

Tanaman sawi memiliki daun yang lebar bersayap dan berwarna hijau tua. Tangkai daun agak pipih, sedikit berliku, kuat, batang pendek namun tegap (Haryanto dkk., 2007). Sawi memiliki sistem perakaran tunggang (*radix primaria*) dan cabang akar yang berbentuk bulat. Batang sawi sangat pendek dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak terlihat. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang dan bercabang banyak. Hasil penyerbukan bunga terbentuk buah yang berisi biji. Tiap polong berisi 2-8 butir biji yang berwarna coklat kehitaman (Fransisca, 2009).

Sawi dapat tumbuh baik di daerah tropis, mulai dari ketinggian 5 m sampai 1200 m di atas permukaan laut (Haryanto dkk., 2007). Pertumbuhan dan perkembangan sawi maksimal dicapai pada suhu antara 27-32°C (Fransisca, 2009). Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman sawi yang optimal berkisar antara 80%-90% (Cahyono, 2003). Tanaman sawi hidup sepanjang tahun mulai dari musim penghujan hingga kemarau, pada musim kemarau diperlukan penyiraman yang cukup dan musim penghujan perlu drainase yang baik (Nazaruddin, 1999) dan pH tanah optimum 6-7. Jarak tanam sawi pada umumnya yaitu 25x25 cm (Sarif dkk., 2015), demikian menurut (Puspitasari, 2012) jarak tanam optimum tanaman sawi yaitu 25 x 25 cm. Pupuk yang digunakan harus disesuaikan dengan jenis dan kondisi tanaman. Tanaman sawi lebih banyak memerlukan unsur hara nitrogen untuk menghasilkan daun yang rimbun dan berkualitas baik (Sutedjo, 2010). Pemberian pupuk pada tanaman sawi sesuai dengan kebutuhan N tanaman sejumlah 175 kg N/ha (Budi dkk, 2009). Umur panen sawi adalah 40 hari setelah tanam (Edi dan Bobihoe, 2010).

2.2. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan yang berasal dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, sisa bahan makanan, dan kotoran hewan. (Hadisuwito, 2012). Pupuk organik dapat membuat unsur hara yang terikat di dalam tanah menjadi tersedia untuk tanaman. Ketersediaan unsur hara dalam tanah merupakan bagian dari faktor yang mendukung keberhasilan proses metabolisme tanaman, dan secara tidak langsung mempengaruhi produksi metabolit sekunder yang dihasilkan oleh suatu tanaman (Suwandi, 2009).

Pupuk organik mengandung unsur hara makro dan mikro, memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan bahan organik, harga relatif murah, menambah daya serap air, memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah, serta dapat dibuat sendiri (Marsono dan Sigit, 2001). Pupuk organik memiliki harga yang relatif murah dan melimpah namun tingkat ketersediaannya rendah sehingga memerlukan proses fermentasi terlebih dahulu (Budi dkk, 2009). Penambahan pupuk organik dapat mempengaruhi peningkatan ketersediaan unsur hara N dan P di dalam tanah (Hasanudin, 2003). Hasil fermentasi bahan organik bila dimasukkan ke dalam tanah akan menghasilkan beberapa unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman seperti N, P dan K (Brady, 1990).

Unsur hara dalam pupuk organik umumnya masih terikat dalam senyawa makromolekulnya, sehingga dapat terlepas atau tersedia secara perlahan. Proses fermentasi perlu dilakukan untuk mempercepat pelepasan hara dalam bahan organik (Surya dan Suryono, 2013). Pupuk organik cair mampu meningkatkan serapan N serta laju pertumbuhan tanaman sawi. Pemberian pupuk sangat

berpengaruh pada parameter pertumbuhan dan produksi dimana peningkatan serapan N diikuti dengan pertumbuhan tanaman sawi. Pupuk cair memiliki C/N rasio lebih rendah sehingga unsur N lebih mudah tersedia, dapat diserap oleh tanaman dan dapat meningkatkan pembelahan sel pada pertumbuhan tanaman (Budi dkk, 2009).

Pupuk organik cair urin kelinci mempunyai kandungan unsur hara yang relatif lebih tinggi daripada urin sapi yaitu 2,72% N, 2,8% P₂O₅ dan 1,2% K₂O, pada urin sapi sebesar 1,21% N, 0,65% P₂O₅, 1,6% K₂O dan kambing sebesar 1,47% N, 0,05% P₂O₅, 1,96% K₂O (Balittanah, 2006). Penambahan pupuk nitrogen dapat merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap unsur hara, terutama N yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif termasuk pertumbuhan daun (Sutanto, 2002). Nitrogen merupakan unsur esensial yang berpengaruh pada fase-fase pertumbuhan tanaman, karena unsur N berfungsi dalam sintesis protein, sedangkan protein merupakan pembangun protoplasma untuk membentuk organ-organ tanaman (Gardner dkk., 1991).

2.3. Mikroorganisme Lokal (MoL) Tape

Mikroorganisme lokal merupakan kumpulan mikroorganisme yang dimanfaatkan sebagai starter dalam pembuatan pupuk organik padat maupun cair (Juanda dkk., 2011). Bahan MoL mudah didapatkan di Indonesia dan mudah diolah. Selain itu, MoL dapat menghemat 20-25% dari total biaya produksi. Adapun bahan utama MoL terdiri dari beberapa komponen, yaitu karbohidrat,

glukosa dan sumber mikroorganisme (Parawansa dan Ramli, 2014). Bahan dasar untuk fermentasi larutan MoL dapat berasal dari hasil pertanian, perkebunan, maupun limbah organik rumah tangga. Fermentasi dengan menggunakan bakteri anaerobik dilakukan dengan tidak adanya udara. Mikroorganisme mendapatkan oksigen dari bahan substrat yang memiliki ikatan kimia dengan oksigen (Riadi, 2007).

Tape adalah makanan yang terbuat dari singkong atau beras ketan yang difermentasi dengan ragi. Fermentasi tape dipengaruhi oleh mikroorganisme yang terdapat pada ragi yang ditambahkan ke dalam singkong atau beras ketan. Ragi tape mengandung konsorsium mikroba seperti kapang, khamir, dan bakteri (Barus, 2013). Kapang yang berperan adalah *Amylomyces*, *Mucor* dan *Rhizopus sp.* Khamir yang berperan adalah *Endomycopsis fibuliger*, *Saccharomyces cerevisiae* dan *Hansenula sp.* Bakteri yang sering ditemukan di dalam ragi tape berasal dari genus *Pediococcus* dan *Bacillus* (Saono dkk., 1982). Tape ketan memiliki kandungan alkohol hampir mencapai 5% (Ardhana dan Fleet 1989). Sementara pH normal tape ketan sebesar 4,0-4,2 (Nuraida dan Owens, 2014). Tape singkong umumnya memiliki kandungan alkohol sebesar 3%, karbohidrat sebesar 40,2%, dan pH sekitar 4,4-4,8 (Hidayat dkk., 2006).

Fermentasi memerlukan waktu yang relatif lama, namun dapat dipersingkat dengan penambahan aktivator. Aktivator adalah bahan yang sering ditambahkan dalam proses fermentasi untuk mempercepat proses penguraian (Gaur, 1983). Aktivator mempengaruhi proses pengomposan melalui dua cara, cara pertama yaitu dengan menginokulasi strain mikroorganisme yang efektif dalam

menghancurkan bahan organik, kedua yaitu meningkatkan kadar N yang merupakan makanan tambahan bagi mikroorganisme tersebut (Wibowo, 2011). Selama proses fermentasi, mikroorganisme akan mengubah senyawa nutrisi yang terdapat pada singkong dan beras ketan. Kapang akan menghidrolisis pati menjadi gula sederhana yang selanjutnya akan difermentasi menjadi alkohol dan komponen *flavour* lainnya oleh khamir (Djien, 1972). Proses fermentasi dapat dipercepat jika bahan dicincang menjadi ukuran yang lebih kecil. Bahan yang kecil akan cepat didekomposisi karena peningkatan luas permukaan untuk aktivitas organisme perombak, semakin kecil ukuran partikel bahan maka semakin cepat pula waktu fermentasinya (Gaur, 1983). Campuran MoL disimpan di dalam botol dan didiamkan selama 5 hari. Setelah 5 hari, MoL sudah dapat digunakan (Setiawan dan Tim ETOSA, 2010).

2.4. Nisbah C/N

Nisbah C/N merupakan indikator kualitas dan tingkat kematangan dari bahan fermentasi. Proses pendegradasian yang terjadi dalam proses fermentasi membutuhkan karbon organik (C) untuk pemenuhan energi dan pertumbuhan, serta nitrogen (N) untuk pemenuhan protein sebagai zat pembangun sel metabolisme (Ismayana dkk., 2012). Mikroorganisme memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 30-40. Apabila nilai C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat (Isroi, 2008). Nilai C/N kompos matang pada SNI

19-7030-2004 yaitu 10-20 (Badan Standarisasi Nasional, 2004). Pupuk dengan kandungan rasio C/N rendah akan banyak mengandung amoniak (NH_3) yang dihasilkan oleh bakteri amoniak. Senyawa ini dapat dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrit dan nitrat yang mudah diserap oleh tanaman (Harada dkk., 1993). Hilangnya N dari tanah yaitu digunakan oleh tanaman atau mikroorganisme. N dalam bentuk NO_3^- (nitrat) mudah dicuci oleh air hujan (*leaching*) dan N dalam bentuk NH_4^+ dapat diikat oleh mineral liat jenis illit sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Hardjowigeno, 2003).

Rasio C/N bahan organik merupakan faktor yang paling penting dalam proses fermentasi. Hal tersebut disebabkan karena mikroorganisme membutuhkan karbon untuk menyediakan energi (Gunawan dan Surdiyanto, 2001) sedangkan nitrogen yang berperan dalam memelihara dan membangun sel tubuhnya (Triadmojo, 2001). Rasio C/N yang tinggi akan mengakibatkan proses berjalan lambat karena kandungan nitrogen yang rendah, sebaliknya jika rasio C/N terlalu rendah akan menyebabkan terbentuknya amoniak, sehingga nitrogen akan hilang ke udara (Gunawan dan Surdiyanto, 2001). Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah nilai perbandingan C/N saat awal proses fermentasi. Nilai C/N rasio yang semakin besar menunjukkan bahwa bahan organik belum terurai sempurna. Sebaliknya nilai C/N rasio yang semakin rendah menunjukkan bahwa bahan organik sudah terurai sempurna (Ismayana dkk, 2012). Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang mudah hilang. Sebagian besar disebabkan oleh penguapan dan terangkut saat panen (Brady dan Weil, 2002).

2.5. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Berat segar tanaman berhubungan dengan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun. Banyaknya jumlah daun, luas daun dan tinggi tanaman akan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak sehingga akan meningkatkan berat segar konsumsi tanaman. Semakin luas daun dan semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan maka akan semakin banyak berat segar yang dihasilkan (Devani, 2012). Proses pertambahan tinggi terjadi karena pembelahan sel, peningkatan jumlah sel dan pembesaran ukuran sel. Bertambahnya tinggi tanaman juga akan meningkatkan berat segar tanaman (Gardner dkk., 1991). Tersedianya N dalam jumlah yang cukup akan memperlancar metabolisme tanaman dan akhirnya mempengaruhi pertumbuhan organ-organ seperti batang, daun dan akar menjadi baik. Akar akan menyerap unsur hara yang diperlukan tanaman dalam pertumbuhan vegetatif sehingga batang tumbuh tinggi dan mempengaruhi jumlah daun (Fatma, 2009). Jumlah daun sangat erat kaitannya dengan tinggi tanaman, karena semakin tinggi tanaman semakin banyak daun yang terbentuk (Fahrudin, 2009).

Berat kering tanaman dipengaruhi oleh tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan diameter batang (Yeremia, 2016). Pertumbuhan daun dan batang mempengaruhi bobot kering tajuk (Dianita dan Abdullah 2011). Tanaman dengan kandungan N yang lebih tinggi memiliki daun yang lebar dan lebih hijau sehingga fotosintesis berjalan lebih baik. Hasil fotosintesis digunakan untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman, antara lain tinggi tanaman dan pembentukan daun

baru yang diekspresikan dalam bobot kering tanaman. Semakin tinggi fotosintat yang ditranslokasikan maka bobot kering tanaman meningkat (Sahari, 2007).

Serapan nitrogen mempengaruhi kadar nitrogen dan produksi bahan kering, sehingga semakin tinggi serapan nitrogen semakin tinggi produksi bahan keringnya (Fajarditta dkk., 2012). Proses penyerapan nitrogen dipengaruhi oleh ketersediaan N, tingkat kejenuhan N, keadaan tanah dan umur tanaman (Jumin, 1989). Faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan unsur hara adalah respirasi, konsentrasi unsur hara, kerapatan dan penyebaran akar, air, daya serap akar, pH tanah dan daya serap tanaman (Fajarditta dkk., 2012). Faktor lain yang mempengaruhi penyerapan unsur hara yaitu air yang berfungsi untuk melarutkan unsur hara atau zat mineral sehingga mudah menyerap unsur hara. Nitrogen memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil, yang menjadikan daun berwarna hijau. Kandungan nitrogen yang tinggi menjadikan daun lebih hijau dan mampu bertahan lebih lama (Poerwowidodo, 1992).

Fosfor (P) termasuk unsur hara esensial bagi tanaman dengan fungsi sebagai pemindah energi yang tidak dapat digantikan unsur hara lain. Ketidacukupan pasokan P menjadikan tanaman tidak tumbuh maksimal atau potensi hasilnya tidak maksimal (Poerwowidodo, 1992). Semakin tinggi jumlah P dalam tanah, kemungkinan unsur P yang diserap oleh tanaman juga lebih tinggi (Fajarditta dkk., 2012). Meningkatnya serapan P pada tanaman menyebabkan laju fotosintesis meningkat sehingga sintesis karbohidrat meningkat pula selanjutnya kelebihan karbohidrat pada daun akan di transfer ke akar yang digunakan sebagai energi untuk pertumbuhan akar (Barber 1984). Unsur P termasuk unsur hara yang

bersifat immobil (Marschner 1994). Kekurangan unsur P dapat menyebabkan gangguan pada berbagai fungsi fisiologis di dalam tanaman (Rinsema, 1983). Defisiensi P akan berpengaruh pada terhambatnya pertumbuhan akar yang berakibat berkurangnya penyerapan unsur-unsur hara (Foth, 1995).

Fungsi akar adalah sebagai pengangkut air serta garam-garam mineral dan O_2 dari dalam tanah untuk disalurkan pada bagian-bagian tanaman lainnya seperti batang dan daun (Abidin, 1987). Terdapat pengaruh sinergis pada pengambilan P dan N dari dalam tanah. Jika P yang tersedia di dalam tanah tidak cukup banyak maka N tersedia juga berkurang (Dwidjoseputro, 1980). Ketersediaan P optimum pada kisaran pH 6,0-7,0. P tersedia dalam tanah relatif lebih cepat menjadi tidak tersedia akibat segera terikat oleh kation tanah terutama Al dan Fe pada kondisi masam atau dengan Ca dan Mg pada kondisi netral (Donahue, 1977).