

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Ultisol

Tanah Ultisol sering diidentikkan dengan tanah yang tidak subur, tetapi sesungguhnya bisa dimanfaatkan untuk lahan pertanian potensial, asalkan dilakukan pengelolaan yang memperhatikan kendala yang ada. Beberapa kendala yang umum pada tanah Ultisol adalah kemasaman tanah yang tinggi, pH rata-rata < 4,50, kejenuhan Al tinggi, miskin hara makro terutama P, K, Ca dan Mg, serta kandungan bahan organik yang rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Tanah Ultisol umumnya mempunyai nilai kejenuhan basa < 35%, karena batas ini merupakan salah satu syarat untuk klasifikasi tanah Ultisol menurut *Soil Taxonomy*. Beberapa jenis tanah Ultisol mempunyai KTK < 16 cmol kg<sup>-1</sup> liat, yaitu Ultisol yang mempunyai Horizon Kandik. Reaksi tanah Ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH 5-3,10), kecuali tanah Ultisol dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam (pH 6,80-6,50). KTK pada tanah Ultisol 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>). Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa

tanah Ultisol dari bahan volkan, tufa berkapur, dan batu gamping mempunyai KTK yang tinggi (Prasetyo dkk., 2005).

## **2.2 Biochar**

*Biochar* merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan arang berpori yang terbuat dari sampah organik yang ditambahkan ke tanah. *Biochar* dihasilkan melalui proses pirolisis biomasa. Pirolisis ini dilakukan dengan memaparkan biomasa pada temperatur tinggi tanpa adanya oksigen. Proses ini menghasilkan dua jenis bahan bakar (*sygas* atau gas sintetis dan *bio-oil* atau minyak nabati) dan arang (yang kemudian disebut *biochar*) sebagai produk sampingan (Nabihaty, 2010). *Biochar* memiliki karakteristik karena permukaan yang besar, volume besar, pori-pori mikro, kerapatan isi, pori-pori makro, serta kapasitas mengikat air yang tinggi. Karakteristik tersebut menyebabkan *biochar* mampu memasok karbon. *Biochar* juga dapat mengurangi CO<sub>2</sub> dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah (Liang dkk., 2008).

Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan *biochar* antara lain adalah dapat memperbaiki struktur tanah, memperbaiki luas permukaan koloid, sehingga dapat menahan air dan tanah dari erosi, dan mengikat N, Ca, K, Mg (Nabihaty, 2010). Semua bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah nyata dapat meningkatkan resistensi berbagai unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Namun, *biochar* lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lain seperti sampah dedaunan, kompos atau pupuk kandang (Gani, 2009).

Bahan baku yang umum digunakan dalam pembuatan *biochar* adalah residu biomasa pertanian atau kehutanan, termasuk potongan kayu, tempurung kelapa, tandan kelapa sawit, tongkol jagung, sekam padi, kulit buah kacang-kacangan, kulit-kulit kayu, sisa-sisa usaha perkayuan, serta bahan organik daur-ulang lainnya. Bila limbah tersebut mengalami pembakaran dalam keadaan tanpa oksigen akan dihasilkan 3 substansi, yaitu: metana dan hidrogen yang dapat dijadikan bahan bakar, bio-oil yang dapat diperbaharui, dan arang hayati (*biochar*). Pada kondisi produksi terkontrol, karbon biomasa diikat dalam *biochar* dengan hasil samping berupa bioenergi dan *bioproduct* lainnya. *Biochar* dapat dihasilkan dari sistem pirolisis atau gasifikasi. Kedua sistem produksi tersebut dapat dijalankan melalui unit-unit yang mobil atau menetap. Sistem pirolisis dan gasifikasi skala kecil dapat digunakan di lapang atau industri kecil yang mempunyai kapasitas 50 sampai 1.000 kg hari<sup>-1</sup>. Pada tingkat lokal atau regional, unit-unit pirolisis dan gasifikasi dapat dioperasikan oleh koperasi atau industri yang besar, dan dapat memproses sampai 4.000 kg biomasa jam<sup>-1</sup> (Gani, 2009; 2010).

*Biochar* dibuat dengan memanaskan bahan organik di bawah kondisi oksigen terbatas atau tidak ada (Lehmann, 2007). Jenis bahan organik (atau bahan baku) yang digunakan dan kondisi *biochar* dihasilkan sangat memengaruhi hasil yang relatif berkualitas untuk modifikasi tanah (McClellan dkk., 2007; McLaughlin dkk., 2009). *Biochar* memiliki kapasitas adsorpsi tinggi, KTK tinggi, dan rendahnya tingkat bahan yang mobile (Glaser dkk., 2002; Liang dkk., 2008; McClellan dkk., 2007; McLaughlin dkk., 2009). Produksi *biochar* umumnya melepaskan energi lebih daripada yang digunakan sebagai pembenah tanah

tergantung pada kadar air dari bahan baku (Lehmann, 2007). Beberapa karakteristik kimia dan fisika *biochar* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik kimia dan fisika dari *biochar*.

<i>Biochar</i>	
Total C (g kg <sup>-1</sup> )	823,7
Total N (g kg <sup>-1</sup> )	5,73
pH (H <sub>2</sub> O)	7,00
Bahan volatile (g kg <sup>-1</sup> )	332
kelembaban(%)	19,1
Kadar abu (g kg <sup>-1</sup> )	2,3
Kandungan oksigen (g kg <sup>-1</sup> )	137
P-tersedia (mg kg <sup>-1</sup> )	49,5
Total P (mg kg <sup>-1</sup> )	580
Total S (mg kg <sup>-1</sup> )	290
Total Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	1,31
Total B (mg kg <sup>-1</sup> )	9,35
Total Mo (mg kg <sup>-1</sup> )	1,36
KTK (cmol kg <sup>-1</sup> )	46,9
Susunan bahan <50 µm (g kg <sup>-1</sup> )	540
No Iodine (g kg <sup>-1</sup> )	265,5

Sumber : Rondon dkk. (2007)

### 2.3 Keunggulan *Biochar* bagi Sifat Tanah dan Tanaman

Pemberian *biochar* dapat memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah (Steinbeiss dkk., 2009). *Biochar* yang diberikan ke dalam tanah dapat meningkatkan fiksasi N di dalam tanah (Rondon dkk., 2007). Pencucian N dapat dikurangi secara signifikan dengan pemberian *biochar* ke dalam media tanam (Steiner, 2007), sehingga N tersedia baik bagi tanaman dan tidak mengalami kekurangan. *Biochar* juga dapat meningkatkan KTK tanah, sehingga dapat mengurangi resiko pencucian hara khususnya K dan NH<sub>4</sub>-N. *Biochar* juga dapat menahan P yang tidak bisa diretensi oleh bahan organik biasa (Lehmann, 2007).

Pemberian *biochar* juga meningkatkan kandungan C di dalam tanah, meningkatkan keseimbangan C di dalam tanah, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Graber dkk., 2010). Lamanya *biochar* tersedia di dalam tanah dapat memberikan pengaruh positif terhadap unsur hara yang terkandung di dalam tanah tersebut. Perbaikan sifat-sifat tersebut juga tergantung pada jenis tanah dan kualitas *biochar* yang digunakan (Steinbeiss dkk., 2009). Pemberian *biochar* ke dalam tanah meningkatkan ketersediaan kation utama, P, dan total N yang berpengaruh terhadap produksi tanaman. Tingginya ketersediaan hara bagi tanaman merupakan hasil dari bertambahnya nutrisi secara langsung dari *biochar*, meningkatnya retensi hara, dan perubahan dinamika mikroba tanah. Keuntungan jangka panjangnya bagi ketersediaan hara berhubungan dengan stabilisasi karbon organik yang lebih tinggi seiring dengan pembebasan hara yang lebih lambat dibanding bahan organik yang biasa digunakan (Gani, 2009).

#### **2.4 Tanaman Caisim**

Caisim (*Brassica juncea* L.) merupakan tanaman sayuran dengan iklim subtropis, namun mampu beradaptasi dengan baik pada iklim tropis. Caisim pada umumnya banyak ditanam di dataran rendah, namun dapat pula tumbuh di dataran tinggi. Caisim tergolong tanaman yang toleran terhadap suhu tinggi (panas). Kebutuhan akan caisim semakin lama semakin tinggi seiring dengan peningkatan populasi manusia dan kesadaran terhadap manfaat dalam mengonsumsi caisim bagi kesehatan. Rukmana (1994) menyatakan bahwa caisim mempunyai nilai ekonomi tinggi setelah kubis, kubis bunga, dan brokoli.

Sebagai sayuran, caisim atau dikenal dengan sawi hijau, mengandung berbagai khasiat bagi kesehatan. Kandungan yang terdapat pada caisim adalah protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C. Menurut Margiyanto (2008), manfaat caisim atau sawi bakso sangat baik untuk menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk, penyembuh sakit kepala, bahan pembersih darah, memperbaiki fungsi ginjal, serta memperbaiki dan memperlancar pencernaan. Daun caisim berkhasiat untuk peluruh air seni, akarnya berkhasiat sebagai obat batuk, obat nyeri pada tenggorokan dan peluruh air susu, dan bijinya berkhasiat sebagai obat sakit kepala.

Tanaman caisim dapat tumbuh optimal apabila di tanam di lahan yang memiliki unsur hara makro dan mikro yang cukup tinggi dan kondisi tanah yang gembur. Salah satu unsur hara makro yang sangat dibutuhkan oleh sayuran ini adalah N, karena N merupakan unsur pokok pembentuk protein, asam nukleat, dan klorofil yang berguna dalam proses fotosintesis. Daun tanaman sayuran membutuhkan pupuk dengan unsur N yang cukup tinggi agar sayuran dapat tumbuh dengan baik, lebih renyah, segar dan enak dimakan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Mahanani (2003) pada sayuran daun pak-coy, bahwa penggunaan N pada tanaman pak-coy dapat menambah zat hijau daun yang digunakan untuk pembentukan asam amino dan protein. Tanaman pak-coy yang tidak diberi unsur hara N tanaman tetap kecil dan daun lebih cepat berubah menjadi kuning, karena N yang tersedia tidak cukup untuk membentuk protein dan klorofil sehingga menyebabkan kemampuan tanaman menjadi berkurang dan produksi karbohidratnya berkurang (Nurlenawati dkk., 2012).

*Biochar* yang diberikan ke dalam media tanam caisim dapat meningkatkan adsorpsi N, sehingga pencucian N dapat dikurangi secara signifikan dengan pemberian *biochar*, dan N tersedia baik bagi pertumbuhan tanaman caisim. Selain unsur N, unsur hara makro lainnya dapat tersedia baik di dalam tanah karena *biochar* bukan berfungsi sebagai pupuk melainkan pembenah tanah yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menambahkan sejumlah nutrisi yang berguna bagi tanah. Lehmann (2007) mengatakan bahwa meningkatnya hara pada *biochar* dapat berpengaruh positif pada pembenah organik dalam perbaikan ketersediaan hara tanah yang diperlukan tanaman berupa N, P, K, Ca dan Mg.