

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pemanfatan Radiasi Matahari dalam Tumpangsari

Radiasi matahari merupakan faktor utama diantara berbagai faktor iklim lainnya. Radiasi ini tidak hanya sebagai energi primer namun juga berpengaruh terhadap keadaan faktor lain seperti suhu, kelembapan dan angin. Radiasi matahari di permukaan bumi sangat melimpah dialam pemanfaatan bagi tanaman masih sangat rendah. Keseluruhan radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi 75% - 80% digunakan untuk menguapkan air, 5% -10% cadangan bahan dalam tanah, 5% -10% pertukaran bahan dengan atmosfer bumi melalui proses konveksi dan 1% - 5% berfungsi dalam proses fotosintesis.

Setiap jenis tanaman mempunyai kebutuhan intensitas radiasi cahaya yang berbeda - beda. Sugito (1999), menyatakan bahwa bila tanaman pada intensitas radiasi matahari rendah sepiantas lebih subur karena tanaman lebih tinggi, daun lebih rimbun tetapi sebenarnya tanaman tersebut lemah, kualitas hasil panen rendah. Sebaliknya bila intensitas terlalu tinggi pertumbuhan tanaman terhambat, batang pendek dan daun kecil, hasil panen per hektar bias rendah tetapi kandungan nutrisi pada hasil panen tinggi.

Dalam sistem bertanam tumpangsari (intercropping), dengan adanya penanaman tanaman sela berarti telah memanfaatkan sebaik baiknya energi matahari yang lolos untuk kepentingan pertumbuhan tanaman sela bukan hanya dimanfaatkan oleh tanaman pokok saja kehadiran tanaman sela diharapkan tidak mengganggu tanaman pokok. Salisbury dan Ros (1995) menyatakan bahwa dalam perjalanan radiasi matahari dalam tajuk tanaman banyak mendapat rintangan terutama daun, cabang, sehingga radiasi yang mampu mencapai permukaan tajuk lebih bawah makin berkurang. Hal ini tergantung pada jumlah daun, bentuk, sudut, dan distribusi daun dalam tajuk.

Pemeliharaan jenis tanaman dan pengaturan jarak tanam untuk dikombinasikan dalam sistem tumpangsari sangat menentukan efektivitas tanaman di dalam memanfaatkan masukan substrat untuk pertumbuhan, sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Penentuan populasi dan jenis tanaman berdasarkan perbedaan sifat tanaman yang diharapkan dapat saling mengisi sehingga kompetisi yang terjadi dapat ditekan sekecil mungkin.

Semakin meningkat populasi tanaman berarti energi matahari yang lolos kian berkurang . untuk meningkatkan efisiensi energi matahari yang pada akhirnya akan mampu meningkatkan hasil persatuan luas, hal ini dapat dilakukan dengan cara memperbanyak populasi tanaman.

Intersepsi cahaya adalah banyaknya energi matahari yang ditangkap oleh suatu tanaman. Sugito (1999), menyatakan bahwa intersepsi cahaya menunjukkan beberapa persen radiasi matahari yang jatuh dapat ditangkap oleh tajuk tanaman. Besarnya energi matahari yang dapat ditangkap oleh tajuk tanaman ini sangat beragam tergantung beberapa faktor antara lain : populasi tanaman, laju pertumbuhan tanaman dan sistem bertanam.

Sinclair, Thomas, Shirawa dan Haemer (1992), menyatakan bahwa pada saat cahaya matahari jatuh diatas kanopi tanaman, daun bagian atas langsung menerima cahaya, sedangkan daun bagian bawah akan menerima cahaya difusi yang lebih rendah intensitasnya namun lebih merata. Daun bagian bawah ini lebih banyak memanfaatkan fotosintat dari pada menghasilkannya, sehingga akibat laju fotosintesis tanaman rendah dan translokasi fotosintat kebagian sink, organ, seperti biji atau umbi.

Tanaman sela atau tanaman sisipan adalah jenis tanaman yang disisipkan pada tanaman lain yang ditanam terlebih dahulu atau ditanam secara bersamaan pada sebidang tanah yang sama (Samadi, 2003). Dalam sistem tumpangsari biasanya terdapat tanaman pokok yang populasinya lebih banyak dari tanaman sela sehingga ada kemungkinan akan terjadi kompetisi maka perlu dipilih kombinasi tanaman yang tepat.

Silalahi (1992), menyatakan bahwa komponen tanaman yang ditumpangsarikan harus saling melengkapi secara fisiologis maupun morfologis, sehingga pada pola tanam tumpangsari yang perlu diperhatikan adalah jenis tanaman yang berbeda spesies atau famili, tidak mempunyai satu jenis hama penyakit yang sama, serta kombinasi antar tanaman yang lebih tinggi dengan yang lebih pendek yang relatif tidak banyak membutuhkan cahaya, sehingga kompetisi terhadap faktor pertumbuhan dapat diperkecil.

Berbagai sifat tanaman yang ditumpangsarikan memungkinkan terjadi suatu jalinan kerjasama yang saling menguntungkan, apabila tanaman tersebut

ditanam dalam suatu kombinasi yang tepat. Suryanto (1995), menyatakan bahwa tanaman yang memiliki ukuran lebih tinggi yang dikombinasikan dengan tanaman pendek akan lebih efektif dalam penggunaan cahaya, tanaman berakar dangkal dan tanaman berakar dalam dapat mengurangi persaingan unsur hara dalam tanah dan kombinasi jenis tanaman C3 dan C4 efektif dalam penggunaan cahaya, air dan unsur hara. Dalam penelitian tumpangsari tanaman jagung dengan kacang tanah menunjukkan hasil jagung pipilan kering tertinggi dicapai pada jagung yang ditanam bersamaan dengan kacang tanah. Dengan demikian kacang tanah sebagai tanaman sela pada setadia awal berpengaruh positif terhadap tanaman jagung, karena nitrogen yang diikat oleh tanaman kacang-kacangan dapat dimanfaatkan oleh tanaman jagung (Buchman dan Brady,1984).

## **2.2 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Jagung Manis**

Menurut Arifin (2006) pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung manis pada dasarnya dapat dibagi dalam 5 periode pertumbuhan, yaitu: Periode tanam sampai tumbuh, periode sesudah tumbuh sampai keluarnya malai, periode keluarnya malai sampai keluarnya rambut, periode keluarnya rambut sampai masak dan periode pengeringan.

Periode tanam sampai tumbuh, pada periode ini biji jagung akan berkecambah 4-5 hari setelah tanam jika tanah dalam kondisi cukup air. Selain itu, suhu, mineral dan keadaan fisik permukaan tanah merupakan faktor yang sangat penting dalam periode ini. Perkembangan akar pada awal pertumbuhan mendatar karena respon terhadap suhu, kemudian akan bergerak ke bawah.

Periode kedua ialah sesudah tumbuh sampai keluarnya malai. Periode ini adalah pertumbuhan vegetatif, dimana proses fotosintesis tanaman berjalan dengan kapasitas tinggi. Adanya kekurangan salah satu faktor akan menghambat pertumbuhan dan potensi hasil. Keadaan tertekan selama periode ini dapat mempengaruhi jumlah pembentukan biji dan tongkol.

Periode ketiga ialah keluarnya malai sampai keluarnya rambut. Periode keluarnya malai sampai keluarnya rambut tongkol adalah yang paling kritis dalam pertumbuhan. Keadaan tertekan yang disebabkan oleh kekeringan atau kurang cahaya dapat menyebabkan banyak tongkol yang tidak berbiji.

Periode keluarnya rambut sampai masak adalah saat pembentukan biji. Tangkai tongkol, janggol dan klobot sudah terbentuk lengkap pada  $\pm$  2 minggu setelah keluar rambut. Akumulasi bahan kering berhenti kira-kira 50 hari sesudah keluar rambut tongkol. Pertumbuhan dapat tertunda akibat kekeringan atau suhu diatas  $30^{\circ}\text{C}$  pembentukan biji juga tergantung pada suhu. Periode pengisian biji berlangsung 40-50 hari dari polinasi sampai masak fisiologis.

Periode pengeringan, pada periode ini ditandai oleh terbentuknya lapisan hitam pada bagian placenta biji yang menutup aliran asimilat ke dalam biji. Setelah itu tanaman mulai mengering, cepatnya proses pengeringan sangat bervariasi tergantung varietas dan lingkungan. Pada proses ini akan hilang  $\pm$  1,5% air setiap hari pada biji setelah masak fisiologis.

Tongkol jagung manis dapat dipanen bilamana klobot dikupas terdapat biji jagung yang mengkilap dan jika ditusuk dengan kuku ibu jari tidak nampak bekasnya. Kandungan air biji yang tertinggi adalah pada saat biji mulai mengembang (bistar stage), yaitu kurang lebih 80%. Pada saat embrio dan endosperm terbentuk, kandungan air terus berkurang sampai 30%-40% pada masak fisiologis. Yaitu pada kisaran 65 – 70 hari setelah tanam (HST) tergantung dari ketinggian tempat. Semakin tinggi ketinggian tempat maka semakin lama umur panen.

Penanaman jagung manis dapat dilakukan pada jarak 75 x 25 cm dan 75 x 50 cm, setiap lubang ditanam dua tanaman. Dosis pemupukan jagung untuk setiap hektarnya adalah urea 200-300 kg, TSP/SP 36 75-100 kg dan KCl 50-100 kg. Pemupukan dapat dilakukan dalam tiga tahap. Pada tahap pertama pupuk dasar yang diberikan bersamaan dengan waktu tanam. Pada tahap kedua (pupuk susulan I) yang diberi setelah tanaman jagung berumur 3-4 minggu setelah tanam. Pada tahap tiga (pupuk susulan II), pupuk diberikan setelah tanaman jagung berumur 8 minggu atau setelah malai keluar (Anonymous,2010).

### 2.3 Tanaman Sawi

Deskripsi tanaman sawi merupakan Divisi Spermatophyta ;Subdivisi Angiospermae ;Kelas Dicotyledonae; Ordo Rhoadales (Brassicales); Famili Cruciferae (Brassicaceae); Genus *Brassica*; Spesies *Brassica Juncea*.

Tanaman sawi berakar serabut yang tumbuh dan berkembang secara menyebar ke semua arah di sekitar permukaan tanah, perakarannya sangat dangkal pada kedalaman skitar 5 cm dan tidak memiliki akar tunggang. Perakaran tanaman sawi hijau dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang gembur, subur, tanah mudah menyerap air dan kedalaman tanah cukup dalam (Cahyono, 2003).

Batang (*caulis*) sawi pendek sekali dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2007). Sawi berdaun lonjong, halus, tidak berbulu dan tidak berkrop. Pada umumnya pola pertumbuhan daunnya berserak (roset) sehingga sukar membentuk krop (Sunarjono, 2004).

Tanaman sawi umumnya mudah berbunga secara alami, baik didataran tinggi maupun dataran rendah. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga 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 (Rukmana, 2007).

Daerah penanaman yang cocok untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah mulai dari ketinggian 5 meter sampai 1200m dpl. Namun, biasanya tanaman ini dibudidayakan di daerah yang berketinggian 100-500 m dpl. Sebagian besar daerah-daerah di Indonesia memenuhi syarat ketinggian tersebut (Haryanto, 2003).

Tanaman dapat melakukan fotosintesis dengan baik memerlukan energi yang cukup. Cahaya matahari merupakan sumber energi yang diperlukan tanaman untuk proses fotosintesis. Energi kinetik matahari yang optimal yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan dan produksi berkisar antara 350-400 cal/cm<sup>2</sup> setiap hari. Sawi hijau memerlukan cahaya matahari tinggi (Cahyono,2003).

Kondisi iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah tempat yang memiliki suhu malam 15,6°C dan siang 21,1°C serta penyiaran matahari antara 10-13 jam/hari. Meskipun demikian, beberapa varietas sawi tahan terhadap suhu panas, dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah yang suhunya antara 27°-32°C (Rukmana,2007).

Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman sawi hijau yang optimal berkisar antara 80%-90%. Tanaman ini tergolong tanaman yang tahan terhadap hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih memberi hasil yang cukup baik. Curah hujan yang sesuai untuk pembudidayaan adalah 1000-1500 mm/tahun. Daerah yang memiliki curah hujan sekitar 1000-1500 mm/dpl akan tetepi tanaman sawi tidak tahan terhadap air yang menggenang (Cahyono, 2003).

Tanah yang cocok adalah tanah yang gembur, banyak mengandung humus, subur serta pembuangan airnya baik serta pH 6-7 (Haryanto, 2003).

Sawi dapat di tanam pada berbagai jenis tanah, namaun yang paling baik adalah tanah lempung berpasir seperti andosol. Pada tanah-tanah yang mengandung liat perlu pengolahan tanah secara sempurna, antara lain pengolahan tanah yang cukup dalam, penambahan pasir dan pupuk organik dalam dosis tinggi (Rukmana, 2007).

Penanaman sawi menggunakan bedengan dengan ukuran lebar 120 cm dan panjang sesuai dengan ukuran petak tanah. Tinggi bedeng 20 – 30 cm dengan jarak antar bedeng 30 cm, seminggu sebelum penanaman dilakukan pemupukan terlebih dahulu yaitu pupuk kandang 10 ton/ha, TSP 100 kg/ha, Kcl 75 kg/ha. Sedang jarak tanam dalam bedengan 40 x 40 cm , 30 x 30 dan 20 x 20 cm. Pilihlah bibit yang baik, pindahkan bibit dengan hati-hati, lalu membuat lubang dengan ukuran 4 – 8 x 6 – 10 cm.

#### **2.4 Pupuk Anorganik**

Pupuk anorganik ialah pupuk buatan yang merupakan hasil dari pabrik-pabrik pembuat pupuk, yang mana mengandung unsur-unsur hara atau zat-zat makanan yang diperlukan tanaman. Pupuk tersebut pada umumnya mengandung unsur hara yang tinggi. Keuntungan penggunaan pupuk anorganik adalah jumlah unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, mudah larut dalam air

sehingga unsur hara yang dikandungnya mudah tersedia bagi tanaman. Unsur-unsur hara yang diperlukan dapat diberikan dalam komposisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selain kelebihan tersebut, pupuk anorganik mempunyai kekurangan yaitu sedikit atau hampir tidak mengandung unsur hara mikro dan penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dapat merusak tanah bila tidak diimbangi oleh pupuk organik.

Menurut Bakrie (2008) tanaman jagung manis (*Zea mays sacchrata* Sturt) membutuhkan kalium pada taraf dosis yang bervariasi tergantung dari kondisi tanah dan tanamannya sendiri. Tanaman jagung manis membutuhkan kalium pada kisaran 60 kg—250 kg ha<sup>-1</sup>. Menurut hasil penelitian Zuhro (2009) bahwa bobot kering total tanaman jagung manis pada pemberian dosis pupuk yang berbeda menunjukkan saat umur 15 – 30 hst bahan tanam benih memberikan berat kering total yang lebih tinggi, namun selanjutnya pada 45 – 60 hst tidak terdapat perbedaan. Pemberian berbagai dosis pupuk Urea 175 + Phosphate 348 + ZK 194 kg ha<sup>-1</sup>; Urea 350 + Phosphate 697 + ZK 388 kg ha<sup>-1</sup>; Urea 525 + Phosphate 1045 + ZK 581 kg ha<sup>-1</sup>; dan Urea 700 + Phosphate 1393 + ZK 775 kg ha<sup>-1</sup> memberikan hasil produksi jagung manis yang sama, yaitu 25,15; 24,73; 25,36; dan 26,43 ton ha<sup>-1</sup>, sehingga pemberian berbagai kombinasi dosis pupuk Urea, Phosphate dan ZK tidak memberikan pengaruh yang besar pada peningkatan produksi jagung manis.

Tidak semua pupuk yang diberikan ke dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Nitrogen yang dapat diserap hanya 55-60%, P sekitar 20%, K antara 50-70% dan S sekitar 33%. Tanggapan tanaman terhadap pupuk yang diberikan bergantung pada jenis pupuk dan tingkat kesuburan tanah. Karena itu, takaran pupuk berbeda untuk setiap lokasi (Syafrudin, Faesal, dan Akil, 2010).

## 2.5 Kompos Kotoran Sapi

Kotoran sapi dapat diberikan sebagai pupuk organik sebelum tanam. Penyebaran dilakukan secara merata diseluruh lahan, lalu tanah diolah untuk terakhir kali. Pupuk kotoran sapi digunakan apabila penguraian oleh mikroba sudah tidak terjadi lagi. Artinya, panas sudah tidak ada lagi oleh kotoran. Pupuk tersebut sudah tercium bau amoniak. Bentuknya sudah berupa tanah yang gembur, tampak kering dan berwarna coklat tua. Biasanya pemberian kotoran sapi yang

sudah matang dilakukan semiunggu sebelum tanam. Pada tanaman semusim seperti syuran, penggunaan kotoran sapi dapat dilakukan dengan cara disebar diantara guludan, ditutup tipis dengan tanah, lalu ditunggal untuk meletakkan benih.

Hasil analisis kimia tanah setelah panen menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk kotoran sapi 25 ton/ha, limbah tembakau dosis 10 ton/ha dan 15 ton/ha mampu meningkatkan kandungan N total tanah dari 0,124 % yang termasuk katagori rendah (0,11-0,20) menjadi katagori sedang (0,21-0,50), masing-masing sebesar 0,218%, 0,210% dan 0,218% (Yuliana, 2006).

Raihan (2004), menyatakan bahwa C/N rasio pupuk kotoran sapi yang rendah menyebabkan pelapukan lebih cepat sehingga memudahkan dalam penyediaan hara dan penyediaan P, dimana fosfor merupakan salah satu unsur esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan akar benih dan tanaman muda.

Kompos kotoran sapi mempunyai kandungan serat yang tinggi seperti selulosa sehingga perlu dilakukan pengomposan agar menjadi kompos pupuk kandang sapi dengan ratio C/N di bawah 20. Selain masalah ratio C/N, pemanfaatan pukan sapi secara langsung juga berkaitan dengan kadar air yang tinggi diaplikasikan secara langsung akan memerlukan tenaga yang lebih banyak serta proses pelepasan amoniak masih berlangsung. Menurut Andayani dan Hayat (2005) pemberian kompos kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap peningkatan bobot tongkol tanpa kelobot (kg/ petak) jagung manis. Terjadi peningkatan hasil yang nyata dengan pemberian pupuk kandang sapi dimana hasil tertinggi tercapai pada pemberian 15 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang sapi dengan bobot tongkol jagung manis tanpa kelobot adalah 12 ton ha<sup>-1</sup>. Penggunaan kompos kotoran sapi bersama-sama dengan pupuk P akan dapat menekan pemakaian pupuk P dosis tinggi.

## 2.6 Bahan Organik

Bahan organik biasanya, digunakan dari tanaman *Leguminosae* karena kandungan N yang relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanaman yang lain (Sugito et al, 1999). Menurut Sutedjo (1995) tanaman yang termasuk famili *Leguminosae* telah umum digunakan sebagai bahan organik karena mengandung N sehingga keberadaan dan melapuknya di dalam tanah akan mendorong jasad-jasad renik aktif menguraikannya. Kandungan N tinggi melebihi tersedianya N

yang diperlukan jasad renik, kelebihan ini dimanfaatkan tanaman bagi peningkatan pertumbuhan dan perkembangannya.

Tanaman legum mempunyai kemampuan mengikat  $N_2$  udara dengan bantuan bakteri penambat N, menyebabkan kadar N dalam tanaman relatif tinggi. Akibatnya bahan organik dapat diberikan dekat dengan waktu penanaman tanpa harus mengalami proses pengomposan terlebih dahulu (Atmojo, 2003). Suatu tanaman dapat digunakan sebagai bahan organik apabila cepat tumbuh; bagian atas banyak dan lunak (*succulent*); dan kesanggupannya tumbuh cepat pada tanah yang kurang subur, sehingga cocok dalam rotasi. Tanaman yang dapat digunakan untuk bahan organik adalah *Leucaena glauca* (lamtoro), *Tithonia diversifolia* (paitan), *Crotalaria juncea* dan lain-lain.

### 2.6.1 *Tithonia diversifolia* (paitan)

*Tithonia* dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik tanah melalui teknik pertanaman lorong atau tanaman pembatas kebun. *Tithonia* merupakan salah satu sumber bahan organik yang murah. Tanaman dapat memperbanyak diri secara generatif dan vegetatif, yaitu dari akar dan setek batang atau tunas, sehingga dapat tumbuh cepat setelah dipangkas (Wiwik Hartatik, 2007).

Martajaya, Agustina, dan Syekhfani (2008) menyatakan bahwa hasil tanaman jagung manis rata-rata luas daun dan bobot kering total sebesar 7689,13  $cm^2$  dan 132,38 g yaitu pada perlakuan pembedaan *Tithonia diversifolia* satu minggu sebelum tanam. Meskipun *Tithonia diversifolia* ditanam satu minggu sebelum tanam dibandingkan pupuk anorganik secara statistik memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap bobot segar tongkol, tetapi secara kuantitas *Tithonia diversifolia* menghasilkan bobot segar yang lebih tinggi yaitu sebesar 0,24 kg/sampel tanaman (setara 8,5 ton  $ha^{-1}$ ). Hal ini berarti *T. diversifolia* mempunyai nilai tambah dibandingkan pupuk anorganik, karena selain memberikan bobot segar tongkol yang lebih tinggi, juga memberikan residu terhadap ameliorasi kesuburan tanah. Kelebihan *T. diversifolia* dibandingkan pupuk anorganik disebabkan karena selain mempunyai kandungan hara yang tinggi seperti N, P, juga mengandung asam-asam organik seperti asam sitrat, oksalat, humat, fumat, sehingga mampu melepaskan P yang terjerap di tanah dan memperbaiki pH tanah, dan bahan ameliorasi lainnya yang tidak dimiliki pupuk

anorganik. Rata-rata bobot segar tongkol yang dihasilkan dari perlakuan *T. diversifolia* adalah 0,22 kg per tanaman (setara 7,9 ton ha<sup>-1</sup>) dibandingkan *G.sepium* sebesar 0,16 kg per tanaman (setara 5,7 ton ha<sup>-1</sup>). Hal ini karena *T. diversifolia* mampu memberikan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik seperti luas daun, bobot kering total, indeks luas daun, dan laju pertumbuhan pertanaman yang lebih tinggi, sehingga akan memberikan pertumbuhan selanjutnya yang lebih baik sampai fase generatif, dan sebagai akibatnya menghasilkan bobot segar tongkol yang lebih besar.

Menurut Margo Yuwono (2002) *T. diversifolia* paling cepat mengalami mineralisasi dibandingkan dengan pupuk kotoran sapi, *C. muconoides* dan *C. pubescens*, dan mencapai puncaknya pada 4 minggu setelah perlakuan. Dengan demikian penggunaan *T. diversifolia* sebagai pupuk organik sangat potensial, karena memenuhi kriteria tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *T. diversifolia* memberikan hasil yang tertinggi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

Daun *Tithonia* kering mengandung N 3,5-4,0%, P 0,35-0,38%, K 3,5-4,1%, Ca 0,59%, dan Mg 0,27%. Tanaman jagung yang dipupuk *Tithonia* setara 60 kg N/ha menghasilkan jagung pipilan kering 4 ton/ ha, sedangkan bila dipupuk urea 60 kg N/ha hasilnya hanya 3,7 t/ha. Bahan organik dari *Tithonia* juga dapat mensubstitusi pupuk KCl. *Tithonia* dapat menghasilkan bahan kering 1,75-2,0 kg/m<sup>2</sup>/tahun. Kadar N total pangkasan *Tithonia* berkisar antara 2,9-3,9% atau rata-rata 3,16% sehingga dapat menghasilkan N 65 g/m<sup>2</sup>/tahun. Hijauan *Tithonia* berpotensi sebagai sumber hara, mengandung 3,5% N, 0,37% P, dan 4,10% K sehingga dapat digunakan sebagai sumber N, P, dan K bagi tanaman. Dari hijauan *Tithonia* 1 kg bobot kering/ m<sup>2</sup>/tahun, yang setara dengan 10 ton bobot kering/ha/tahun, dapat diperoleh sekitar 350 kg N, 40 kg P, 400 kg K, 60 kg Ca, dan 30 kg Mg/ha/tahun. Jika ditanam sebagai tanaman pagar, *Tithonia* dapat menghasilkan 27 kg bobot kering per panen dari tiga kali panen selama 1 tahun, dan dari luas area sepertiga hektar dapat menghasilkan 90 kg N, 10 kg P, dan 100 kg K. Di Kenya, pertanaman *Tithonia* 0,3-0,4 ha dapat menghasilkan bahan organik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan 1 ha lahan pertanian. Pemberian pupuk kandang 20 t/ha dan kompos *Tithonia* 3 t/ha dapat memenuhi kebutuhan

hara sayuran yang dibudidayakan secara organik. *Tithonia* mengandung hara N, P, dan K yang cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai sumber hara N, P, dan K bagi tanaman (Anonymous, 2010<sup>b</sup>). biomassa *T. diversifolia* juga mampu meningkatkan aktifitas biologi yang ditunjukkan oleh mikroorganisme P, yaitu sebesar 4-3 mg/kg dibandingkan hasil masukan pupuk P anorganik (TSP) yaitu sebesar 1,8 mg/kg pada dua minggu setelah perlakuan serta sangat efektif untuk mengurangi fiksasi P oleh Fe dan Al Oksida didalam tanah (George,2001). Seluruh biomassa *T. diversifolia* dapat diberikan langsung pada saat dua minggu setelah tanam (Gachego et al., 1999).

Menurut Wiwik Hartatik (2007) Daun *Tithonia* kering mengandung N 3,5-4,0%, P 0,35-0,38%, K 3,5- 4,1%, Ca 0,59%, dan Mg 0,27%. Tanaman jagung yang dipupuk *Tithonia* setara 60 kg N/ha menghasilkan jagung pipilan kering 4 t/ha, sedangkan bila dipupuk urea 60 kg N/ha hasilnya hanya 3,7 t/ha. Bahan organik dari *Tithonia* juga dapat mensubstitusi pupuk KCl. Dan *Tithonia* dapat menghasilkan bahan kering 1,75-2,0 kg/m<sup>2</sup>/tahun. Kadar N total pangkasan *Tithonia* berkisar antara 2,9-3,9% atau rata-rata 3,16% sehingga dapat menghasilkan N 65 g/m<sup>2</sup>/tahun.

Menurut Gusmini, Nurhajati Hakim, Eti Farda Husin (2003) pemberian *tithonia* sebagai sumber hara N dan K untuk mensubstitusi NK- pupuk buatan dapat memperbaiki sifat kimia tanah. Pemberian *tithonia* segar sebanyak 1100 g/10 kg tanah, selain sebagai sumber 5 g N dan 4,5 g K juga dapat meningkatkan P-tersedia (8,1 ppm), C-Organik (0,79 %), Ca (0,99 cmol.kg<sup>-1</sup>), Mg (0,40 cmol.kg<sup>-1</sup>) dan menurunkan Al-dd (0,75 cmol.kg<sup>-1</sup>). Kombinasi 68 % NK dari *tithonia* dan 32 % NK dari pupuk buatan adalah kombinasi yang terbaik untuk memperoleh pertumbuhan dan hasil rimpang jahe tertinggi pada Ultisol, yaitu sebanyak 365,72 g/pot (15 ton/ha) untuk panen 4 bulan dan sebesar 669,35 g/pot (27 ton/ha) untuk panen 6 bulan.

Jama *et al.* (2000) mengumumkan bahwa rata-rata kandungan air pada biomassa *T. diversifolia* selama musim kering maupun musim hujan adalah 85%. Tingginya konsentrasi N dan cepat terdekomposisi biomassa *T. diversifolia* dari pada penyerapan N tanaman menyebabkan kurang efektif biomassa *T. diversifolia* sebagai sumber N. *Recovery* 25% biomassa *T. diversifolia* dapat meningkatkan

46% hasil biji jagung pada tanaman pertama, sedangkan *recovery* 79% biomassa *T. diversifolia* dapat meningkatkan hasil biji jagung sampai 103% pada tiga kali penanaman jagung secara berturut-turut. *Recovery* N sendiri didefinisikan sebagai banyaknya persentase N-mineral yang diserap oleh tanaman dari total N mineral yang ada saat aplikasi sampai saat panen tanaman.

### 2.6.2 *Crotalaria juncea*

Penggunaan bahan organik sebenarnya ini bukan barang baru lagi, namun karena sudah banyak ditinggalkan oleh petani maka bahan organik ini terabaikan. Misalnya pada tahun tujuh puluhan, merupakan suatu keharusan pihak pabrik tembakau di Klaten, menanam *Crotalaria juncea* (orok-orok) pada setiap habis panen tembakau, bertujuan untuk mengembalikan dan memperbaiki kesuburan tanahnya. Setelah tembakau dipanen, ditanam orok-orok, setelah besar maka tanaman orok-orok ini dirobokkan dan dicampur dengan tanah saat pengolahan tanah (pembajakan) yang kemudian digenangi. Tetapi pada masa sekarang keharusan tersebut sukar dipenuhi baik oleh pihak pabrik maupun petani. Petani merasa keberatan bila sawahnya ditanami legum (orok-orok), karena dianggap tidak produktif, selama penanaman orok-orok (sekitar 1 bulan). Tanaman *Crotalaria juncea* di samping hasil biomasanya tinggi juga mempunyai kandungan N tinggi pula (3,01 % N).

*Crotalaria juncea* mempunyai sifat tumbuh cepat, berdaun lebat (banyak menghasilkan bahan organik) dan tahan pangkasan (Setyamidjaja, 1986). Mengandung 34,6% protein, 80% selulosa, 35,8% karbohidrat (Duke, 1983). Jenis leguminosae semusim ini mampu memproduksi biomassa hingga 5000 kg ha<sup>-1</sup> dan 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Tanaman ini dapat digunakan sebagai bahan organik karena kemampuannya memproduksi biomassa dan nitrogen dalam jumlah yang besar dalam waktu singkat. Bahan organik segar yang mengandung nitrogen dalam bentuk protein, apabila ditanamkan ke dalam tanah maka bahan organik tersebut akan mengalami proses dekomposisi (Sarief, 1986).

Residu *C. juncea* L. mengandung 60 – 90% air dan sisanya bahan kering yang terdiri atas karbon, oksigen, hidrogen dan unsur – unsur inorganik (abu). Unsur – unsur C, H dan O mendominasi bahan organik tanah, sedangkan lainnya ialah S, P, N, Ca, Mg dan unsur – unsur mikro, walaupun jumlahnya sedikit dalam

bahan organik tanah. (Anonymous, 2005). Sebagai bahan organik *C. juncea* L. berpengaruh terhadap sifat – sifat tanah antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, sumber hara N, P, K dan unsur mikro, meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air dan unsur hara, meningkatkan KTK tanah, serta sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Selain itu, pupuk organik tidak menimbulkan polusi lingkungan.

Bahan organik segar yang mengandung N dalam bentuk protein, apabila ditanamkan ke dalam tanah maka bahan organik tersebut akan mengalami proses dekomposisi ( Sarief, 1986 ). Waktu yang dibutuhkan agar terjadi dekomposisi adalah 2 – 3 minggu sebelum tanaman utama ditanam. Pada saat dekomposisi, bahan organik menyerap N dari tanah untuk mempercepat dekomposisi, oleh karena itu tanaman utama ditanam 2 – 3 minggu setelah pembedaan agar tidak mengalami persaingan dengan bahan organik.

Sedangkan hasil penelitian biomassa daun paitan dapat memenuhi N tanaman. Tajuk dan akar memiliki kualitas yang berbeda berdasarkan komposisi kimia masing-masing. Pada tajuk kandungan C organik dan P total memiliki kualitas yang lebih baik dari akar (Sriyanti, 2004). Hasil penelitian lain menyatakan bahwa hasil panen tanaman sawi yang diberi perlakuan paitan 2 kali pemberian memberikan hasil yang lebih tinggi (34 ton/ ha) dibanding perlakuan lainnya.

Dalam rangka pergiliran tanaman, *C. juncea* L. diaplikasikan dengan cara ditanam dan ditanamkan ke dalam tanah. Aplikasi *C. juncea* L. dengan pembedaan lebih efektif dibandingkan dengan cara dimulsikan, karena dapat mengurangi terjadinya evaporasi pada bahan organik itu sendiri. Selain itu dengan pembedaan, tidak dikhawatirkan terjadinya kehilangan oleh aliran permukaan tanah. Pembedaan bahan organik yang segar ialah lebih baik daripada pembedaan bahan organik yang dicabut beberapa hari sebelum waktunya ditanamkan. *C. juncea* L. yang ditanamkan dalam keadaan layu dapat memberikan tambahan hasil gabah  $9,6 \text{ kw ha}^{-1}$  dan *C. juncea* L. yang ditanamkan dalam keadaan segar (waktu pembedaannya minimal 2 minggu sebelum tanam padi) dapat memberi tambahan hasil  $13,8 \text{ kw ha}^{-1}$ . Penggunaan bahan organik meningkatkan hasil padi 78% pada tanah yang kesuburannya rendah dan 22%

pada tanah dengan kesuburan yang tinggi (Siregar, 1981). Umur *C. juncea* L. yang digunakan sebagai bahan organik juga mempengaruhi kandungan N, pada waktu masih muda kandungan N-nya masih sangat sedikit, dan ketika umurnya semakin bertambah kandungan N-nya juga semakin meningkat dan akhirnya menurun kembali ketika mendekati masa berbunga. Umur *C. juncea* L. juga mempengaruhi biomassa yang dihasilkan hal ini berarti ketika umurnya masih muda *C. juncea* L. menghasilkan biomassa yang lebih sedikit dibandingkan ketika sudah tua dan mendekati masa berbunga. *C. juncea* L. ialah tumbuhan yang mampu memproduksi biomassa dan nitrogen dalam jumlah yang besar dalam waktu singkat. Kandungan nitrogen tertinggi ( 4% ) tumbuhan ini terjadi pada awal pembungaan ( pembentukan kuncup bunga ) dan menurun saat pembentukan biji, karena N dialokasikan untuk produksi benih. Kontribusi nitrogen daun dan bunga *C. juncea* L. dapat mencapai 50% dari N total tanaman, sedangkan kontribusi nitrogen akar *C. juncea* L. sebesar 6 % dari N total tanaman Cheer *et al.* (2006 dalam Treadwell dan Alligood, 2009 ). Berikut ini ialah tabel yang menunjukkan konsentrasi N pada masing – masing organ tumbuhan *C. juncea* L.

Tabel 1. Konsentrasi Nitrogen *C. juncea* L. Cheer *et al.* ( 2004 dalam Treadwell dan Alligood, 2009 )

HST	Konsentrasi N ( g kg <sup>-1</sup> bobot kering <i>C. juncea</i> L. )				
	Daun	Batang	Akar	Bunga	Total
2001					
14	21.1	12.0	8.5	---	16.2
28	21.8	8.2	7.2	---	14.9
42	21.3	6.2	6.1	---	12.1
56	21.8	5.3	4.9	27.3	10.3
70	21.7	5.0	4.7	24.1	10.0
84	20.1	5.2	4.6	29.0	10.1
2002					
14	37.7	15.3	23.2	---	30.4
28	39.0	14.7	14.7	---	27.6
42	40.3	12.0	10.0	---	22.4
56	34.3	9.0	6.6	---	16.9
70	32.9	6.0	5.4	40.2	13.1
84	31.8	6.0	4.0	42.7	12.5
98	31.3	5.7	6.1	21.1	11.7

HST = Hari Setelah Tumbuh

Hasil penelitian Raihan *et al.* (2001) menyatakan bahwa bahan organik dari jenis *C. juncea* L. menghasilkan tinggi tanaman jagung yang tertinggi dibanding bahan organik lain. Hal ini dikarenakan *C. juncea* L. banyak

mengandung air, sehingga kelembaban tanah menjadi lebih tinggi dan menyebabkan penyerapan hara oleh tanaman menjadi lebih mudah. Penelitian di India melaporkan bahwa pemberian 21,2 ton ha<sup>-1</sup> *C. juncea* L. bernilai sama dengan N: 98,5 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 29 kg, dan K<sub>2</sub>O: 82 kg serta dapat meningkatkan hasil tanaman jagung sekitar 25% (Hakim *et al.*, 1989).

Pemberian bahan organik *C. juncea* L. sebanyak 5 ton ha<sup>-1</sup> dianggap cukup untuk menggantikan 30-45 kg N ha<sup>-1</sup> pada tingkat N yang rendah, sedangkan pemberian 20-40 ton ha<sup>-1</sup> *C. juncea* L. pada tanaman tebu di Pintung Taiwan dapat menghemat N sebesar 39-63 kg ha<sup>-1</sup> pada tahun pertama, 61-86 kg ha<sup>-1</sup> N pada tahun kedua. (Sarief 1986). *C. juncea* L. sebagai bahan organik dapat meningkatkan hasil jagung 15-50 % dan untuk padi mampu meningkatkan hasil 17-40 % diatas pertanaman tanpa pupuk (Taslim, 1988).

Penelitian di Florida Selatan menyatakan bahwa *C. juncea* L. yang dipanen pada umur 120 hst, kemudian ditanam sebelum tanam tomat, memiliki kandungan N tertinggi dibandingkan tanaman yang lain, yaitu 305 – 393 kg ha<sup>-1</sup> Wang *et al.* ( 2005 dalam Treadwell dan Alligood, 2009 ). Sedangkan di pusat Florida, *C. juncea* L. yang ditanam sebagai tanaman penutup tanah sebelum tanam jagung manis mengakumulasi N sebesar 161 – 189 kg ha<sup>-1</sup> Cheer *et al.* (2006 dalam Treadwell dan Alligood, 2009 ).

