

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Ultisol

Tanah Ultisol mempunyai tingkat perkembangan yang cukup lanjut, dicirikan oleh penampang tanah yang dalam, kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah, reaksi tanah masam, dan kejenuhan basa rendah. Pada umumnya tanah ini mempunyai potensi keracunan Al dan miskin kandungan bahan organik. Tanah ini juga miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kadar Al tinggi, kapasitas tukar kation rendah, dan peka terhadap erosi (Sri Adiningsih dan Mulyadi, 1993).

Reaksi Tanah Ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH 5–3,10), kecuali dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam (pH 6,80–6,50). Kapasitas tukar kation pada dari granit, sedimen, dan tufa tergolong rendah masing-masing berkisar antara 2,90–7,50 cmol kg<sup>-1</sup>, 6,11–13,68 cmol kg<sup>-1</sup>, dan 6,10–6,80 cmol kg<sup>-1</sup>, sedangkan yang dari bahan vulkan andesitik dan batu gamping tergolong tinggi >17 cmol kg<sup>-1</sup> (Prasetyo dkk., 2000; 2005).

Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), kandungan hara pada Tanah Ultisol umumnya rendah karena pencucian basa berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat dan

sebagian terbawa erosi. Pada yang mempunyai horizon kandik, kesuburan alaminya hanya bergantung pada bahan organik di lapisan atas. Dominasi kaolinit pada tanah ini tidak memberi kontribusi pada kapasitas tukar kation tanah, sehingga kapasitas tukar kation hanya bergantung pada kandungan bahan organik dan fraksi liat. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dapat dilakukan melalui perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan, dan pemberian bahan organik.

## **2.2 Tanaman ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz)**

Ketela pohon (ubi kayu) berasal dari Benua Amerika, Brasil (Darjanto dan Murjati, 1980; Purwono dan Purnamawati, 2008). Ubi kayu diantaranya dikenal dengan nama cassava (Inggris), ketila, keutila, ubi kayee (Aceh), ubi parancih (Minangkabau), ubi singkung (Jakarta), batata kayu (Manado), bistungkel (Ambon), kasapen, sampeu, huwi dangdeur, huwi jendral, ubikayu (Sunda), bolet, kasawe, tela pohung, kasper, kaspe, katela budin, katela jendral (Jawa), blandong, manggala menyok, puhung, pohong, sawe, sawi (Madura), kesawi, ketela kayu, sabrang sawi (Bali), kasubi (Gorongtalo, Baree, Padu), lame kayu (Makasar), lame aju (Bugis, Majene), kasibi (Ternate, Tidore) (Purwono dan Purnamawati, 2008).

Menurut Prihandana dkk., (2007) tanaman ubi kayu diklasifikasikan sebagai berikut Kingdom *Plantae* (Tumbuhan), Divisi *Spermatophyta* (Tumbuhan berbiji), Subdivisi *Angiospermae* (Berbiji tertutup), Kelas *Dicotyledoneae* (berkeping dua), Ordo *Euphorbiales*, Famili *Euphorbiaceae*, Genus *Manihot*, dan Spesies *Manihot esculenta* Crantz.

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) termasuk tumbuhan berbatang lunak atau getas (mudah patah). Ubi kayu berbatang bulat dan bergerigi yang terjadi pada bekas pangkal tangkai daun, bagian tengahnya bergabus dan termasuk tumbuhan yang tinggi. Batang ubikayu panjang (tingginya sekitar 1-5 m, tergantung varietas), bulat (diameter bervariasi berdasarkan umur, sekitar 3-6 cm) dan lurus, serta berbuku, warna batang biasanya bervariasi dari merah kecoklatan sampai hijau, daun ubi kayu memiliki tangkai panjang dan helaian daunnya menyerupai telapak tangan, dan tiap tangkai mempunyai daun sekitar 3-11 lembar (Balagopalan dkk., 1988).

Umbi ubikayu berasal dari pembesaran sekunder akar adventif, daunnya menjari, batangnya berbuku-buku, setiap buku batang terdapat tunas (Purwono dan Purnamawati, 2008). Ubi kayu dapat menghasilkan 5-20 umbi akar (Suwanto, 2005). Umbi ubikayu terdiri dari kulit luar 0,5-2 % dan kulit dalam antara 8-15% dari bobot seluruh umbi, dengan sebagian besar umbi ubikayu terdiri dari karbohidrat sebanyak 30-36% tergantung dari varietas dan umur panen (Gafar, 1991).

Ubikayu umumnya ditanam di lahan kering yang sebagian besar kurang subur (Balitkabi, 2005). Curah hujan yang sesuai untuk tanaman ini antara 1500-2500 mm tahun<sup>-1</sup>, kelembaban udara optimal antara 60-65%, suhu udara minimal 10°C (jika kurang, pertumbuhan tanaman akan terhambat dan kerdil karena pertumbuhan bunga kurang sempurna), dan membutuhkan sinar matahari sekitar 10 jam hari<sup>-1</sup> (Purwono dan Purnamawati, 2008).

Ubikayu membutuhkan banyak Kalium untuk pertumbuhannya (Darjanto dan Murjati, 1980). Derajat kemasaman (pH) tanah yang sesuai untuk budidaya ubikayu berkisar antara 4,5-8,0 dengan pH ideal 5,8 (Purwono dan Purnamawati, 2008). Ketinggian tempat yang ideal untuk pertumbuhan ubikayu antara 10-700 m dpl dengan toleransi antara 10-1500m dpl (Purwono dan Purnamawati, 2008). Berdasarkan karakteristik iklim di Indonesia dan kebutuhan air tersebut, ubikayu dapat dikembangkan di hampir semua kawasan, baik di daerah beriklim basah maupun beriklim kering sepanjang air tersedia sesuai dengan kebutuhan tanaman tiap fase pertumbuhan. Pada umumnya daerah sentra produksi ubikayu memiliki tipe iklim C, D, dan E (Wargiono dkk., 1996).

Menurut Yuniwati (2007), pemupukan dan jarak tanam mempengaruhi hasil biomassa dan hasil ubikayu. Jarak tanam dan pemupukan yang memberikan perlakuan terbaik adalah jarak tanam 1,0 x 0,8 m dan dosis pemupukan 400-500 kg urea ha<sup>-1</sup>, 100 kg SP36 ha<sup>-1</sup> dan 100 kg KCl ha<sup>-1</sup>.

Pada tanaman ubikayu hara P dan K sangat diperlukan dalam pembentukan umbi. Pemupukan P dengan dosis SP36 75 kg ha<sup>-1</sup> meningkatkan jumlah umbi per tanaman, besar umbi, panjang umbi dan hasil umbi, namun hasil umbi yang diperoleh masih sangat rendah (sekitar 20 t ha<sup>-1</sup>) jauh di bawah potensinya sekitar 40 t ha<sup>-1</sup>. Selain itu, pemupukan KCl 100 kg ha<sup>-1</sup> dapat meningkatkan serapan hara K hingga mencapai 74% bila diberikan bersama pupuk P dengan dosis SP36 75 kg ha<sup>-1</sup>, tetapi tidak jelas pengaruhnya terhadap peningkatan komponen hasil umbi. Kadar N, S, dan Fe dalam tanaman yang hanya berharkat rendah diduga juga merupakan penyebab tidak tercapainya hasil umbi optimal (Ispandi, 2003).

Menurut Balitkabi (2000), peningkatan takaran pupuk KCl dari 0 sampai 500 kg ha<sup>-1</sup> diikuti oleh peningkatan hasil, jumlah dan ukuran umbi. Pola peningkatan ketiga peubah tersebut membentuk pola kuadratik dan mencapai maksimum pada takaran 100 kg KCl ha<sup>-1</sup>. Lebih lanjut menurut Kamal (2009), aplikasi K dengan dosis yang tinggi (300-400 kg KCl ha<sup>-1</sup>) tidak cukup efektif untuk menstimulasi pertumbuhan umbi dan kandungan pati dalam ubikayu tanpa peningkatan sumber pertumbuhan.

### **2.3 Organonitrofos (Organomineral NP)**

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan atau manusia antara lain pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos. Bentuk dari pupuk organik ini dapat berupa padat atau cair yang telah mengalami dekomposisi (Balittanah, 2004).

Nugroho dkk., (2012) telah mengembangkan pupuk organomineral NP (Organonitrofos) dengan bahan baku kotoran sapi (*fresh manure*) yang dikombinasikan dengan bahan mineral berupa batuan fosfat (BF) yang dimaksudkan selain menyediakan unsur N juga unsur P yang memadai. Selain itu juga dilibatkan aktivitas mikroba yang dapat meningkatkan peningkatan N<sub>2</sub> (N<sub>2</sub>-*fixer*) dan pelarut fosfat (*P-solubilizer*) melalui inokulasi ke dalam bahan campuran FM+BF. Kedua bahan baku (FM dan BF) bersumber dari sumberdaya lokal yang cukup melimpah di Provinsi Lampung, sehingga harga pupuk alternatif ini akan lebih murah dan lebih kompetitif.

Bahan baku pupuk Organonitrofos ialah kotoran sapi yang merupakan sumber daya potensial di Provinsi Lampung. Menurut Triolanda (2011), di Provinsi Lampung industri penggemukan sapi dapat menyediakan kotoran sapi segar mencapai  $576.700 \text{ t tahun}^{-1}$  yang dapat menjadi bahan baku potensial untuk pembuatan pupuk organik. Batuan fosfat juga tersedia melimpah di Provinsi Lampung, antara lain Kecamatan Silagai Lingga Lampung Tengah yang dapat ditambang dan dimanfaatkan sebagai pupuk P alam.

Adapun pupuk kandang sapi mengandung: 39,1% C; 1,87% N; 0,56% P; 1,09% K; 0,57% Ca; 0,23% Mg (Howeler dan Phien, 2008). Pengaruh bahan organik terhadap kesuburan kimia tanah antara lain terhadap kapasitas pertukaran kation, kapasitas pertukaran anion, pH tanah, daya sangga tanah dan terhadap keharaan tanah. Penambahan bahan organik akan meningkatkan muatan negatif sehingga akan meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KTK). Bahan organik memberikan kontribusi yang nyata terhadap KTK tanah. Sekitar 20–70% kapasitas pertukaran tanah pada umumnya bersumber pada koloid humus (contoh: Molisol), sehingga terdapat korelasi antara bahan organik dengan KTK tanah (Stevenson, 1982).

Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan P dapat secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi. Menurut Stevenson (1982), ketersediaan P di dalam tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik melalui 5 aksi yaitu melalui proses mineralisasi bahan organik terjadi pelepasan P mineral, selanjutnya asam

organik atau khelat yang dihasilkan dari proses dekomposisi membantu pelarutan fosfat yang terikat oleh Al dan Fe,



Penambahan bahan organik mampu mengaktifkan dekomposisi bahan organik asli tanah. Terbentuknya kompleks fosfo-humat dan fosfo-fulvat yang dapat ditukar dan lebih tersedia bagi tanaman, karena jerapan bahan organik yang lebih lemah terhadap fosfat.

#### **2.4 Kombinasi Pupuk Organik dan Kimia terhadap Tanaman Ubikayu**

Pupuk organik-anorganik adalah campuran pupuk organik dan pupuk anorganik (kimia). Kita harus mulai mempopulerkan penggunaan pupuk campuran organik-anorganik karena kenaikan harga pupuk dan pencemaran yang diakibatkan oleh penggunaan pupuk kimia yang berlebihan. Petani dapat menyiapkan sendiri pupuk organik-anorganik dengan tujuan mengurangi biaya produksi.

Pemupukan dengan cara kombinasi ini akan memberikan keuntungan, antara lain:

(1) menambah kandungan hara yang tersedia dan siap diserap; (2) menyediakan semua unsur hara dalam jumlah yang seimbang; (3) mencegah kehilangan hara karena bahan organik mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi; (4) membantu dalam mempertahankan kandungan bahan organik tanah pada aras tertentu; (5) residu bahan organik akan berpengaruh baik pada pertanaman berikutnya maupun dalam mempertahankan produktivitas tanah; (6) lebih ekonomis apabila diangkut dalam jarak yang jauh karena setiap unit volume banyak mengandung nitrogen, fosfat dan kalium serta mengandung hara tanaman

lebih banyak; (7) membantu dalam mempertahankan keseimbangan ekologi tanah (Sutanto, 2002).

Telah dilakukan percobaan lapang untuk melihat pengaruh pemberian pupuk Organonitrofos terhadap tanaman jagung yang dilakukan oleh Deviana (2013), menunjukkan bahwa perlakuan dengan dosis 150 kg urea ha<sup>-1</sup>, 50 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>, 100 kg KCl ha<sup>-1</sup>, 1000 kg Organonitrofos ha<sup>-1</sup> menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman dan bobot pipilan terbaik (7,65 ton ha<sup>-1</sup>).

Penelitian Christine (2013) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk Organonitrofos 5000 kg ha<sup>-1</sup> menghasilkan tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot buah basah, dan jumlah buah tanaman cabai tertinggi; selanjutnya perlakuan kombinasi dosis 400 kg urea ha<sup>-1</sup>, 100 kg SP36 ha<sup>-1</sup>, 100 kg KCl ha<sup>-1</sup>, 2000 kg Organonitrofos ha<sup>-1</sup> menunjukkan bobot berangkasan tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk Organonitrofos tunggal maupun pupuk kimia tunggal.

Hasil penelitian Maulidia (2013) pada tanaman ubikayu di musim tanam pertama menunjukkan bahwa perlakuan urea 100 kg ha<sup>-1</sup>, SP36 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 200 kg ha<sup>-1</sup>, Organonitrofos 1.000 kg ha<sup>-1</sup> mampu menghasilkan produksi umbi dan serapan hara NPK tertinggi tanaman ubikayu. Kombinasi pupuk organik dan anorganik tersebut mampu menghasilkan bobot brangkasan yang tinggi diikuti dengan bobot umbinya.

## 2.5 Efektivitas Pemupukan

Menurut Peraturan Menteri Pertanian RI No.70/PERMENTAN/SR.140/10/2011, uji efektivitas pupuk organik adalah kegiatan uji lapang atau rumah kaca untuk mengetahui pengaruh dari pupuk organik terhadap pertumbuhan dan atau produktivitas tanaman, efisiensi pemupukan, atau peningkatan kesuburan tanah. Sedangkan tolak ukur efektivitas yang digunakan ialah pertumbuhan tanaman, hasil tanaman, mutu tanaman, peningkatan serapan hara tanaman, perbaikan kesuburan tanah, efisiensi pupuk anorganik.

Adapun kriteria uji efektivitas pupuk organik secara teknis atau agronomis dilakukan dengan perhitungan *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE). Menurut Lampiran Peraturan Menteri Pertanian No.70/Permentan/ SR.140/10/2011 meliputi, (1) perlakuan pupuk yang diuji secara statistik sama dengan perlakuan standar atau mempunyai RAE  $\geq 100\%$ , atau (2) perlakuan pupuk yang diuji lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa pemupukan) pada taraf nyata 5% atau mempunyai RAE  $> 100\%$ , (3) perlakuan pupuk yang diuji lebih efisien dibandingkan perlakuan standar.

Hasil penelitian Maulidia (2013) pada perlakuan keempat dengan dosis urea 100 kg ha<sup>-1</sup>, SP36 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 200 kg ha<sup>-1</sup>, Organonitrofos 1.000 kg ha<sup>-1</sup> telah memenuhi kriteria lulus uji efektivitas pupuk organik secara agronomis, meliputi (1) produksi umbi yang dihasilkan secara statistik mempunyai RAE  $\geq 100\%$ , yaitu sebesar 301%, (2) produksi umbinya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa pemupukan) pada taraf 5%, (3) lebih efisien dibandingkan dengan perlakuan standar (dosis urea 200 kg ha<sup>-1</sup>, SP36 300 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 400 kg ha<sup>-1</sup>).

Deviana (2013) menyatakan bahwa nilai RAE tertinggi pada bobot pipilan kering jagung dan biomass total terdapat pada perlakuan  $150 \text{ kg urea ha}^{-1} + 50 \text{ kg SP-36 ha}^{-1} + 100 \text{ kg KCl ha}^{-1} + 1000 \text{ kg Organonitrofos ha}^{-1}$ , sesuai dengan uji statistik bobot pipilan kering dan bobot berangkasan tanaman tertinggi juga pada perlakuan  $150 \text{ kg urea ha}^{-1} + 50 \text{ kg SP36 ha}^{-1} + 100 \text{ kg KCl ha}^{-1} + 1000 \text{ kg Organonitrofos ha}^{-1}$ . Hasil ini menunjukkan aplikasi pupuk Organonitrofos yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik mampu menunjang pertumbuhan serta produksi tanaman jagung sehingga dalam pengaplikasian, pupuk anorganik dapat dikombinasikan dengan pupuk Organonitrofos.

## 2.6 Efisiensi Pupuk

Efisiensi pupuk dapat diketahui dengan melakukan uji ekonomis. Uji ekonomis merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui penerimaan dan pengeluaran karena penggunaan input pada produksi tanaman. Perhitungan yang dilakukan terhadap hasil ubikayu ialah dengan membandingkan hasil panen ubikayu secara ekonomi dengan pengeluaran akibat penggunaan input (Ismono, 2013). Uji ekonomis ini perlu dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana yang paling menguntungkan secara ekonomis atau perlakuan mana yang mengeluarkan biaya paling sedikit tetapi memiliki produksi tertinggi.

Menurut Peraturan Menteri Pertanian RI No.69/PERMENTAN/SR.130/11/2012, harga pupuk bersubsidi ditetapkan sebagai berikut: urea  $\text{Rp.1.800 kg}^{-1}$ ; SP36  $\text{Rp.2.000 kg}^{-1}$ ; NPK  $\text{Rp.2.300 kg}^{-1}$ ; pupuk organik  $\text{Rp.500 kg}^{-1}$ . Sedangkan harga pupuk nonsubsidi di pasaran adalah : pupuk urea  $\text{Rp.4.500 kg}^{-1}$ ; SP36  $\text{Rp.4.200 kg}^{-1}$ ; NPK  $\text{Rp.4.550 kg}^{-1}$ ; pupuk organik  $\text{Rp.2.000 kg}^{-1}$ .

Menurut Maulidia (2013) dari hasil penelitian tanaman ubikayu yang telah dilakukan pada musim tanam pertama, perlakuan dengan dosis urea  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , SP36  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , KCl  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , Organonitrofos  $1.000 \text{ kg ha}^{-1}$  memiliki nilai rasio  $> 1$  yang artinya input yang diuji memiliki nilai ekonomis yang baik terhadap budidaya ubikayu. Pada tanaman jagung berdasarkan hasil penelitian Deviana (2013), perlakuan kombinasi  $150 \text{ kg urea ha}^{-1}$ ,  $50 \text{ kg SP-36 ha}^{-1}$ ,  $100 \text{ kg KCl ha}^{-1}$ ,  $1.000 \text{ kg Organonitrofos ha}^{-1}$  lebih direkomendasikan bagi pertanian berskala besar karena hasil yang diperoleh menunjukkan nilai tertinggi.