

1BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, pada tahun 2010 dari 108,21 juta penduduk Indonesia ternyata 38% bekerja dalam bidang pertanian. Salah satu usaha pertanian yang diminati adalah budidaya tanaman brokoli (*Brassicaoleracea* L.).Tanaman ini merupakan tanaman sayuran, termasuk ke dalam suku *Brassicaceae* atau kubis-kubisan. Brokoli telah dibudidayakan sejak zaman Yunani Kuno, berasal dari dataran tinggi Mediterania dan Asia Kecil. Tanaman ini diperkirakan masuk ke Indonesia pada tahun 1970-an (Dalmadi, 2010). Brokoli diminati karena rasanya enak dan bermanfaat untuk kesehatan, sedangkan bagian tanaman ini yang dikonsumsi adalah bunga. Beberapa kandungan gizi yang dimiliki tanaman brokoli antara lain; protein, mineral esensial, vitamin A, vitamin B kompleks, vitamin C, vitamin K, kalsium dan besi (Wasnowati, 2009). Sebagai salah satu tanaman hortikultura, brokoli mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan secara komersial bernilai ekonomis tinggi (Sunarjono, 2008).

Beberapa manfaat brokoli untuk kesehatan adalah menyehatkan mata dan syaraf serta mengurangi tekanan darah. Adanya kalsium dan vitamin K tergolong tinggi yang terkandung dalam brokoli mnyebabkan tanaman ini sangat baik untuk kesehatan tulang dan kulit (Rukmana, 1993).Permintaan sayuran brokoli di Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan sekitar 15 -20 % per tahun. Tingginya permintaan terhadap brokoli ternyata tidak mampu diimbangi dengan kuantitas dan kualitas produksi sesuai dengan permintaan pasar. Fakta menunjukkan bahwa kuantitas dan kualitasproduksibrokoli lokal masih tergolong sangat rendah.

Mahkota bunga sebagai produksi brokoli, umumnya memiliki ukuran rata-rata termasuk kecil dan tidak sempurna. Kondisi ini kebanyakan disebabkan brokoli yang dibudidayakan petani tidak mampu beradaptasi dengan baik di daerah budidaya. Untuk memenuhi tingginya permintaan akan brokoli, pada saat ini pemerintah masih mendatangkan (*impor*) brokoli dari luar negeri seperti Jepang, Australia, Cina dan Amerika Serikat. Impor brokoli dari tahun ke tahun terus meningkat, dimanadari 600 ton brokoli yang diimpor pada tahun 2008 meningkat menjadi 900 ton pada tahun 2010, dengan total harga \$ 684 dollar Amerika Serikat pada tahun 2008 dan 1,04 miliar dolar Amerika Serikat pada tahun 2010 (Badan Pusat Statistik, 2011). Selanjutnya menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Karo (2013), produksi brokoli di Kabupaten Karo mengalami penurunan sebesar 5,28 % dari tahun 2008 hingga tahun 2012 dengan luas lahan tanam yang konstan. Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, agar brokoli Indonesia mampu bersaing di pasaran Internasional maka kuantitas dan kualitas brokoli sudah seharusnya dapat ditingkatkan melalui teknik budidaya yang lebih baik. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah budidaya brokoli dengan menggunakan kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik seperti pupuk NPK dan pupuk kandang sapi.

Pupuk NPK merupakan salah satu pupuk anorganik yang mengandung lebih dari satu unsur hara, sehingga pupuk ini disebut juga pupuk majemuk (Sutedjo, 2002 dan Rinsema, 1983). Hasil penelitian Wasnowati (2009), menunjukkan bahwa pemberian pupuk dasar nitrogen (N) berpengaruh nyata meningkatkan tinggi dan jumlah tanaman brokoli dibandingkan dengan tanpa menggunakan pupuk nitrogen.

Pupuk kandang sebagai salah satu pupuk organik produk buangan dari hewan atau ternak peliharaan seperti ayam, kambing, sapi dan kerbau, dapat digunakan sebagai penambah hara, memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Kualitas pupuk kandang sangat ditentukan oleh jenis

ternak, umur ternak, tipe kandang dan kualitas makanannya. Pupuk kandang sapi secara umum memiliki kandungan hara seperti N, P, K dan Ca (Widowati, 2004). Hasil penelitian Kresnatita (2004), menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pupuk kandang sapi dengan dosis 10 ton/ha dan pupuk N 200 kg/ha, dapat meningkatkan produksi tanaman jagung dari 12,380 ton/ha menjadi 14,527 ton/ha atau mengalami peningkatan sebesar 17,34% bila dibandingkan dengan hanya menggunakan pupuk N.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian pengaruh pemberian pupuk NPK dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan produksi pada tanaman brokoli.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk NPK dan pupuk kandang sapi serta interaksinya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman brokoli.

1.3. Hipotesis Penelitian

1. Diduga ada pengaruh pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman brokoli.
2. Diduga ada pengaruh pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman brokoli.
3. Diduga ada interaksi antara pemberian pupuk NPK dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman brokoli.

1.4. Kegunaan penelitian

1. Untuk memperoleh dosis optimum pupuk NPK dan pupuk kandang sapiterhadap pertumbuhan dan produksi tanaman brokoli.
2. Sebagai bahan dasar penyusunan skripsi untuk memperoleh gelar sarjana pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas HKBP Nommensen Medan.
3. Salah satu bahan informasi bagi pihak yang terkait dalam usaha budidaya tanaman brokoli.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Brokoli

Tanaman brokoli merupakan tanaman semusimyang memiliki umur produksi antara 2–3 bulan, tergantung pada tipenya (Rukmana,1993). Tanaman brokoli memiliki klasifikasi sebagai berikut ;

Divisi : Spermatophyta
Sub-divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Famili : Cruciferae
Genus : Brassica
Species : *Brassica oleraceae*L.

- **Morfologi Tanaman Brokoli**

Brokoli memiliki akar tunggang dan bulu akar tumbuh seperti akar serabut. Akar tunggang tumbuh ke pusat bumi, sedangkan akar serabut tumbuh ke samping, menyebar dan dangkal (20 cm – 30 cm). Sistem perakaran yang dangkal menyebabkan tanaman ini dapat tumbuh dengan baik apabila ditanam pada tanah yang gembur dan porous. Batang tumbuh tegak dan pendek (\pm 30 cm), dimana batang tersebut berwarna hijau, tebal, lunak namun cukup kuat, bercabang samping dan batang tidak begitu tampak jelas karena tertutup oleh daun, permukaan batang halus dan tidak berambut (Cahyono, 2001). Daun brokoli umumnya berwarna hijau, tumbuh berselang-seling pada batang tanaman dengan pangkal daun yang tebal dan lunak. Daun bertangkai, berbentuk bulat telur, bagian tepi daun bergerigi agak panjang dan membentuk celah-celah yang menyirip agak melengkung ke dalam. Daun-daun yang tumbuh pada pucuk batang sebelum masa bunga terbentuk, berukuran kecil dan melengkung ke dalam melindungi bunga yang mulai tumbuh.

Warna bunga brokoli tergantung pada varietasnya, ada yang memiliki warna hijau muda, hijau tua dan hijau kebiru-biruan (ungu). Pembungaan utama terbentuk pada ujung batang yang tidak bercabang. Tunas bunga pada ujung setiap cabang pembungaan membentuk sebuah kepala

yang agak bundar dan padat. Berat bunga berkisar 0,6 - 0,8 kg dengan diameter antara 18 – 25 cm, tergantung pada varietas. Kuntum bunga brokoli bersatu membentuk bulatan tebal serta padat (kompak). Bunga brokoli dapat tumbuh memanjang menjadi tangkai bunga yang penuh dengan kuntum bunga. Tiap bunga terdiri atas 4 helai daun kelopak, 4 helai daun mahkota bunga, 6 benang sari yang komposisinya 4 memanjang dan 2 pendek. Bakal buah terbagi menjadi dua ruang, dan setiap ruang berisi bakal biji (Rukmana, 1995).

- **Syarat Tumbuh Tanaman Brokoli**

Faktor Iklim

Tanaman brokoli umumnya paling cocok dikembangkan didataran tinggi, kecuali varietas green king asal Thailand dapat ditanam didataran menengah mulai ketinggian 500 mdpl (dari atas permukaan laut) hingga dataran tinggi 1500 mdpl. Sebagai tanaman sayuran daerah beriklim dingin (subtropis), maka di Indonesia tanaman brokoli cocok ditanam didataran tinggi antara 1000-2000 mdpl dengan temperatur optimum antara 15,5–25°C. Tanaman brokoli termasuk tanaman yang sangat peka terhadap perubahan temperatur, jika temperatur terlalu rendah ataupun terlalu tinggi maka akan terjadi perubahan fisiologis pada tanaman terutama pada saat tanaman membentuk bunga dimana proses pembentukan bunga menjadi terganggu. Bila temperatur terlalu rendah, sering mengakibatkan terjadinya pembentukan bunga sebelum umur fisiologis tanaman mencukupi, sebaliknya temperatur terlalu tinggi dapat menyebabkan timbulnya daun-daun kecil pada masa pembentukan bunga (*curd*).

Faktor tanah

Tanaman sayuran di Indonesia dominan tersebar pada tanah andosol, latosol, regosol, mediteran, dan alluvial. Tanah andosol umumnya memiliki tekstur debu lempung berdebu

sampai lempung, tanah latosol dominan memiliki tekstur liat, tanah regosol bertekstur pasir sampai lempung berdebu, tanah mediteranian bervariasi antara lempung sampai liat dan tanah aluvial bertekstur liat atau liat berpasir. Tanaman brokoli menginginkan tanah bertekstur lempung berpasir, akan tetapi masih toleran terhadap tanah lainnya seperti andosol. Kondisi tanah paling baik yang dikehendaki brokoli adalah berstruktur gembur, banyak mengandung bahan organik, tidak mudah tergenang jika hujan, pH tanah berada diantara 5,5-6,5. Pada kondisi tanah asam dengan $\text{pH} < 5$, pertumbuhan tanaman brokoli sering tidak normal (abnormal). Hal disebabkan tanaman brokoli, kekurangan unsur hara magnesium (Mg), molybdenum (Mo), dan boron (B). Beberapa gejala khas kekurangan unsur hara Mg pada brokoli adalah bintik-bintik kuning pada daun (klorosis) dan urat-urat daun berwarna perunggu. Kekurangan Mo pada brokoli dapat menyebabkan ukuran daun mengecil dengan tepi daun berkerut dan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Sedangkan kekurangan B dapat menyebabkan timbulnya bulatan-bulatan konsentrasi pada batang, pusat mata bunga berwarna coklat, dan terbentuknya rongga-rongga yang dapat mengakibatkan terjadi pembusukan pada bunga.

2.2 Pupuk NPK

Pupuk adalah bahan yang mengandung satu atau lebih unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk dapat tumbuh, berkembang dan berproduksi. Bahan tersebut dapat berupa mineral (anorganik) atau organik yang dihasilkan oleh alam atau diolah manusia di dalam pabrik. Sedangkan pemupukan merupakan suatu tindakan pengaplikasian pupuk yang bertujuan untuk menambahkan unsur hara dan dapat diberikan melalui tanah (pupuk akar) atau langsung pada tanaman seperti melalui daun (pupuk daun). Pada beberapa jenis tanah, pemberian pupuk dapat diartikan untuk mengatasi kekurangan unsur hara dalam tanah yang diakibatkan kondisi unsur

tersebut dari yang tidak tersedia menjadi tersedia. Ketidakterersediaan unsur hara dalam tanah dapat disebabkan oleh beberapa proses, seperti hilangnya unsur-unsur hara akibat penguapan, erosi, pencucian dan terangkutnya pada saat panen. Kekurangan unsur hara seperti N, P, K, Mg, S dan Ca pada tanah dapat berakibat buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan unsur-unsur hara tersebut sangat dibutuhkan tanaman pada proses pertumbuhan, perkembangan dan produksi. Jika terjadi kekurangan salah satu unsur tersebut maka penampilan tanaman menjadi tidak normal dibandingkan dengan tanaman sejenisnya, seperti tanaman kerdil, daun menguning dan pada tingkat kekurangan hara tertentu tanaman dapat menjadi mati (Lingga, 1989). Tindakan perbaikan terhadap kondisi tersebut dapat dilakukan dengan cara pemupukan. Pupuk NPK sebagai salah satu pupuk majemuk yang mengandung lebih dari satu unsur hara diharapkan mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Hal ini sangat dimungkinkan karena pupuk NPK mengandung beberapa unsur hara makro primer seperti Nitrogen (N) sebanyak 16%, fosfor (P) 16% dan kalium (K) 16% serta unsur hara makro sekunder; magnesium (Mg) 1,5% dan unsur kalsium (Ca) 5% (Rinsema, 1983). Hasil penelitian Wasnowati (2009), menunjukkan bahwa pemberian pupuk dasar nitrogen (N) berpengaruh nyata meningkatkan tinggi dan jumlah tanaman brokoli dibandingkan dengan tanpa menggunakan pupuk nitrogen.

Beberapa sumber, manfaat dan gejala defisiensi unsur hara N, P, K, Ca dan Mg pada tanaman antara lain (Mulyani dan Kartaspoetra, 2002) ;

Unsur Nitrogen (N)

Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro yang paling banyak dibutuhkan tanaman dibandingkan dengan unsur hara makro lainnya. N memiliki peranan sangat penting untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Tanaman yang tumbuh pada tanah dengan kandungan N

tanah yang cukup maka penampilan daun tanaman memberi warna hijau. Sedangkan sebaliknya jika tanaman kekurangan nitrogen maka pertumbuhan dan perkembangan terganggu sehingga produksi dapat menurun. Kondisi ini disebabkan pembentukan klorofil pada daun tanaman telah terganggu, sehingga proses fotosintesis juga akan terganggu. Gejala kekurangan N pada tanaman dapat dilihat dari terjadinya perubahan pada warna daun tanaman, dimana warna daun tanaman menjadi berwarna hijau muda terutama pada daun tanaman yang sudah tua dan selanjutnya menjadi kuning. Sedangkan tanaman yang kelebihan N dapat menyebabkan warna daun tanaman lebih gelap, batang menjadi lemah dan sukulen, memperpanjang fase pertumbuhan vegetatif, menurunkan kuantitas dan kualitas produksi serta mudah terserang hama dan penyakit (Buckman dan Brady, 1982).

Nitrogen (N) diserap tanaman dalam bentuk NO_3^- (ion nitrat) dan NH_4^+ (ion amonium), selanjutnya akan digunakan sebagai penyusun protein dan asam nukleat yang merupakan bahan dasar penyusun protoplasma sel tanaman (Sarief, 1986). Nitrogen (N) ditemukan dalam sejumlah molekul-molekul penyusun sel tanaman seperti *purin*, *pirimidin*, *porfirin*, dan *koenzim*. *Purin* dan *pirimidin* ditemukan dalam asam nukleat (RNA dan DNA) esensial untuk sintesis protein. Sedangkan *porfirin* dan *koenzim* ditemukan dalam klorofil dan enzim sitokrom esensial yang digunakan pada proses fotosintesis dan respirasi (Mulyani dan Kartaspoetra, 2002).

Sumber utama nitrogen (N) paling besar di alam adalah udara, akan tetapi tanaman tidak dapat memanfaatkannya secara langsung. Nitrogen tersebut harus terlebih dahulu mengalami perubahan dari bentuk N-udara menjadi bentuk amoniak dan nitrat. Beberapa proses-proses yang dapat mengubah bentuk tersebut adalah ;

1. Loncatan bunga api listrik di udara seperti terjadinya petir akan menghasilkan zat nitrat di udara dan kemudian dibawa air hujan meresap ke dalam tanah.

2. Bahan organik dalam bentuk sisa-sisa tanaman dan pupuk kandang di alam terbuka. Adanya proses oksidasi akan meningkatkan aktivitas bakteri untuk melakukan pelapukan. Pada proses akhir menghasilkan atau melepaskan N tersedia dalam tanah.
3. Pabrik-pabrik pembuatan pupuk seperti Urea dan ZA dengan memanfaatkan N udara sebagai bahan baku.
4. Simbiosis bakteri dengan tanaman terutama pada akar (*nodule*) tanaman kacang. Dimana bakteri memanfaatkan N udara secara langsung melalui proses nitrifikasi, selanjutnya N akan dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Unsur Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro kedua yang paling banyak diperlukan tanaman setelah nitrogen. Tanaman menyerap unsur fosfor dalam 3 (tiga) bentuk yaitu PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , dan H_2PO_4^- . Absorpsi ke tiga ion tersebut oleh tanaman sangat tergantung pada tingkat keasaman tanah (pH). Bentuk H_2PO_4^- banyak dijumpai pada tanah masam, sedangkan bentuk HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} umumnya dijumpai pada tanah agak masam (Backman and Brady, 1982). Menurut (Hakim, *dkk.*, 1986), pada tanah asam umumnya ketersediaan unsur Al dan Fe meningkat karena unsur-unsur tersebut memiliki tingkat kelarutan sangat tinggi. Pada kondisi ini ada kecenderungan bahwa ion-ion Al^{+3} dan Fe^{+3} mengikat ion fosfat dalam tanah, sehingga ion fosfat menjadi sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Hal ini menyebabkan tanaman yang tumbuh pada tanah asam sering kekurangan fosfor (P). Beberapa sumber fosfor (P) antara lain ;

1. Batu kapur fosfat (Cirebon fosfat dan muri fosfat).
2. Sisa-sisa tanaman dan bahan organisme (guano).
3. Pupuk buatan (Superfosfat, *Double super phosphat*, Cirebon fosfat, dan *Basic slag*).

Peranan unsur fosfor (P) bagi tanaman adalah untuk pembelahan sel, pembentukan albumin, pembentukan bunga, buah dan biji, mempercepat pematangan buah, memperkuat batang agar tidak mudah rebah, mempercepat perkembangan akar, memperbaiki kualitas tanaman terutama sayur-sayuran, meningkatkan ketahanan terhadap serangan penyakit, membentuk nucleoprotein, metabolisme karbohidrat, penyimpanan protein dan pemindahan energi ATP dan ADP (Lingga, 1989 dan Sarief, 1986). Kekurangan fosfor (P) pada tanaman menyebabkan perakaran kurang berkembang, batang, cabang dan daun berwarna ungu, pemasakan buah dan biji terhambat, tanaman tampak kerdil, dan perakaran sedikit. Sedangkan kelebihan unsur fosfor (P) dapat menyebabkan tanaman cepat mengalami kekeringan, kurang dapat menyerap unsur hara mikro seperti seng, besi dan tembaga (Dwidjoseputro, 1992).

Unsur Kalium (K)

Unsur kalium (K) diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Beberapa sumber kalium antara lain; mineral K-feldspar, sisa-sisa tanaman dan jasad renik, air irigasi serta larutan dalam tanah, dan abu tanaman serta pupuk buatan (Hakim, *dkk.*, 1986). Fungsi utama unsur kalium pada tanaman adalah untuk pembentukan protein dan karbohidrat, memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga dan buah tidak mudah rontok. Serta berperan dalam proses fotosintesis dan meningkatkan translokasi hasil fotosintesis (Lingga, 1989). Tanaman yang kekurangan unsur kalium (K) mengakibatkan proses fotosintesis terhambat, daun menjadi kuning dan selanjutnya menjadi jingga kecoklatan, mulai dari pucuk hingga kepangkal daun, tulang daun, kadang daun mengkerut atau kering. Sedangkan kelebihan unsur kalium (K) dapat menurunkan berat kering tanaman dan berkurangnya penyerapan hormon sehingga menyebabkan warna kuning pada tepi daun dan kemudian mengering hingga mati (Lingga, 1989).

Unsur Magnesium (Mg)

Unsur magnesium (Mg) diserap tanaman dalam bentuk Mg^{2+} . Beberapa sumber magnesium (Mg) didalam tanah berasal dari dekomposisi batuan yang mengandung mineralbiotit, klorit, dan olivin. Sedangkan peranan magnesium (Mg) pada tanaman adalah penyusun klorofil, mengaktifkan enzim yang berhubungan dengan metabolisme karbohidrat, berperan dalam proses pemindahandan pengaturan zat tepung dalam tubuh tanaman serta pengaturan senyawa posfat (Lingga, 1989). Kekurangan unsur magnesiumdapat menyebabkan klorosis. Apabila keadaan ini berlanjut dapat menyebabkan rontoknya daun danterhambatnya pertumbuhan, perkembangan dan menurunkan produksi (Sarief, 1986).

Unsur Kalsium (Ca)

Unsur kalsium (Ca) termasuk unsur hara esensial dan diserap tanaman dalam bentuk Ca^{+2} . Kalsium (Ca) pada tanaman terdapat pada daun dalam bentuk kalsium pektat di lamella, pada dinding sel batang dan pada ujung atau bulu-bulu akar. Beberapa sumber kalsium (Ca)adalah batu kapur dan sisa-sisa tanaman.Kekurangan kalsium (Ca) pada tanaman tampak pada daun-daun muda,dimana tepi daun terjadi klorosis dan lambat laun menjalar diantara tulang-tulang daun, selanjutnya kuncup daun muda akan mati (Lingga, 1989).

2.3 Pupuk Kandang Sapi

Pupuk kandang sapi merupakan bahan yang berasal dari kotoran padat dan cair (urin) dari sapi yang tercampur dengan sisa-sisa makanan. Pupuk kandang sapi memiliki kandungan unsur hara yang rendah bila dibandingkan dengan pupuk kandang lainnya. Meskipun demikian, pupuk

ini dapat meningkatkan kandungan humus tanah, memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah (Musnawar, 2009).

Pupuk kandang sapi memiliki kandungan serat atau selulosa yang tinggi. Selulosa merupakan senyawa rantai kimia karbon yang akan mengalami proses dekomposisi lebih lanjut. Pada saat berlangsungnya proses dekomposisi senyawa tersebut maka N yang terkandung di dalam kotoran sapi masih dimanfaatkan terlebih dahulu oleh mikro organisme pengurai atau belum tersedia bagi tanaman. Hal inilah yang mendasari bahwa pupuk kandang sapi tidak dianjurkan pengaplikasiannya dalam bentuk segar akan tetapi harus terlebih dahulu dikomposkan. Dampak yang terjadi, apabila pupuk kandang diaplikasikan dalam kondisi segar adalah terjadi perebutan unsur N antara tanaman dengan mikro organisme pengurai pada proses pengkomposan. Pada sisi lain, kotoran sapi juga memiliki kadar air yang sangat tinggi, sehingga ketika proses dekomposisi sedang berlangsung maka tidak dihasilkan panas. Keadaan ini, dikalangan petani sering menyebut kotoran sapi sebagai pupuk dingin (Ramadhani, 2010) .

Pengaplikasian pupuk kandang sapi pada lahan pertanian sebaiknya dilakukan sebelum penanaman dengan menggunakan pupuk kandang yang sudah matang, agar pupuk kandang tersebut dapat tercampur terlebih dahulu dengan tanah. Sehingga diharapkan akibat dari reaksi campuran tersebut akan mampu memperbaiki kondisi sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Beberapa ciri-ciri pupuk kandang sapi yang sudah matang antara lain; tidak berbau tajam (bau amoniak), berwarna coklat tua, tampak kering, tidak terasa panas bila dipegang, dan gembur bila diremas (Saragih, 2008). Sedangkan kualitas pupuk kandang sapi ditentukan oleh kandungan unsur hara, tingkat pelapukannya, macam makanan dan sistem pemeliharaan, kandungan bahan lain (misalnya alas kandang dan sisa makanan yang belum tercerna), kesehatan dan umur, serta metoda pengolahan seperti penyimpanan sebelum dipakai (Jumin, 2003). Selanjutnya, proses

ketersediaan unsur hara asal pupuk kandang sapi kepada tanaman berlangsung secara perlahan-lahan, sehingga unsur hara tidak cepat hilang (Lingga, 1986). Unsur hara yang terkandung pada pupuk kandang sapi banyak jenisnya sehingga sering disebut pupuk lengkap. Berdasarkan jumlah unsur hara yang terkandung maka pupuk kandang sapi memiliki jumlah unsur hara tergolong sedikit, jika dibandingkan dengan jumlah unsur hara yang terkandung pada pupuk anorganik. Beberapa manfaat pupuk kandang sapi terhadap tanah dan tanaman antara lain ;

1. Menyediakan unsur hara yang lengkap dan berimbang bagi tanaman.
2. Memperbaiki struktur tanah, dimana bahan organik yang telah diuraiakan mikroorganisme akan memantapkan agregat tanah.
3. Memperbaiki daya serap tanah terhadap air, karena percampuran tanah dengan pupuk kandang menambah ruang pori tanah untuk ditempati air.
4. Kegiatan biologi tanah meningkat, karena bahan organik dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah sebagai sumber energi untuk proses dekomposisi berikutnya yang akan menghasilkan unsur hara tersedia bagi tanaman (Robentus, 2012).

Pupuk kandang sapi adalah salah satu bahan organik yang memiliki kandungan hara yang mendukung kesuburan tanah dan pertumbuhan mikroorganismedi dalam tanah (Hermawansyah, 2013). Pemberian pupuk kandang sapi selain dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, juga dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme serta mampu memperbaiki struktur tanah. Pada hasil penelitian Kresnatita (2004), menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang sapi dengan dosis 10 ton/ha dan pupuk N 200 kg/ha meningkatkan produksi tanaman jagung sebanyak 14,527 ton/ha bila dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk N 200 kg/ha tanpa pupuk kandang sapi yang menghasilkan produksi jagung sebanyak 12,380 ton/ha, mengalami peningkatan sebesar 17,34 %. Hasil penelitian Renawati (2012), dengan penggunaan pupuk kandang sapi dan ayam

menunjukkan hasil berat basah tajuk tanaman sawi pada saat panen naik secara nyata dengan kenaikan dosis pupuk kandang dan dosis optimum pada 75,2 ton/ha. Penanaman selanjutnya dengan menggunakan residu pupuk kandang pada tanaman sawi memperlihatkan kenaikan berat basah secara nyata dengan kenaikan residu pupuk kandang dan dosis optimum didapat pada 65,2 ton/ha.

Hasil penelitian Lumbanraja (2015), bahwa aplikasi pupuk kandang setara 20 ton/ha setelah inkubasi selama 30 hari pada tanah berpasir dapat meningkatkan kapasitas pegang air tanah 72 jam setelah penjemuran, sedangkan pemberian baik dibawah maupun diatasnya hinggasetara dengan 50 ton/ha dan waktu inkubasi 15 hari maupun 30 hari tidak berpengaruh nyata terhadap perbaikan kapasitas tukar kation tanah.

2.4 Tanah Andosol

Tanah andosol adalah tanah yang berwarna hitam kelam, sangat porous dan mengandung bahan organik. Tanah ini terbentuk dari abu vulkanik dan umumnya ditemukan di daerah dataran tinggi > 400 m di atas permukaan laut (Darmawijaya, 1992). Salah satu tanah andosol terdapat di Kabupaten Karo berasal dari abu vulkanik gunung sinabung. Ciri-ciri fisik dan kimia tanah tersebut antara lain; tekstur tanah lempung berpasir, struktur tanah cukup gembur dan kapasitas tukar kation (KTK) yang dimiliki tergolong sedang hingga tinggi. Kondisi ini sangat mendukung untuk pertumbuhan tanaman sayuran karena tanah mudah diolah dan akar tanaman dapat dengan mudah menembus ke dalam tanah. Disamping itu KTK tanah yang tergolong sedang hingga tinggi menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan mempertukarkan kation sehingga tersedia bagi tanaman (Nababan,2015).

Karakteristik tanah andosol adalah memiliki ketebalan solum tanah agak tebal (100-225 cm), berwarna hitam, kelabu sampai coklat tua, teksturnya debu, lempung berdebu sampai lempung, dan strukturnya remah, serta tanahnya asam sampai netral (pH 5-7). Sifat fisik dan kimia tanah andosol cukup baik, sehingga produktivitasnya pun cukup baik, antara sedang sampai tinggi (Rahmat, 2009). Tanah andosol terbentuk wilayah dataran tinggi yang memiliki curah hujan antara 2.500-7000 mm/tahun. Sifat tanah andosol umumnya peka terhadap erosi produktivitasnya tanah ini sedang hingga tinggi penggunaannya terutama untuk tanaman sayuran, kopi, buah-buahan, teh, kina, dan pinus (Hakim,*dkk.*, 1986).

BAB III

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di desa Sukandebi, Kecamatan Namateran, Kabupaten Karo, ketinggian tempat 1200 m di atas permukaan laut (dpl) dengan jenis tanah andosol. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2017 sampai September 2017.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit tanaman brokoli varietas *italica*, pupuk NPK, pupuk kandang sapi, furadan, air, bambu, cat minyak dan papan label.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :cangkul, garu, koret, tugal, tali plastik, meteran, patok kayu, semprot punggung, ember, plat nama, kuas, gembor, kalkulator, amplop, kawat, spanduk dan alat tulis lainnya.

3.3 Metode penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu:

1. Faktor pertama : dosis pupuk NPK mutiara 16-16-16 (M) yang terdiri dari 4 taraf yaitu:

M_0	= 0 g/petak	(kontrol)
M_1	= 40 g/petak	(setara dengan 100 kg/ha)
M_2	= 80g/petak	(setara dengan 200 kg/ha)
M_3	= 120 g/petak	(setara dengan 300 kg/ha)

Dosis anjuran pemberian pupuk NPK mutiara 16-16-16 pada tanaman sayuran adalah 300 kg/ha (Wawan, 2009). Dosis pupuk NPK mutiara 16-16-16 yang digunakan per petak dalam penelitian ini ;

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{luas lahan per petak}}{\text{luas lahan per ha}} \times \text{dosis anjuran} \\ &= \frac{2 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{10000 \text{ m}^2} \times 300 \text{ kg} \\ &= \frac{4 \text{ m}^2}{10000 \text{ m}^2} \times 300 \text{ kg} \\ &= 0,0004 \times 300 \text{ kg} \\ &= 0,12 \text{ kg/petak} \\ &= 120 \text{ g/petak} \end{aligned}$$

2. Faktor kedua : Dosis Pupuk Kandang Sapi (S) yang terdiri dari 4 taraf yaitu:

S_0	= 0,0 kg/petak	(kontrol)
S_1	= 2 kg/petak	(setara dengan 5 ton/ha)
S_2	= 4 kg/petak	(setara dengan 10 ton/ha)

$$S_3 = 6 \text{ kg/petak} \quad (\text{setara dengan } 15 \text{ ton /ha})$$

Dosis anjuran pupuk kandang sapi pada tanah andosol untuk tanaman sayuran selada adalah 10 ton/ha (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2013). Dosis pupuk kandang sapi perpetak yang digunakan dalam ini;

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{luas lahan per petak}}{\text{luas lahan per ha}} \times \text{dosis anjuran} \\ &= \frac{2 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{10000 \text{ m}^2} \times 10.000 \text{ kg} \\ &= \frac{4 \text{ m}^2}{10000 \text{ m}^2} \times 10.000 \text{ kg} \\ &= 0,0004 \times 10.000 \text{ kg} \\ &= 4 \text{ kg/petak} \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh kombinasi perlakuan sebanyak $4 \times 4 = 16$ kombinasi yaitu:

M_0S_0	M_1S_0	M_2S_0	M_3S_0
M_0S_1	M_1S_1	M_2S_1	M_3S_1
M_0S_2	M_1S_2	M_2S_2	M_3S_2
M_0S_3	M_1S_3	M_2S_3	M_3S_3
Jumlah ulangan	: 3 ulangan		
Jumlah petak percobaan	: 48 petak		
Ukuran petak percobaan	: $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$		
Jarak antar ulangan	: 0.5 m		
Jarak antar petak	: 0,5 m		
Jarak tanam	: 30 cm x 30 cm		
Jumlah tanaman perpetak	: 36 tanaman		
Jumlah sampel tanaman per petak	: 6 sampel		
Jumlah tanaman seluruhnya	: 1.728 tanaman		

Model analisis yang digunakan adalah model linear :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_i + \gamma_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana:

Y_{ijk} = Hasil pengamatan pada kelompok ke- k yang diberi perlakuan pupuk NPK pada taraf ke- i dan perlakuan pupuk kandang sapi pada taraf ke- j

μ = Nilai tengah populasi yang diamati

α_k = pengaruh kelompok ke- k

β_i = Pengaruh pemberian pupuk NPK pada taraf ke- i

γ_j = Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi pada taraf ke- j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi pupuk NPK pada taraf ke- i dan pupuk kandang sapi pada taraf ke- j

ϵ_{ijk} = Pengaruh galat pada kelompok ke- k yang diberi pupuk NPK pada taraf ke- i dan pupuk kandang sapi pada taraf ke- j

Untuk mengetahui pengaruh dari faktor yang dicoba serta interaksinya maka data hasil percobaan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam. Hasil sidik ragam yang nyata atau sangat nyata pengaruhnya dilanjutkan dengan uji jarak Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$ dan $\alpha = 0,01$ untuk membandingkan perlakuan dan kombinasi perlakuan (Malau, 2005).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pengolahan Lahan

Lahan penelitian terlebih dahulu dibersihkan dari tanaman sebelumnya yang terdapat pada lahan, selanjutnya diolah dengan bajak dan digemburkan dengan menggunakan cangkul sedalam 30 - 40 cm. Pada permukaan lahan dibuat petak-petak penelitian dengan ukuran bujur sangkar

yaitu 2 m x 2 m, jarak antar petak 50 cm dan jarak antar ulangan 50 cm, sehingga total petak penelitian 48 petak.

3.3.2 Pengaplikasian Pupuk Kandang Sapi

Pupuk kandang sapi yang digunakan adalah pupuk kandang sapi yang telah matang dengan ciri-ciri berikut; tidak berbau, berwarna hitam, tidak panas dan bentuknya sudah berupa tanah yang gembur kalau diremas. Pupuk kandang sapi diaplikasikan satu kali yaitu 3-4 hari sebelum penanaman sesuai dosis perlakuan. Pengaplikasian pupuk kandang sapi dilakukan dengan cara menyebarkan pupuk kandang sapi ke petak penelitian sesuai dosis perlakuan secara merata diatas permukaan petakaan dan aduk secara merata dengan menggunakan cangkul sehingga pupuk kandang sapi berada dibawah permukaan tanah.

3.3.3 Pengaplikasian Pupuk NPK

Pupuk NPK diaplikasikan dengan 3 (tiga) tahap yaitu; tahap pertama diberikan 1/3 dosis dari dosis perlakuan. Pemberian dilakukan sebelum tanam atau setelah pengolahan tanah siap. Tahap kedua diberikan 1/3 dosis dari dosis perlakuan atau sama dengan dosis perlakuan tahap pertama. Pemberian tahap kedua dilakukan setelah tanaman 15 hari pindah tanam dilapangan. Tahap ketiga diberikan 1/3 dosis dari dosis perlakuan atau sisa dari dosis perlakuan. Pemberian tahap ketiga diberikan setelah tanaman 30 hari pindah tanam di lapangan.

3.3.4 Penanaman

Sebelum pemindahan bibit ke petak penelitian terlebih dahulu petak penelitian diberi pupuk kandang sapi dan pupuk NPK sesuai tahap penelitian. Bibit yang digunakan adalah bibit yang langsung diambil dari penangkar benih dan sebelum bibit ditanam sebaiknya tanah disiram dengan air secukupnya dan selanjutnya dilakukan penanaman bibit kelapangan. Penanaman bibit dilakukan pada sore hari antara pukul 16.00 -18.00 wib agar sinar matahari tidak terlalu terik

sehingga kemungkinan layunya bibit tanaman dapat dihindari. Pada setiap lobang tanam ditanam satu batang bibit brokoli dengan jarak tanam sesuai dengan jarak tanam yaitu 30 cm x 30 cm.

3.3.5 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan, penyulaman, pembumbunan, dan pengendalian hama serta penyakit. Penyiraman dilakukan jika tanaman kekurangan air atau airasral curah hujan tidak mampu mencukupi kebutuhan tanaman. Penyulaman hanya dilakukan terhadap tanaman yang tidak tumbuh setelah 3 hari pindah tanam di lapangan. Penyiangan dan pembumbunan dilakukan secara bersamaan atau serentak. Penyiangan selanjutnya dilakukan apabila terdapat gulma di lapangan. Untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman, dilakukan penyemprotan insektisida atau fungisida. Frekwensi penyemprotan tergantung pada serangan hama dan penyakit di lapangan.

3.3.6 Panen

Tanaman brokoli dipanen pada umur 60 hari setelah pindah tanam dan pemanenan dilakukan terhadap bunga yang sudah terbentuk sempurna. Bunga dipanen dengan cara dipotong bagian pangkal dengan menggunakan pisau yang tajam agar bunga tidak rusak.

3.3.7 Pengamatan Parameter

Pengamatan parameter dilakukan pada 6 tanaman sampel yang ditentukan secara acak dari setiap petak penelitian. Tanaman yang digunakan sebagai tanaman sampel diberi tanda dengan menggunakan patok dari kayu yang ditancapkan ke dalam tanah pada sisi tanaman. Tujuannya adalah agar tanaman yang digunakan sebagai tanaman sampel tidak terjadi pergantian. Tanaman ini digunakan dari awal pengamatan parameter hingga berakhirnya penelitian. Pengamatan parameter pertama dilakukan setelah tanaman berumur 2 minggu setelah

tanam (MST) sampai pengamatan terakhir pada 10 minggu pindah tanam (MST) dengan interval waktu 1 minggu.

Beberapa parameter yang diamati antara lain:

- **Tinggi Tanaman**

Tinggi tanaman diukur mulai dari leher akar sampai ujung titik tumbuh batang utama. Untuk menghindari kesalahan dalam pengukuran akibat pembumbunan, maka setiap tanam sampel diberi patok. Pada pengukuran pertama, patok diberi tanda yang sejajar dengan titik tumbuh. Tinggi tanaman diukur setiap minggu sejak tanaman berumur 2 minggu pindah tanam (MST).

- **Jumlah Daun**

Jumlah daun dihitung mulai 2 (MST) di lapang sampai 10 minggu setelah tanam (MST). Daun yang dihitung adalah daun yang telah membuka sempurna dan masih segar.

- **Bobot Basah Panen**

Bobot basah panen adalah berat dari batang, akar, bunga dan daun termasuk daun segar, layu dan rusak. Tanaman dipanen setelah berumur 10 minggu setelah tanam (MST).

- **Bobot Basah Jual**

Bobot basah jual didasarkan pada bagian tanaman yang dapat dijual. Pada tanaman brokoli bagian tanaman yang digunakan adalah bunga yang pertumbuhannya baik. Bunga yang baik dari seluruh tanaman pada petak penelitian termasuk tanaman sampel ditimbang. Pengamatan ini dilakukan pada saat tanaman dipanen 10 minggu setelah tanam (MST).