

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas penting untuk dijadikan bahan utama pembuatan gula yang sudah menjadi kebutuhan primer dalam rumah tangga, hal ini dikarenakan dalam batangnya terkandung 20% cairan gula. Dalam budidayanya, tanaman tebu membutuhkan unsur hara yang tinggi untuk hasil yang optimum. Ini berarti pada setiap panennya akan terjadi pengurasan hara N, P dan K yang sangat besar dari dalam tanah. Oleh karena itu perlu daya dukung tanah yang baik untuk mendapatkan hasil tebu yang optimum dan tanah yang berkelanjutan (Anonim, 2012).

Daya dukung tanah tersebut berkaitan erat dengan karakteristik tanah yang kurang memadai untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman yakni tanah bersifat porous dan kemantapan agregat tanah lemah (Lolita dan Sukarto, 2007; Suwardji *et al.*, 2007). Salah satu sifat fisik tanah lainnya yang penting adalah stabilitas agregat tanah yang berperan penting mempengaruhi fungsi tanah dalam menyediakan air, udara dan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Tanah dengan kemantapan agregat yang lemah dan miskin bahan organik memiliki kemampuan retensi air dan hara rendah sehingga kondisi fisik seperti ini menyebabkan rendahnya efisiensi pemupukan (Suwardji *et al.*, 2007).

Dari beberapa sifat fisika tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman tersebut, maka peningkatan kualitas fisika tanah dilakukan dengan menjaga keseimbangan masukan hara seperti bahan organik yang berperan penting dalam menentukan kualitas kesuburan tanah dan produktivitas tanaman (Sukartono, 2010). Oleh karena itu pupuk organik sebagai salah satu sumber bahan organik telah banyak diaplikasikan untuk mendukung kesuburan tanah, namun kontribusi pupuk organik seperti pupuk kandang dan kompos terhadap ketersediaan hara khususnya karbon dirasa belum optimum. Sumber bahan organik dengan kandungan karbon tinggi dapat ditemukan pada biochar, selain

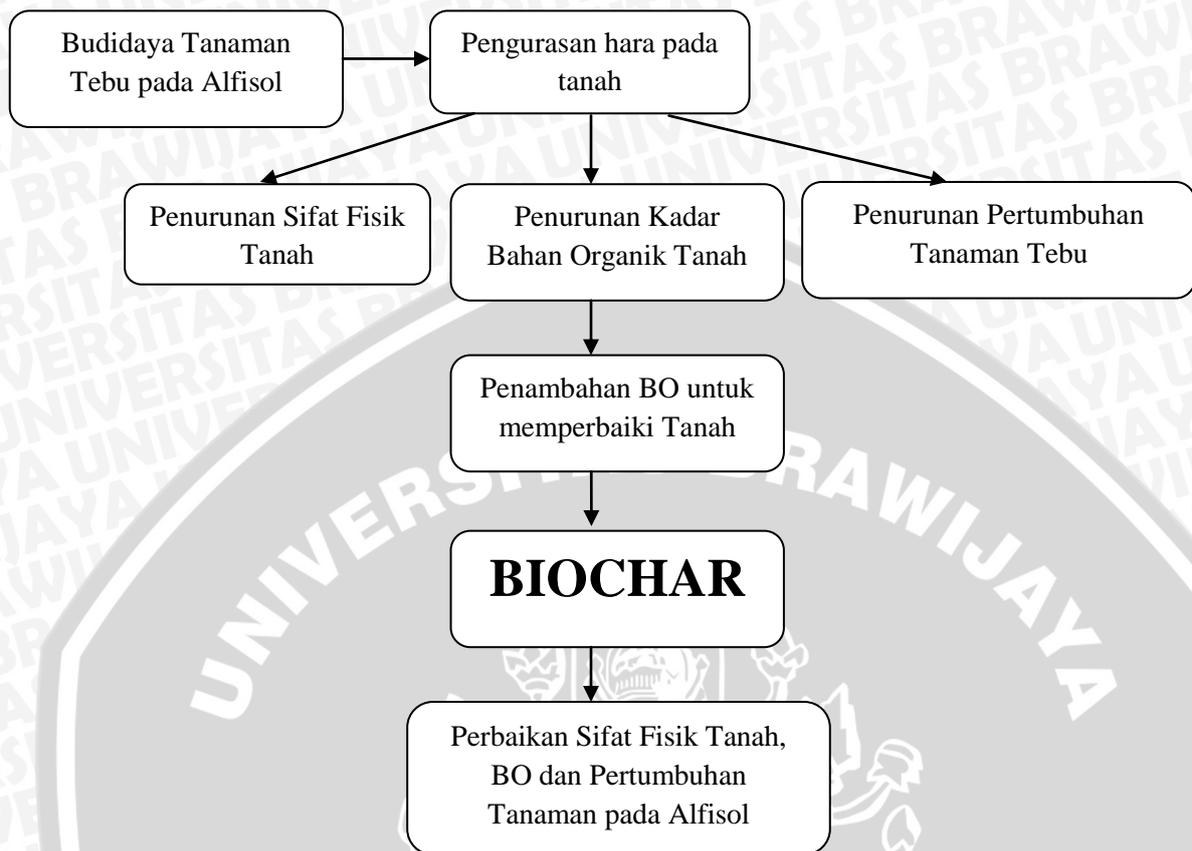
itu bahan biochar dapat diambil dari biomassa limbah tanaman sehingga mudah diaplikasikan dalam jumlah besar, terutama dengan bahan-bahan limbah yang ada disekitar tanaman atau tanaman yang sedang dibudidayakan. Dan biochar ini mampu menyediakan karbon dan masukan hara lebih berkelanjutan, dengan maksud memperpanjang jumlah hara tersedia di dalam tanah.

Dalam kaitan antara produktivitas tanaman tebu di Indonesia dan beberapa permasalahan fisik tanah yang menjadi pembatas pertumbuhan tanaman, maka upaya meningkatkan dan mempertahankan stabilitas bahan organik sebagai salah satu pengelolaan tanah berkelanjutan perlu dilakukan untuk mencapai produktivitas optimum tanaman tebu, khususnya varietas 864 yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Melalui penelitian ini, penyediaan bahan organik bagi tanaman tebu dapat dihasilkan dari limbah tanaman tebu yang diaplikasikan dalam bentuk pupuk biochar yang telah digunakan pada masa tanam sebelumnya sehingga disebut dengan residu.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh residu biochar terhadap perbaikan sifat fisik tanah dan kandungan bahan organik tanah *Typic Hapludalfs* serta pertumbuhan tanaman tebu varietas 864 pada masa vegetatif hingga vegetatif optimal.
2. Membandingkan antara pemanfaatan residu biochar dan residu pupuk organik lain terhadap perbaikan sifat fisik tanah, kandungan karbon organik tanah dan pertumbuhan tanaman tebu varietas 864 pada masa vegetatif hingga vegetatif optimal.



Gambar 1. Diagram Alur Pikir Penelitian

### 1.3 Hipotesis

1. Pemanfaatan residu biochar dapat meningkatkan perbaikan sifat fisik tanah, bahan organik tanah dan pertumbuhan tanaman tebu varietas 864 pada masa vegetatif hingga vegetatif optimal.
2. Residu biochar lebih efektif dalam memperbaiki sifat fisika tanah, kandungan bahan organik tanah dan pertumbuhan tanaman tebu varietas 864 pada masa vegetatif hingga vegetatif optimal.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biochar

#### 2.1.1 Pengertian Biochar



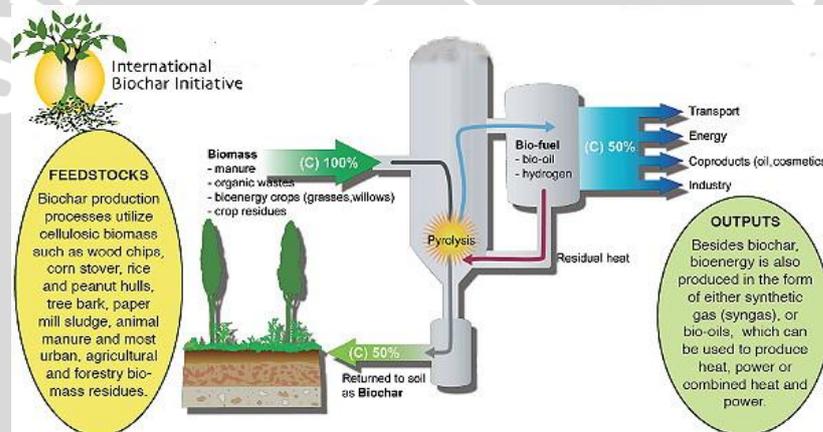
Biochar ialah suatu tipe arang atau bahan yang mengandung karbon tinggi yang dihasilkan dari proses pirolisis yakni pemanasan biomassa organik pada kondisi oksigen terbatas atau bahkan tanpa oksigen (Lehmann, 2007). Biochar adalah terminologi yang relatif baru, tetapi bukan merupakan bahan baru. Tanah di seluruh dunia mengandung biochar yang terendapkan melalui proses alami, seperti kebakaran hutan dan padang rumput (Krull *et al*, 2008). Penggunaan biochar sebenarnya telah dilakukan 2000 tahun lalu (O'Neill *et al*, 2009). Meskipun biochar mirip dengan arang, tetapi berbeda dengan arang tradisional yang umumnya berasal dari kayu yang digunakan untuk bahan bakar. Dibandingkan dengan arang tradisional, biochar lebih banyak mengandung karbon yang sangat stabil. Oleh karena itu, biochar yang ditambahkan ke tanah dapat berperan sebagai pengikat dan dapat menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah pemanasan global melalui penurunan konsentrasi karbon dioksida dalam atmosfer. Selain berperan sebagai pengikat karbon, biochar mempunyai berbagai pengaruh menguntungkan pada sifat tanah, seperti meningkatkan kapasitas menahan air (Karhu *et al*, 2011), memacu KTK, KB, maupun menambahkan unsur hara untuk memperbaiki serapan hara oleh tanaman (Lehmann dan Joseph, 2009).

#### 2.1.2 Proses Pembuatan Biochar

Biochar adalah produk dari destilasi kering (pirolisis) dengan menggunakan bahan baku biomassa organik (Lehmann, 2007). Sumber bahan organik yang menjadi bahan baku pembuatan biochar dapat berasal dari biomassa limbah tanaman (tempurung dan sabut kelapa, sekam

padi, tngkol jagung, jerami, bungkil kacang), serbuk kayu gergaji dan potgan (Demirbas, 2004).

Proses pirolisis dilakukan di dalam tungku yang terbuat dari bata, logam, atau tanah liat. Pirolisis berasal dari bahasa Yunani, yaitu *pyro* yang artinya api dan *lysis* yang artinya dekomposisi. Pirolisis menghasilkan fraksi padat dan fraksi gas yang terkondensasi dan tidak terkondensasi. Fraksi gas yang tidak terkondensasi berupa gas CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> dan *particulate matter* (penyebab gas berwarna hitam). Fraksi gas yang terkondensasi (berupa destilat) terbagi dalam dua fase, yaitu fase berair dan fase minyak. Fase berair disebut sebagai cairan piroglinat dan fase minyak disebut *ter* (tar). Pirolisis adalah satu dari banyak teknologi untuk menghasilkan energi dari biomassa (Gambar 2) (Bridgewater, 2003)



Gambar 2. Proses produksi biochar

Sejarah teknologi pembuatan biochar berkembang mulai dari cara yang paling sederhana dan tradisional sampai dengan teknologi pirolisis modern dengan berbagai modifikasi kondisi pirolisis yang disesuaikan dengan target komponen produk yang diinginkan (Verheijen, *et al.* 2009; Sohi *et al.*, 2000). Sistem modern pembuatan biochar melibatkan industri bioenergi pirolisis dan gasifikasi, pemanasan dari bahan baku biomassa dalam kondisi terkontrol untuk menghasilkan gas sintesis terbakar dan minyak yang dapat dibakar untuk menghasilkan panas, daya, atau kombinasi panas. Modifikasi kondisi pirolisis seperti suhu dan tekanan berpengaruh nyata terhadap variasi proporsi komponen biochar, cairan dan gas (Lehmann, 2007).

Kandungan abu penting untuk sifat fisik biochar. Kandungan abu yang tinggi dapat mengacaukan struktur sehingga menghasilkan biochar yang kurang stabil (Lehmann dan Joseph, 2009). Biochar yang diproduksi pada kondisi suhu rendah (<300-400<sup>0</sup> C) memiliki luas permukaan yang rendah dan hanya sebagian terkarbonisasi, sedangkan suhu yang lebih tinggi (400-600<sup>0</sup> C) meningkatkan porositas (Lehmann dan Joseph, 2009).

### 2.1.3 Biochar Untuk Pertanian

Biochar merupakan substansi arang kayu yang berpori (*porous*), atau sering disebut *charcoal* atau *agrichar*. Karena bahan dasarnya berasal dari makhluk hidup, biochar disebut juga arang hayati. Dalam tanah, biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah, tetapi tidak dapat dikonsumsi mikroba seperti bahan organik lainnya. Dalam jangka panjang, biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, tetapi dapat menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman. Aplikasi biochar ke tanah merupakan pendekatan baru dan unik dalam menampung (*sink*) CO<sub>2</sub> atmosfer dalam jangka panjang pada ekosistem daratan. Setelah melalui proses produksi yang memenuhi persyaratan, biochar mengandung sekitar 50% karbon yang ada dalam bahan dasar. Bahan organik yang terdekomposisi secara biologis biasanya mengandung karbon kurang dari 20% setelah 5-10 tahun. Jika dibakar, bahan organik hanya meninggalkan 3% karbon. Selain menekan emisi dan meningkatkan daya pengikatan gas rumah kaca, aplikasi biochar juga dapat memperbaiki kesuburan tanah sehingga meningkatkan produksi tanaman.

Dua hal penting dari pemanfaatan biochar di bidang pertanian adalah kecenderungannya berikatan dengan unsur hara dan persistensinya yang tinggi. Penelitian menunjukkan, semua jenis bahan organik yang ditambahkan ke tanah dapat meningkatkan fungsi tanah, termasuk retensi beberapa unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Aplikasi biochar jauh lebih efektif meningkatkan retensi hara bagi tanaman dibanding bahan organik lain, seperti kompos atau pupuk kandang. Biochar lebih persisten dalam tanah. Karena itu, semua manfaat yang berhubungan dengan retensi hara dan kesuburan tanah

dapat berjalan lebih lama dibanding bahan organik lainnya. Periode persistensi yang lama di tanah juga menjadikan biochar layak dipilih untuk menekan dampak pemanasan global. Dalam aplikasinya di lapangan, biochar akan lebih besar manfaatnya jika ditanamkan ke tanah dalam upaya mewujudkan pertanian berwawasan lingkungan (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2009).

## 2.2 Alfisols dan Karakteristiknya

### 2.2.1 Sifat Fisika dan Kimia

Dalam sistem Klasifikasi Taksonomi Tanah, tanah mediteran digolongkan dalam order Alfisols. Alfisols merupakan tanah-tanah dengan horizon argilik atau natrik dengan kejenuhan basa lebih kurang dari 35%. Bila kejenuhan basa sangat tinggi, maka makin ke bawah jumlahnya konstan, sedang bila horizon argilik kadarnya tidak tinggi maka jumlahnya harus bertambah makin ke horizon bawah (Santoso, 1992).

Alfisols merupakan tanah mineral yang mengalami perkembangan lanjut, bertekstur liat, kandungan bahan organik rendah, reaksi tanah agak masam sampai alkalis dan kejenuhan basa sedang sampai tinggi. Akibat adanya pengolahan yang intensif memungkinkan terjadinya penurunan bahan organik pada tanah ini. Reaksi berkisar antara agak masam hingga netral, kapasitas tukat kation dan basa-basanya beragam dari rendah hingga tinggi. Bahan organik pada umumnya sedang hingga rendah (Munir, 1996). Alfisols mudah mengalami pemadatan dikarenakan tingginya kandungan liat dan kandungan bahan organik (Risnasari, 2002).

Hasil penelitian tanah Alfisol di Kabupaten Malang memiliki kecenderungan nilai C-organik relatif rendah yaitu 1,38% pada kedalaman 0-20 cm dan 1,29% pada 20-40 cm. Sedangkan untuk hasil analisis KTK menunjukkan bahwa pada kedalaman 0-20 cm berstatus sedang hingga sangat tinggi. Demikian juga pada kedalaman 20-40 cm status KTK berada pada taraf sedang hingga sangat tinggi. Alfisol umumnya merupakan tanah yang cukup subur yang ditunjukkan dengan nilai KTK tanah yang cukup tinggi.

Pengamatan dilakukan pula pada beberapa sifat fisik tanah. Diantaranya, pengamatan warna tanah dengan menggunakan *Munsell Colour Chart* menunjukkan bahwa semua tanah yang diamati berwarna coklat kemerahan hingga merah gelap. Hasil ini sesuai dengan sifat tanah Alfisol yang biasanya identik dengan warna merah. Warna merah terbentuk karena tingginya kadar besi dalam tanah yang mengalami oksidasi. Pada kedalaman 0-20 cm tekstur tanah agak kasar hingga agak licin atau agak halus (liat berpasir, lempung berliat, lempung liat berpasir dan lempung berdebu). Tanah basah dipirit terasa agak kasar hingga licin agak kasar. Pada kedalaman 20-40 cm tekstur tanah agak halus sampai halus (liat berdebu dan liat), agak licin sampai licin dan lekat sekali. Kekuatan tanah pada kedalaman 20-40 cm lebih besar dibandingkan pada kedalaman 0-20 cm. Pengolahan tanah menyebabkan tanah lapisan atas menjadi lebih gembur. Kekuatan tanah di semua lokasi masih wajar, artinya perakaran tanaman masih bisa tumbuh dan berkembang pada kisaran nilai-nilai tersebut. Hal ini didukung oleh adanya akar sampai kedalaman 40 cm.

### 2.2.2 Alfisols untuk Pertanian

Umumnya Alfisols dikelola untuk pertanian lahan kering dan banyak terdapat di Jawa Timur. Luasnya mencapai 29% dari luas lahan dan dominan digunakan untuk budidaya palawija (Prabowo, 1991 dalam Hapsari, 2002). Alfisol Jatikerto digunakan secara intensif untuk lahan pertanian oleh petani setempat, akibatnya terjadi penurunan bahan organik tanah dan pemadatan tanah, hal ini ditunjukkan dengan kandungan bahan organik yang rendah sebesar 1% dan nilai berat isi tanah yang tinggi yaitu  $1,35 \text{ gr cm}^{-3}$  (Raharja, 2005).

Alfisols sebagian besar telah diusahakan untuk pertanian dan termasuk tanah yang subur, meskipun demikian masih dijumpai kendala-kendala yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaannya. Kendala-kendala tersebut antara lain, pada beberapa tempat dijumpai kondisi lahan yang berlereng dan berbatu, horizon B argilik dapat mencegah distribusi akar yang baik pada tanah dengan horizon B bertekstur berat, pengelolaannya yang intensif dapat

menimbulkan penurunan bahan organik pada lapisan tanah atas, kemungkinan fiksasi kalium dan ammonium mungkin terjadi karena adanya mineral illit, kemungkinan terjadi erosi untuk daerah yang berlereng dan kandungan P dan K rendah (Munir, 1996)

## 2.3 Tanaman Tebu

### 2.3.1 Budidaya Tebu

Secara umum produksi tebu di wilayah Kabupaten Malang mengalami penurunan. Dalam kurun waktu enam bulan terakhir produksi tebu mengalami penurunan sebesar 15%. Penurunan tersebut akibat anomali cuaca. Salah satu persoalan lain yang masih dihadapi industri gula nasional, khususnya yang berbasis tebu rakyat selama ini adalah persediaan bibit berkualitas yang relatif kurang memadai. Perbaikan produktivitas tanaman tebu, baik yang berasal dari komponen berat tebu maupun rendemen, sebagian besar ditentukan oleh mutu bibit dan penerapan teknik budidaya mengarah praktek terbaik (*best agricultural practices*) dan manajemen tebang-angkut.

### 2.3.2 Syarat Tumbuh Tanaman Tebu.

Tanaman tebu tumbuh di daerah tropika dan subtropika sampai batas garis isotherm  $20^{\circ}\text{C}$  yaitu antara  $190^{\circ}\text{LU}$ –  $350^{\circ}\text{LS}$ . Kondisi tanah yang baik bagi tanaman tebu adalah tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah, selain itu akar tanaman tebu sangat sensitif terhadap kekurangan udara dalam tanah sehingga pengairan dan drainase harus sangat diperhatikan. Drainase yang baik dengan kedalaman sekitar 1 m memberikan peluang akar tanaman menyerap air dan unsur hara pada lapisan yang lebih dalam sehingga pertumbuhan tanaman pada musim kemarau tidak terganggu. Drainase yang baik dan dalam juga dapat menyalurkan kelebihan air dimusim penghujan sehingga tidak terjadi genangan air yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman karena berkurangnya oksigen dalam tanah. Dilihat dari jenis tanah, tanaman tebu dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah seperti tanah entisol, vertisol, inceptisol dan alfisol dengan ketinggian antara 0–1400 m

diatas permukaan laut. Akan tetapi lahan yang paling sesuai adalah kurang dari 500 m diatas permukaan laut. Sedangkan pada ketinggian  $> 1200$  m di atas permukaan laut pertumbuhan tanaman relatif lambat. Kemiringan lahan sebaiknya kurang dari 8%, meskipun pada kemiringan sampai 10% dapat juga digunakan untuk areal yang dilokalisasi. Kondisi lahan terbaik untuk tebu adalah berlereng panjang, rata dan melandai sampai 2% apabila tanahnya ringan dan sampai 5 % apabila tanahnya lebih berat.

Struktur tanah yang baik untuk pertanaman tebu adalah tanah yang gembur sehingga aerasi udara dan perakaran berkembang sempurna, oleh karena itu upaya pemecahan bongkahan tanah atau agregat tanah menjadi partikel-partikel kecil akan memudahkan akar menerobos. Sedangkan tekstur tanah, yaitu perbandingan partikel-partikel tanah berupa pasir, debu dan liat, yang ideal bagi pertumbuhan tanaman tebu adalah tekstur tanah ringan sampai agak berat dengan kemampuan menahan air cukup dan porositas 30%. Tanaman tebu menghendaki solum tanah minimal 50 cm dengan tidak ada lapisan kedap air dan permukaan air 40 cm. Sehingga pada lahan kering, apabila lapisan tanah atasnya tipis maka pengolahan tanah harus dalam. Demikian pula apabila ditemukan lapisan kedap air, lapisan ini harus dipecah agar sistem aerasi, air tanah dan perakarantanaman berkembang dengan baik.

Pengaruh iklim terhadap pertumbuhan tebu dan rendemen gula sangat besar. Dalam masa pertumbuhan tanaman tebu membutuhkan banyak air, sedangkan saat masak tanaman tebu membutuhkan keadaan kering agar pertumbuhan berhenti. Apabila hujan tetap tinggi maka pertumbuhan akan terus terjadi dan tidak ada kesempatan untuk menjadi masak sehingga rendemen menjadi rendah.

Tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan berkisar antara 1.000–1.300 mm per tahun dengan sekurang-kurangnya 3 bulan kering. Distribusi curah hujan yang ideal untuk pertanaman tebu adalah pada periode pertumbuhan vegetatif diperlukan curah hujan yang tinggi (200 mm per bulan) selama 5-6 bulan. Periode selanjutnya selama 2 bulan dengan curah hujan 125 mm dan 4–5 bulan dengan curah hujan kurang dari 75 mm/bulan yang merupakan periode kering. Periode ini merupakan periode

pertumbuhan generatif dan pemasakan tebu. Ditinjau dari kondisi iklim yang diperlukan, maka wilayah yang dapat ideal diusahakan untuk tebu lahan kering/tegalan berdasarkan Oldeman dan Syarifudin adalah tipe B2, C2, D2 dan E2. Sedangkan untuk tipe iklim B1, C1, D1, dan E1 dengan 2 bulan musim kering, dapat diusahakan untuk tebu dengan syarat tanahnya ringan dan berdrainase bagus. Untuk tipe iklim D3, E3 dan D4 dengan 4 bulan kering, dapat pula diusahakan dengan syarat adanya ketersediaan air irigasi.

Pengaruh suhu pada pertumbuhan dan pembentukan sukrosa pada tebu cukup tinggi. Suhu ideal bagi tanaman tebu berkisar antara 24°C–34°C dengan perbedaan suhu antara siang dan malam tidak lebih dari 10 °C. Pembentukan sukrosa terjadi pada siang hari dan akan berjalan lebih optimal pada suhu 30 °C. Sukrosa yang terbentuk akan ditimbun/disimpan pada batang dimulaidari ruas paling bawah pada malam hari. Proses penyimpanan sukrosa ini paling efektif dan optimal pada suhu 15°C.

Tanaman tebu membutuhkan penyinaran 12-14 jam setiap harinya. Proses asimilasi akan terjadi secara optimal, apabila daun tanaman memperoleh radiasi penyinaran matahari secara penuh sehingga cuaca yang berawan pada siang hari akan mempengaruhi intensitas penyinaran dan berakibat pada menurunnya proses fotosintesa sehingga pertumbuhan terhambat. Kecepatan angin sangat berperan dalam mengatur keseimbangan kelembaban udara dan kadar CO<sub>2</sub> disekitar tajuk yang mempengaruhi proses fotosintesa. Angin dengan kecepatan kurang dari 10 km/jam disiang hari berdampak positif bagi pertumbuhan tebu, sedangkan angin dengan kecepatan melebihi 10 km/jam akan mengganggu pertumbuhan tanaman tebu bahkan tanaman tebu dapat patah dan roboh. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

### 2.3.3 Tebu Varietas PS 864

PS 864 sebelumnya dikenal dengan seri PS 86-10029, merupakan keturunan dari PR 1117 (*polycross*) yang dilepas Menteri Pertanian pada tahun 2004. Perkecambahan varietas ini adalah sangat baik dengan anakan yang serempak, klentekan mudah. Sifat dasar pembungaan adalah sedikit atau sporadis, tetapi akan menjadi lebat apabila ditanam pada lahan-lahan

marginal, terganggu drainasenya dan atau kekurangan pupuk Nitrogen (karena respon terhadap N yang sangat tinggi). Walaupun terjadi pembungaan, karena diikuti munculnya siwil sekitar 3 mata pucuk, maka proses penggabusan akan dihentikan oleh adanya siwilan tersebut. Sehingga walaupun ditebang agak terlambat, PS 864 masih dapat bertahan KDT nya.

Pada lahan-lahan bertekstur ringan sampai berat, PS 864 masih cukup baik pertumbuhannya. Bahkan pada lahan tegalan dimana kondisi kering panjang terjadi, dijumpai keadaan tanaman tinggal 3-5 daun hijau, masih menunjukkan tingkat kelengasan batang yang cukup tinggi. Potensi produksi tebu cukup tinggi dengan rendemen sedikit dibawah PS 851. Tipe kemasakan terdapat kecenderungan pada kelompok tengah lambat. Kadar sabut berkisar 13%. PS 864 menunjukkan tingkat toleransi kekeringan yang lebih tinggi dibandingkan PS 851. Untuk daerah tegalan dengan pola tanam awal penghujan varietas ini akan cocok dikembangkan (Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, 2004).

#### **2.3.4 Pembentukan Rendemen Tebu pada Masa Vegetatif**

Kualitas dan kapasitas klorofil daun tebu dapat dijadikan tolok ukur “keberdayaan“ tanaman tebu dalam menghasilkan gula, dan potensi rendemennya (Soemarno, 2010). Akumulasi sukrosa pada batang tebu dimulai pada internoda yang sedang mengalami proses pemanjangan (*elongation*) sampai pada internoda yang proses pemanjangannya berhenti. Besarnya jumlah sukrosa yang dapat diakumulasi pada batang sangat ditentukan oleh selisih antara proses sintesis dan degradasi sukrosa yang terjadi di daun. Kandungan sukrosa batang tebu sangat ditentukan oleh besarnya perbedaan antara aktivitas SPS dan *acid invertase* (AI). Pada internoda batang tebu yang baru memulai proses pemanjangan mempunyai kandungan sukrosa yang rendah dan aktivitas AI sangat tinggi. Seiring dengan semakin dewasanya internoda, kandungan sukrosa semakin meningkat dan aktivitas AI semakin menurun. Pada tanaman tebu aktivitas invertase merupakan kunci utama pengaturan akumulasi sukrosa pada batang.

Sukrosa pada jaringan non fotosintetik yang sedang aktif tumbuh akan mengalami proses metabolisme yaitu hidrolisis dan resintesis. Kemampuan tanaman tebu untuk mengakumulasi sukrosa di batang lebih banyak ditentukan oleh aktivitas SPS daun dan translokasinya oleh protein *sucrose transporter* (protein SUT), sedangkan peran SPS batang sangat kecil. Sebaliknya aktivitas AI batang secara langsung ikut menentukan besarnya sukrosa yang dapat diakumulasi di batang disamping aktivitas AI di daun (Soemarno, 2010).

### 2.3.5 Limbah Giling Tanaman Tebu

Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu. Pada penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima dihasilkan nira dengan volume yang tidak sama. Setelah proses penggilingan awal yaitu penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah. Untuk mendapatkan nira yang optimal, pada penggilingan ampas hasil gilingan kedua harus ditambahkan susu kapur 3Be yang berfungsi sebagai senyawa yang mampu menyerap nira dari serat ampas tebu, sehingga pada penggilingan ketiga nira masih dapat diserap meskipun volumenya lebih sedikit dari hasil gilingan kedua. Pada penggilingan seterusnya hingga penggilingan kelima ditambahkan susu kapur 3Be dengan volume yang berbeda-beda tergantung sedikit banyaknya nira yang masih dapat dihasilkan.

Rata-rata ampas yang diperoleh dari proses giling 32 % tebu. Dengan produksi tebu di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 21 juta t potensi ampas yang dihasilkan sekitar 6 juta t ampas per tahun. Selama ini hampir di setiap pabrik gula tebu menggunakan ampas sebagai bahan bakar boiler. Tiap berproduksi, pabrik gula selalu menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, cair dan gas. Limbah padat, yaitu: ampas tebu (*bagas*), Abu boiler dan blotong (*filter cake*). Ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang tebu untuk diambil niranya. Limbah ini banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu selain dimanfaatkan sendiri oleh pabrik sebagai bahan bakar pemasakan nira, juga dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai *pulp* campuran

pembuat kertas. Kadangkala masyarakat sekitar pabrik memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar. Ampas tebu ini memiliki aroma yang segar dan mudah dikeringkan sehingga tidak menimbulkan bau busuk. Limbah padat yang kedua berupa blotong, merupakan hasil endapan (limbah pemurnian nira) sebelum dimasak dan dikristalkan menjadi gula pasir. Bentuknya seperti tanah berpasir berwarna hitam, memiliki bau tak sedap jika masih basah. Bila tidak segera kering akan menimbulkan bau busuk yang menyengat. (Mahmudah, 2005).

Kebutuhan energi di pabrik gula dapat dipenuhi oleh sebagian ampas dari gilingan akhir. Sebagai bahan bakar ketel jumlah ampas dari stasiun gilingan adalah sekitar 30 % berat tebu dengan kadar air sekitar 50 %. Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*carbon*) 47 %, H (*Hydrogen*) 6,5 %, O (*Oxygen*) 44 % dan abu (*Ash*) 2,5 %. Menurut rumus Pritzelwitz (Hugot, 1986) tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5 % akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal.

Blotong merupakan limbah padat produk stasiun pemurnian nira, berupa endapan berbentuk padatan semi basah dengan kadar air 50 – 70%, dalam sehari dapat dihasilkan 3,8-4% dari jumlah tebu yang digiling. Blotong yang dihasilkan di angkut dengan truk kemudian ditampung pada lahan berbentuk cekungan di bagian belakang pabrik. Blotg dimanfaatkan sebagai tanah urug dan pengeras jalan. Limbah ini juga sebagian besar diambil petani untuk dipakai sebagai pupuk, sebagian yang lain dibuang di lahan terbuka, dapat menyebabkan polusi udara, pandangan dan bau yang tidak sedap di sekitar lahan tersebut. Abu boiler merupakan sisa pembakaran ampas tebu yang digunakan dalam proses pengolahan tebu. Kebanyakan masyarakat masih memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik (Mahmudah, 2005).

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Jatikerto Kabupaten Malang yang berada pada ketinggian 303 m/dpl. Kegiatan analisis sifat fisika tanah dilaksanakan di Laboratorium Fisika Jurusan Tanah dan analisis karbon organik tanah dilaksanakan di laboratorium kimia jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada minggu kedua bulan Februari sampai dengan Juli 2013.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat	Fungsi
Sabit	Alat perawatan tebu (perontokan daun)
Selang	Untuk pengairan tanaman tebu
Cangkul	Sebagai alat pengelolaan lahan
Timbangan	Untuk menimbang pupuk
Timbangan digital	Untuk menimbang sampel tanah
Oven	Untuk mengeringkan sampel tanah
Ring <i>stainless</i>	Untuk mengambil sampel tanah ring
Labu ukur 100 ml	Sebagai alat percobaan (analisa BJ Tanah)
Gelas ukur 200, 20, 10 ml	Sebagai alat percobaan (analisa C-organik)
Satu set alat titrasi	Sebagai alat titrasi (analisa C-organik)
Botol semprot	Sebagai alat percobaan
Ruang asam	Sebagai tempat untuk melakukan reaksi $H_2SO_4$
Satu set ayakan	Sebagai alat pengayak basah tanah (analisa kemantapan agregat)

Alat	Fungsi
Alat penggerak ayakan	Sebagai penggerak ayakan otomatis (analisa kemantapan agregat)
Kaleng timbang	Untuk menimbang sampel tanah
Pipet	Untuk mengambil larutan (analisa C-organik)
Kamera	Untuk mengambil gambar percobaan
Survey set	Alat deskripsi tanah

### 3.2.2 Bahan

Bahan	Fungsi
Tebu varietas PS 864	Sebagai bahan pengamatan (parameter pertumbuhan tanaman)
Pupuk KCl dosis 200 kg ha <sup>-1</sup>	Perlakuan pemupukan
pupuk TSP dosis 100 kg ha <sup>-1</sup>	Perlakuan pemupukan
pupuk ZA dosis 100 kg ha <sup>-1</sup>	Perlakuan pemupukan
Residu biochar bagas 30 t ha <sup>-1</sup>	Perlakuan pupuk organik
Residu kompos blotg 30 t ha <sup>-1</sup>	Perlakuan pupuk organik
Residu pupuk kandang sapi 30 t ha <sup>-1</sup>	Perlakuan pupuk organik
Residu arang pabrik gula 30 t ha <sup>-1</sup>	Perlakuan pupuk organik
Sampel Tanah Ring (@ pengamatan 18 sampel)	Bahan pengamatan (BI, BJ, porositas total tanah)
Sampel Agregat utuh @ pengamatan 18 sampel	Bahan pengamatan (kemantapan agregat, bahan organik tanah)
Kalium dikromat (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) 20 ml	Melepaskan rantai karbon (analisis C-organik)
Asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) 20 ml	Mengikat rantai karbon (analisis C-organik)
Akuades 200 ml	Menghentikan reaksi (Analisis C-organik)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Mengikat reaksi Fe (Analisis C-organik)
Difenilamina 30 tetes	Indikator perubahan warna (Analisis C-organik)
FeSO <sub>4</sub>	Titration (Analisis C-organik)
Air	Bahan pengamatan (BJ dan kemantapan agregat Tanah)

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini ialah percobaan yang dilakukan pada tanaman tebu kepras varietas PS 864 yang telah mengalami satu kali masa tanam dengan pemanfaatan residu biochar dan pupuk organik lain sebagai perbandingan. Penelitian ini dilakukan dengan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Masing-masing terdiri dari 5 tanaman dan diambil 2 sampel pada masing-masing perlakuan, sehingga total seluruh sampel tanah sebanyak 36 sampel. Perlakuan yang telah diberikan yaitu :

P1 : Kontrol (tanpa diberikan pupuk tambahan)

P2 : Pupuk NPK

P3 : Residu Kompos blotong (dosis 30 t ha<sup>-1</sup>)

P4 : Residu Kandang sapi (dosis 30 t ha<sup>-1</sup>)

P5 : Residu Biochar bagas (dosis 30 t ha<sup>-1</sup>)

P6 : Residu Arang pabrik gula tanpa pirolisis (dosis 30 t ha<sup>-1</sup>)

### 3.4 Metode Pelaksanaan

#### 3.4.1 Penanaman dan Pengeprasan Tebu

Penanaman tanaman tebu ini telah dilakukan pada 16 Januari 2012 dan mengalami masa panen pertama pada 05 Desember 2012, kemudian dilakukan pengeprasan untuk masa pertumbuhan kedua pada awal bulan Desember. Tebu ditanam pada gulud, masing-masing perlakuan terdiri dari 42 tanaman induk kepras. Jarak tanam antar guludan 30 cm dan antar tanaman 20 cm ( Lampiran Gambar 1)

#### 3.4.2 Persiapan Biochar

Pembuatan biochar ini dilaksanakan pada Bulan November 2012 di Laboratorium Universitas Tribuana Tunggaladewi. Biochar terbuat dari limbah tanaman tebu yang di pirolisis selama 3 minggu kemudian menjadi biochar bagas sebagai bahan uji penelitian.

### 3.4.3 Pemupukan

Pemupukan dilaksanakan pada awal tanam dilanjutkan dengan pemberian perlakuan biochar dan pupuk organik lain pada perawatan sebelum tanam yaitu 06 Januari 2013. Pupuk yang diberikan untuk awal tanam ialah TSP dengan dosis 100 kg ha<sup>-1</sup>, ZA 100 kg ha<sup>-1</sup>, dan KCl 200 kg ha<sup>-1</sup>. Kemudian pemupukan kedua dilaksanakan pada 90 HST dengan pemberian pupuk KCl dan ZA dengan dosis yang sama. Sedangkan pupuk organik lain seperti kompos blotg dan arang pabrik gula didapatkan dari Pabrik Gula Kebon Agung Kabupaten Malang dan diberikan pada perlakuan dengan dosis 30 t ha<sup>-1</sup>.

## 3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada lahan tanaman tebu. Lahan ini sebelumnya telah mengalami penanaman tanaman tebu dengan aplikasi biochar dan pupuk organik lain, pada masa kepras tebu kemudian ditumbuhkan kembali dan dilakukan penelitian sifat fisik tanah, bahan organik tanah dan pertumbuhan tanaman tebu kepras dengan residu biochar yang ada.

Komponen pengamatan terdiri dari pengamatan pertumbuhan dan sifat fisik tanah tanaman tebu pada masa vegetatif hingga vegetatif optimal, yaitu 90 hari hingga 220 hari. Pengamatan pertumbuhan tanaman meliputi tinggi batang rata-rata, jumlah anakan dan lingkaran batang rata-rata. Pengamatan sifat fisik tanah meliputi, kelas tekstur, bobot isi, bobot jenis, dan kemantapan agregat. Hal ini disesuaikan dengan fase pertumbuhan tebu yang jatuh pada umur 3-7 bulan, dimana terjadi pembentukan anakan, kanopi dan pertumbuhan puncak (pemanjangan batang) (Wiedenfeld, 2000)

### 3.5.1 Pengamatan Sifat Fisik Tanah

#### 1. Bobot Isi Tanah

Untuk analisis bobot isi (BI) diambil sampel tanah pada masing-masing perlakuan. Metode yang digunakan adalah metode silinder, hal ini dilakukan karena menyesuaikan jenis tanah yang ada di daerah tersebut, selain itu metode silinder juga sangat mudah dan fleksibel untuk digunakan. Perhitungan nilai BI tanah menggunakan rumus;

$$BI = \frac{M_p}{V_p} \text{ (g cm}^{-1}\text{)}$$

Yaitu massa padatan tanah dibagi dengan volume padatan tanah.

## 2. Bobot Jenis Tanah

Analisis Bobot Jenis Tanah dilakukan dengan menggunakan metode labu ukur (piknometer) pada masing-masing sampel untuk mengetahui Bobot Jenis Tanah pada lahan dan pengaruh perlakuan.

## 3. Kemantapan Agregat

Analisis Kemantapan Agregat dilakukan dengan metode ayakan basah. Hasil yang diperoleh akan dihitung menggunakan rumus index DMR sebagai berikut;

$$DMR_x = \frac{x}{BKM_x} \times \text{Rerata DMR}_x$$

$$\text{Index DMR} = 0.876 \times \sum DMR$$

## 4. Porositas Total

Analisis porositas total dilakukan dengan melakukan pengamatan BI dan BJ, dengan menggunakan perhitungan porositas total, maka dapat diketahui jumlah total pori yang menyusun agregat, dengan rumus sebagai berikut,

$$\text{Porositas Total} = 1 - \left( \frac{BI}{BJ} \right) \times 100\%$$

### 3.5.2 Pengamatan Kandungan Bahan Organik Tanah

Jumlah bahan organik tanah akan dihitung melalui kandungan karbon organik (C-organik) dengan metode Walkey & Black. Nilai karbon organik yang dihasilkan akan dihitung menggunakan rumus ;

$$\% \text{ C - Organik} = \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml sampel}) \times 3}{\text{ml blanko} \times 0.5} \times \frac{100 + \%KA}{100}$$

Kemudian hasil karbon organik akan digunakan untuk menghitung kandungan bahan organik tanah dengan rumus;

$$\%BO = \frac{100}{58} \times \% \text{ C - Organik}$$

### 3.5.3. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

#### 1. Tinggi tanaman

Komponen pengamatan pertumbuhan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari permukaan tanah hingga tajuk tertinggi. Pengukuran dilakukan menggunakan meteran.

### 2. Lingkaran batang rata-rata

Komponen pengamatan vegetatif sebelum menginjak masa vegetatif optimal ialah lingkaran batang yang dilakukan dengan mengukur lingkaran batang tanaman sampel menggunakan meteran

### 3. Jumlah anakan

Komponen pengamatan lainnya yaitu jumlah anakan, yaitu dengan melakukan penghitungan terhadap jumlah anakan tebu pada masing-masing tebu sampel.

Tabel 1. Metode Analisis Parameter Sifat Fisik Tanah, Kandungan Karbon Organik dan Pertumbuhan Tanaman Tebu.

Obyek	Macam analisis	Metode	Waktu
Tanah	C-Organik	Walkey & Black	90 hari, 150 hari, 220 hari
	Kemantapan Agregat	Ayakan Basah	90 hari, 120 hari, 150 hari, 180 hari dan 220 hari
	BI	Silinder	
	BJ	Piknometer	
	Porositas Total	$(1-BI/BJ) \times 100\%$	
Tanaman	Tinggi Tanaman	Manual(cm)	90 hari, 120 hari, 150 hari, 180 hari dan 220 hari
	Lingkaran batang Rata-rata	Manual (cm)	
	Jumlah anakan	Manual (cm)	

### 3.6 Analisis Statistika

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Data kuantitatif hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis keragaman taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Untuk membandingkan perbedaan pengaruh masing-masing perlakuan dilakukan dengan uji Duncan.