k + \varepsilon_{ijk}, \text{ dimana:}$$

Y_{ijk} : Hasil pengamatan pada faktor perlakuan mikroorganisme lokal Pisang Plus taraf ke - i faktor perlakuan arang hayati taraf ke - j di kelompok k

μ : Nilai tengah

α_i : Pengaruh faktor perlakuan mikroorganisme lokal Pisang Plus taraf ke -i

β_j : Pengaruh faktor perlakuan arang hayati taraf ke - j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi faktor perlakuan mikroorganisme lokal Pisang Plus taraf ke - i dan perlakuan arang hayati taraf ke - j

K_k : Pengaruh kelompok ke - k

ε_{ijk} : Pengaruh galat faktor perlakuan mikroorganisme lokal Pisang Plus taraf ke- i, faktor perlakuan arang hayati taraf ke - j di kelompok ke- k.

Untuk mengetahui pengaruh dari faktor yang dicoba serta interaksinya maka data hasil penelitian akan dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam. Perlakuan yang berpengaruh nyata

dilanjutkan dengan pengujian uji beda rata-rata menggunakan uji jarak Duncan dan dilanjutkan dengan analisis regresi (Malau, 2005).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persemaian

Pembibitan dilakukan bersamaan dengan pengolahan lahan agar penggunaan waktu lebih intensif. Tempat persemaian berada dekat dengan lahan penanaman, dekat dengan sumber air, kondisi tanah subur, gembur dan aliran infiltrasi yang baik. Lahan persemaian dibersihkan dari gulma dengan menggunakan cangkul. Lebar bedengan 1 m sedangkan panjang bedengan 1 m. Tanah dicangkul hingga kedalaman 30 cm dan harus sangat gembur, kemudian ditambahkan tanah bagian atas (*top soil*), pasir dengan perbandingan 2:1. Benih sawi ditebar secara merata diseluruh permukaan tanah. Bedengan kemudian ditutup kembali menggunakan tanah yang halus dari atas permukaan tanah.

Naungan persemaian dibuat dengan atap daun pelepah sawit yang diikat pada bambu di atas tiang bambu 4 titik secara persegi, sisi Timur tingginya 1,5 m dan sisi Barat 0,6 m. Benih disiram setiap pagi dan sore agar air tercukupi selama pembibitan.

3.4.2. Pengolahan Lahan Penelitian

Lahan areal penelitian dibersihkan dari gulma dengan menggunakan mesin babat, cangkul serta parang. Gulma tersebut disisihkan dan ditumpuk di luar areal penelitian. Kemudian dibentuk bedengan kecil dengan ukuran 1 m x 1 m dengan jarak antar bedengan 50 cm sebanyak 36 petakan. Tinggi setiap bedengan 30 cm dan jarak antar ulangan 100 cm.

3.4.3. Aplikasi Perlakuan

Arang hayati diaplikasikan sesuai perlakuan pada petak percobaan 1 minggu sebelum pindah tanam. Pengaplikasian Arang hayati dilakukan dengan cara membenamkan arang ke dalam

tanah dengan menggunakan cangkul sebanyak dosis perlakuan yang telah ditentukan pada setiap petak percobaan.

Mikroorganisme lokal Pisang Plus diaplikasikan 3 kali yaitu, 1 minggu sebelum tanam, 1 minggu setelah tanam, dan 2 minggu setelah tanam dengan cara mengaduk bahan yang sudah dipersiapkan selama 21 hari. Larutan MOL disaring agar ampas kulit pisang tidak terikut, lalu larutan MOL diambil sebanyak 1/3 dosis perlakuan yang kemudian dicampur dengan 1 liter air murni dan dimasukkan ke dalam *handsprayer* dan disemprotkan secara merata pada tanah petak percobaan.

3.4.4. Pindah Tanam

Tanah terlebih dahulu dibuat lobang tanam dengan cara ditugal dengan kedalaman sekitar 4 cm dan jarak tanam 20 cm x 20 cm. Bibit tanaman sawi dipindahkan setelah berumur 14 hari dengan ditandai adanya 3 - 4 daun. Bibit sawi dibuat satu tanaman per lobang tanam, setelah dipindahkan kemudian disiram pada petakan yang baru saja ditanam hingga cukup lembab atau kadar air mencapai sekitar kapasitas lapang.

3.4.5. Pemeliharaan Tanaman Sawi

3.4.5.1. Penyiraman

Penyiraman harus dilakukan secara rutin dua kali sehari pada pagi dan sore hari, terutama apabila suhu yang tinggi. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan gembor secara hati-hati agar permukaan tanaman serta tanah tidak rusak. Jumlah air yang diberikan disesuaikan dengan keadaan di lapangan. Apabila hujan turun maka penyiraman tidak dilakukan.

3.4.5.2. Penyisipan dan Penyiangan

Tanaman yang telah mati akibat kerusakan perakaran, pukulan air hujan, hama dan penyakit, serta kerusakan mekanis lainnya, akan disisip kembali. Penyisipan dilakukan paling lama 4 hari

setelah pindah tanam (HSPT). Jika telah lewat 4 hari maka penyisipan tidak lagi dilakukan. Penyiangan gulma yang berada di areal penelitian dilakukan secara manual dengan mencabut secara hati-hati agar perakaran tanaman utama tidak terganggu. Pembersihan gulma di areal petakan dilakukan sekaligus pembumbunan sehingga perakaran dan batang menjadi lebih kokoh dan tidak mudah rebah dan patah.

3.4.5.3. Pemupukan Dasar

Pemupukan dasar diberikan pada petak percobaan 1 minggu sebelum pindah tanam dengan pupuk kandang ayam 20 t/ha setara dengan 2 kg/m² (Musnamar, 2007), ditebar secara merata pada seluruh petakan.

3.4.5.4. Pengendalian Hama dan Penyakit

Untuk mencegah hama pada lahan penelitian dilakukan pengendalian menggunakan pestisida organik. Untuk mengatasi serangan hama, seperti: ulat dan belalang digunakan pestisida organik *Pestona* dengan dosis 10 ml/liter air, disemprotkan di seluruh bagian tanaman dan dilakukan pada 7 HSPT, 14 HSPT dan 21 HSPT pada sore hari.

Penyakit tanaman sawi muncul pada bagian tubuh tanaman adalah bercak daun (*Alternaria brassicae* (Berk) Sacc) dengan gejala yang timbul terdapat bercak-bercak kecil berwarna kelabu yang meluas dengan cepat terutama di permukaan daun. Untuk mengatasi serangannya digunakan fungisida hayati/organik *Nopatek* dengan dosis 2,5 ml/liter air, disemprotkan di seluruh bagian tanaman dan dilakukan pada 10 HSPT dan 20 HSPT pada sore hari.

3.4.5.5. Panen

Sawi dipanen pada umur 30 HSPT dengan daun terbawah sudah mulai menguning. Tanaman sawi dipanen dengan mencabut tanaman beserta akarnya kemudian dikumpulkan pada satu wadah untuk dibersihkan dari tanah serta dari daun yang menguning.

3.5. Peubah yang Diamati

3.5.1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan terhadap 5 tanaman sampel, pengukuran dimulai dari permukaan tanah dekat dengan pangkal batang hingga ujung daun yang masih muda dan telah membuka sempurna dengan menggunakan penggaris. Tanaman sampel ditandai dengan diberi patok bambu serta diberi nomor dengan menggunakan cat minyak. Pengukuran dilaksanakan pada 7, 14, 21, 28 HSPT.

3.5.2. Jumlah Daun

Jumlah daun yang dihitung adalah daun yang telah membuka sempurna minimal $\frac{2}{3}$ dari daun normal. Setiap perlakuan diukur menggunakan 5 sampel pada petak. Pengukuran dilakukan pada saat umur tanaman 7, 14, 21, 28 HSPT.

3.5.3. Bobot Basah Panen Per Petak

Bobot basah panen sawi diperoleh dengan menimbang secara keseluruhan tanaman dari petakan, kecuali tanaman pinggir, dengan timbangan duduk skala 1 kg. Sebelum penimbangan, tanaman dibersihkan dari tanah serta kotoran yang menempel pada daun. Penimbangan dilakukan pada saat panen, yakni 30 HSPT, dengan menimbang seluruh bagian tubuh tanaman.

3.5.4. Bobot Jual Panen Per Petak

Bobot jual panen ditimbang setelah memisahkan tanaman yang rusak seperti daun kuning, kering ataupun layu. Tanaman yang memiliki kualitas yang baik keadaannya atau segar dipotong bagian akarnya. Setelah dipotong, sawi dibersihkan kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan biasa. Penimbangan dilakukan pada saat panen, yakni 30 HSPT.

3.5.5. Produksi Tanaman Sawi

Produksi tanaman sawi per hektar dilakukan setelah panen, produksi dihitung dari hasil tanaman sawi per petak dengan cara menimbang tanaman dari setiap petak, kecuali tanaman pinggir, kemudian dikonversikan ke luas lahan dalam satuan hektar.

Produksi per hektar diperoleh dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$P = \text{Produksi Petak Panen} \times \frac{\text{Luas/ha}}{L(m^2)}$$

dimana :

P = Produksi sawi per hektar (ton/ha)

L = Luas petak panen

Luas petak panen dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LPP = (p - (2 \times \text{jarak antar baris})) \times (1 - (2 \times \text{jarak di dalam baris}))$$

Cara menghitung luas petak panen yaitu :

$$\text{Luas (L)} = \text{panjang} \times \text{Lebar}$$

$$\text{Panjang} = 1 \text{ m} - (2 \times 0,2) = 0,6$$

$$\text{Lebar} = 1 \text{ m} - (2 \times 0,2) = 0,6$$

$$L = 0,6 \times 0,6$$

$$L = 0,36 \text{ m}^2$$