

Pengaruh Penambahan Pembenh Tanah Dari *Pistia stratiotes* L. dan *Ceratophyllum demersum* L. Pada Tanah Pasir dan Liat Terhadap Kapasitas Lapang dan Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Ahmad Fuad Masduqi*, Munifatul Izzati*, dan Endang Saptiningsih*

**Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Undip*

ABSTRACT

Soil conditioner is materials that added to the soil. Soil conditioner capable to improve soil structure, water holding capacity and infiltration. Therefore the growth of plants will be enhanced. The addition of soil conditioner will increase the field capacity and growth of plant. The aim of this research was to study the effect soil conditioner on the field capacity and growth of green peas that were planted in sandy and clay soil. The soil conditioner was used in this research consisted of two different species of aquatic plants, *Pistia stratiotes* and *Ceratophyllum demersum*. The research was conducted in the laboratory plant physiology department of Biology faculty of Mathematics and Natural sciences Diponegoro University. A factorial experiment was arranged in randomized complete design with three replication. The first factor was soil texture (sandy and clay soil). Second factor was soil conditioner (control, *Pistia* and *Ceratophyllum*). Research result showed that addition of *Pistia* and *Ceratophyllum* conditioner significantly increased field capacity, in sandy and clay soil. Addition of *Pistia* conditioner significantly increased shoot length, number of leaf, fresh and dry weight of green peas in sandy and clay soil. Soil conditioner from *Ceratophyllum* significantly increased shoot length, number of leaf, fresh and dry weight of green peas both in sandy and clay soil.

ABSTRAK

Bahan pembenh tanah (*soil conditioner*) adalah material-material yang ditambahkan kedalam tanah. Pembenh tanah mampu memperbaiki struktur tanah, mengubah kapasitas tanah menahan dan melalukan air, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Penambahan pembenh tanah dapat meningkatkan kapasitas lapang dan pertumbuhan tanaman kacang hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pembenh tanah terhadap kapasitas lapang dan pertumbuhan kacang hijau pada tanah pasir dan liat. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Undip dan rumah kaca Jurusan Biologi FMIPA Undip. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 3 pengulangan. Faktor pertama yaitu tekstur tanah (pasir dan liat). Faktor kedua adalah pembenh tanah (kontrol, *Pistia* dan *Ceratophyllum*). Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan pembenh tanah dari *P.stratiotes* dan *C.demersum* meningkatkan kapasitas lapang pada tanah pasir dan liat. Penambahan pembenh tanah dari *P.stratiotes* dan *C.demersum* juga meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman kacang hijau pada tanah pasir dan liat. Berdasarkan hasil uji DMRT taraf signifikansi 95% penambahan pembenh tanah berpengaruh terhadap kapasitas lapang tanah pasir dan liat, tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman kacang hijau.

Kata kunci: pembenh tanah, *Pistia stratiotes* L., *Ceratophyllum demersum* L., kapasitas lapang, pertumbuhan.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara yang berkembang memiliki jumlah penduduk yang sangat besar. Bertambahnya jumlah

penduduk dari tahun ke tahun menyebabkan peningkatan kepadatan penduduk di Indonesia. Hal itu mengakibatkan terjadinya keterbatasan lahan karena

banyak lahan yang dialihfungsikan menjadi perumahan dan berbagai macam industri. Pengalihfungsian lahan ini menyebabkan lahan pertanian produktif semakin berkurang.

Peningkatan produktifitas lahan pertanian sangat diperlukan untuk dapat mengatasi masalah ketahanan pangan di masa depan. Peningkatan produktifitas pada lahan yang kritis juga diperlukan sebagai penyokong produktifitas pertanian. Lahan kritis merupakan lahan yang telah mengalami kerusakan baik karena curah hujan yang sangat rendah atau tekstur tanah yang buruk sehingga berkurang fungsinya. Fungsi tersebut adalah tata air yang berkaitan dengan fungsi tanah sebagai tempat berjangkarnya akar dan menyimpan air tanah.

Salah satu cara dalam memperbaiki kondisi tanah tersebut dengan menambahkan pembenah tanah. Bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) adalah bahan-bahan alami yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Sutono dan Abdurachman, 1997). Pembenah tanah alami dapat berasal dari tanaman, banyak tanaman yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah khususnya tanaman air. Menurut Pratama (2011), tumbuhan akuatik memiliki daya retensi air yang tinggi sehingga berpengaruh terhadap penahanan air di

dalam tanah. Pembenah tanah dapat memperbaiki struktur tanah, sehingga air akan dapat tertahan lebih lama di dalam tanah. Pembenah tanah akan menghalangi evaporasi pada tanah, sehingga tanaman tidak akan banyak kehilangan air, serta mempengaruhi kapasitas lapang dan pertumbuhan tanaman (Hickman and Whitney, 1990). Kapasitas lapang (*field capacity*) adalah keadaan tanah yang cukup lembab yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya tarik gravitasi (Yanwar, 2003).

Berdasarkan uraian diatas, dengan penambahan *soil conditioner* dari tumbuhan akuatik khususnya *Pistia stratiotes* dan *Ceratophyllum demersum* diharapkan dapat meningkatkan kapasitas lapang dan pertumbuhan tanaman, untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Undip dan Rumah kaca Jurusan Biologi FMIPA Undip pada bulan Mei 2011 sampai Juli 2011. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pot tanaman, cawan petri, oven, neraca ohaus, label, *cup*. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah tepung *Pistia stratiotes* dan

Ceratophyllum demersum, biji kacang hijau varietas parkit, tanah liat dan tanah pasir.

Penelitian ini disusun dengan rancangan acak lengkap pola faktorial. Faktor pertama yaitu tekstur tanah (pasir dan liat), faktor kedua yaitu pembenh tanah (kontrol, *Pistia* dan *Ceratophyllum*).

Tanaman akuatik *Pistia stratiotes* dan *Ceratophyllum demersum* yang telah diambil dari perairan Rawa Pening dikeringkan selama kurang lebih 2 minggu dengan proses penjemuran langsung dibawah sinar matahari. kemudian digiling dengan menggunakan mesin untuk dijadikan tepung. Komposisi media tanam berupa tanah liat dan tanah pasir saja sebagai kontrol, tanah liat dan pasir dengan *soil conditioner* dari *Pistia* serta tanah liat dan pasir dengan *soil conditioner* dari *Ceratophyllum* dengan perbandingan 3:1 (25 % *soil conditioner*, 75% tanah) .

Perhitungan kapasitas lapang tanah (media perlakuan) dengan diambil masing masing sebanyak 50 ml. Sampel tanah dituangkan kedalam cawan petri dan diberi label. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C, hingga mencapai berat

konstan. Setelah beratnya konstan, ditimbang berat kering dari setiap sampel tanah. Sampel tanah yang telah kering dituangkan kedalam wadah plastik. Wadah plastik tersebut dijenuhi dengan air, dengan cara menambahkan air hingga melebihi / diatas permukaan sampel tanah. Setelah satu jam, air dikeluarkan dengan jalan membuat lubang di dasar wadah plastik. Penetesan air dilakukan selama 24 jam. Setelah 24 jam, ditimbang berat masing masing sampel tanah (Bashour and Sayegh, 2007).

Penambahan berat dicatat dan dihitung kapasitas lapang, sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas lapang (\%)} = \frac{\text{berat basah tanah} - \text{berat kering tanah}}{\text{berat kering tanah}} \times 100\%$$

Pot kecil berdiameter 16 cm diisi dengan tanah dan *soil conditioner* berdasarkan perlakuan uji. Masing masing sampel tanah dalam pot ditanami biji kacang hijau varietas parkit sebanyak 3 biji. Pertumbuhan tanaman kacang hijau diukur pada usia 21 hari yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman.

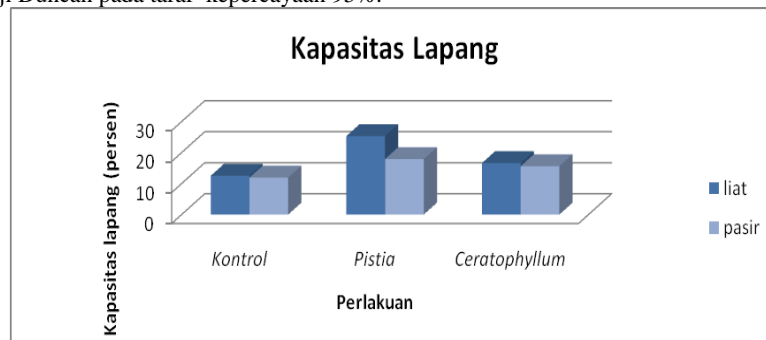
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas Lapang

Tabel 1. Rerata Kapasitas Lapang (persen) pada Tanah Pasir dan Liat Dengan Penambahan Pembenh Tanah.

Jenis tanah	Pembenh tanah		
	P1 (Kontrol)	P2 (<i>Pistia</i>)	P3 (<i>Ceratophyllum</i>)
T1 (liat)	12.5	25.3	16.6
T2 (pasir)	11.9	17.9	15.6

*Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



Gambar 1. Histogram Kapasitas Lapang Setelah Penambahan Pembenh Tanah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pembenh tanah baik menggunakan *Pistia stratiotes* maupun *Ceratophyllum demersum* dapat meningkatkan kapasitas lapang baik pada tanah pasir maupun liat. Berdasarkan hasil penghitungan kapasitas lapang, penambahan pembenh tanah pada tanah pasir dan liat menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Kapasitas lapang pada tanah pasir meningkat setelah penambahan pembenh tanah karena pembenh tanah mampu memperbaiki struktur tanah dengan perbaikan kemampuan menahan air. Hal ini sesuai dengan Arsyad (2000), dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa

pembenh tanah organik memiliki daya serap air yang tinggi, meningkatkan porositas tanah karena mampu memperbaiki agregasi dan struktur tanah. Tanah pasir bertekstur kasar, memiliki ruang pori halus lebih sedikit, sehingga kemampuan menahan air lebih sedikit. Pembenh tanah baik dari *P. stratiotes* dan *C. demersum* memiliki hidrogel, dimana hidrogel tersebut mampu mengikat air dan menahan air lebih lama sehingga kemampuan menahan air pada tanah pasir ini meningkat dengan adanya pembenh tanah. Sinulingga (2008), dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin banyak pembenh tanah yang diberikan

pada tanah pasir, maka semakin banyak air yang dapat ditahan oleh tanah pasir.

Kapasitas lapang pada tanah liat meningkat setelah penambahan pembenh tanah karena pembenh tanah baik dari *P. stratiotes* maupun *C. demersum* mampu memperbaiki struktur tanah khususnya aerasi pada tanah liat. Indriani dkk (1997), dalam penelitiannya menyatakan bahwa pembenh tanah mampu memperbaiki sifat fisik tanah khususnya porositas tanah.

Pembenh tanah dari *P. stratiotes* mempunyai pengaruh lebih baik dibandingkan dengan *C. demersum* karena kandungan serat dari *P. stratiotes* lebih

tinggi yaitu 21,9% dibandingkan *C. demersum* yang mempunyai kandungan serat 20,7%. Serat tersebut merupakan serat struktural yang merupakan penyusun dari dinding sel tumbuhan. Serat ini merupakan polisakarida kompleks dengan struktur kimia yang hidrofilik. Serat inilah yang nantinya akan berikatan dengan molekul air sehingga air dapat tertahan lama di dalam tanah. Selain itu, kandungan dalam tanaman *P. stratiotes* lebih baik dibandingkan dengan *C. demersum*.

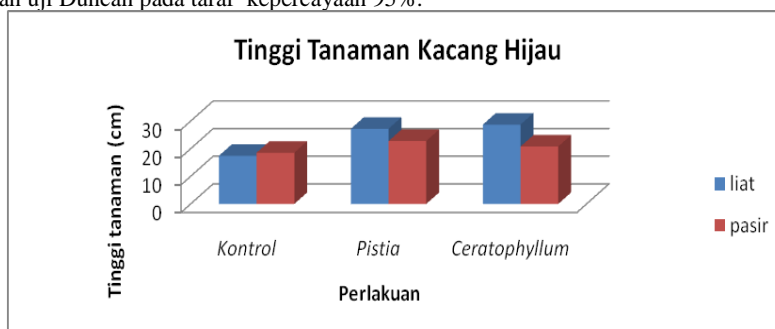
Pertumbuhan Tanaman

Tinggi Tanaman

Tabel 2. Rerata Tinggi Tanaman Kacang Hijau (cm) pada Usia Budidaya 3 Minggu

Jenis tanah	Pembenh tanah			Rata-rata
	P ₁ (Kontrol)	P ₂ (<i>Pistia</i>)	P ₃ (<i>Ceratophyllum</i>)	
T ₁ (liat)	17.44 ⁿ	27.22 ^{mn}	28.72 ^m	24.46 ^x
T ₂ (pasir)	18.56 ⁿ	22.78 ⁿ	20.78 ⁿ	20.71 ^y
Rata-rata	18 ^b	25 ^a	24.75 ^a	

*Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



Gambar 2. Histogram Tinggi Tanaman Kacang Hijau Usia 3 Minggu Pada Kontrol dan Dengan Pembenh Tanah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pembenah tanah baik menggunakan *Pistia stratiotes* maupun *Ceratophyllum demersum* dapat meningkatkan tinggi tanaman kacang hijau baik pada tanah pasir maupun liat. Berdasarkan hasil penghitungan pertumbuhan tinggi tanaman, penambahan pembenah tanah pada tanah pasir dan liat menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Hasil analisis pada tabel 2. menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah dengan pembenah tanah dari *P. stratiotes* maupun *C. demersum*, juga berpengaruh terhadap tinggi tanaman kacang hijau. Wiroatmodjo dan zulkifli (1988), dalam penelitiannya menyatakan bahwa pembenah tanah mampu memperbaiki sifat fisik tanah sehingga memacu pertumbuhan akar sekaligus dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, dan berat kering tanaman total sebesar 8,38 %. Pembenah tanah akan memperbaiki tanah karena membentuk pori-pori (ruang terbuka) antar agregat. Pada pori-pori antar agregat tanah terdapat udara, yang merupakan sumber penting oksigen untuk pernapasan akar, juga pori-pori antar agregat dapat memegang air. Struktur tanah yang baik menyebabkan pergerakan dari udara dan air melalui tanah, membantu perkembangan sistem perakaran yang baik.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pembenah tanah meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang hijau. Hal ini disebabkan karena pembenah tanah dapat meningkatkan kapasitas lapang. Kapasitas lapang yang lebih tinggi menunjukkan ketersediaan air yang lebih banyak. Kecukupan air ini menyebabkan proses fisiologis seperti pembelahan dan pembesaran sel dan lain sebagainya akan berjalan dengan baik. Dalam penelitiannya Mapegau (2006), menyatakan bahwa pertumbuhan dan hasil kultivar kedelai menurun dengan menurunnya Kadar Air Tanah Tersedia. Hal ini sesuai dengan pernyataan Leiwakabessy (1988), menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman berbanding lurus dengan jumlah air yang tersedia, sampai batas tertentu. Besarnya air yang diserap oleh akar sangat tergantung pada kandungan air tanah. Menurut Jumin (1989), bahwa defisit air langsung mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman yang ditentukan oleh tegangan turgor. Hilangnya turgiditas dapat menghentikan pertumbuhan sel (penggandaan dan pembesaran) sehingga pertumbuhan terhambat.

Harjadi (1993), menyatakan bahwa pada perpanjangan sel, terjadi pembesaran sel-sel baru tersebut. Proses ini membutuhkan air yang banyak, gula dan hormon-hormon tertentu yang memungkinkan dinding sel merentang. Air

yang terkandung di dalam tanah akan diserap oleh akar dan menjadi signal yang mempengaruhi hormon auksin dalam tubuh tanaman. Dwidjoseputro (1986), mengatakan bahwa auksin berpengaruh

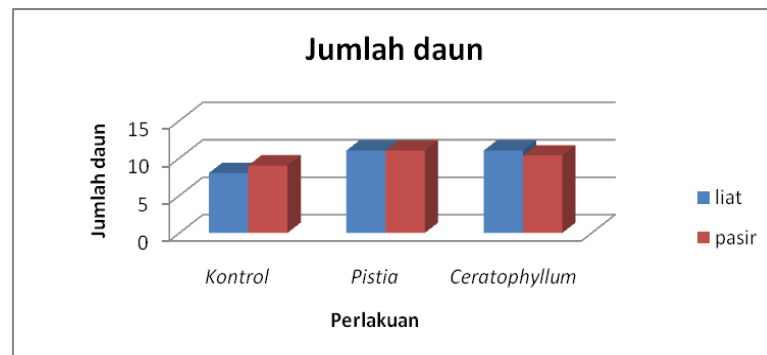
terhadap pemanjangan sel, pertumbuhan akar, perkembangan tunas, kegiatan sel-sel meristem, pembentukan bunga dan buah serta mampu mencegah gugurnya daun dan buah.

Jumlah Daun Tanaman

Tabel 3. Rerata Jumlah Daun Tanaman Kacang Hijau pada Usia Budidaya 3 Minggu

Jenis tanah	Pembenh tanah		
	P1 (Kontrol)	P2 (<i>Pistia</i>)	P3 (<i>Ceratophyllum</i>)
T1 (liat)	8	11	11
T2 (pasir)	9	11	10.33

*Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



Gambar 3. Histogram Jumlah Daun Kacang Hijau Usia 3 Minggu Pada Kontrol dan Dengan Pembenh Tanah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pembenh tanah baik menggunakan *Pistia stratiotes* maupun *Ceratophyllum demersum* dapat meningkatkan jumlah daun tanaman kacang hijau baik pada tanah pasir maupun liat. Berdasarkan hasil penghitungan jumlah daun tanaman, penambahan pembenh tanah pada tanah pasir dan liat menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Pembenh tanah meningkatkan jumlah daun tanaman kacang hijau. Hal ini disebabkan karena pembenh tanah dapat meningkatkan kapasitas lapang. Kapasitas lapang yang lebih tinggi menunjukkan ketersediaan air yang lebih banyak. kecukupan air ini menyebabkan proses fisiologis dan metabolisme pada tanaman akan berjalan dengan baik. Air merupakan salah satu faktor dari proses fotosintesis. Jika air yang dibutuhkan tercukupi maka

daun akan melakukan proses fotosintesis sehingga mengakibatkan pertumbuhan daun lebih meningkat menyebabkan jumlah daun juga meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wiroatmodjo dan zulkifli (1988), dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa kebutuhan air yang cukup menyebabkan pembukaan stomata dan meningkatkan fotosintesis dan respirasi menurun, hal ini mengakibatkan pertumbuhan daun juga meningkat.

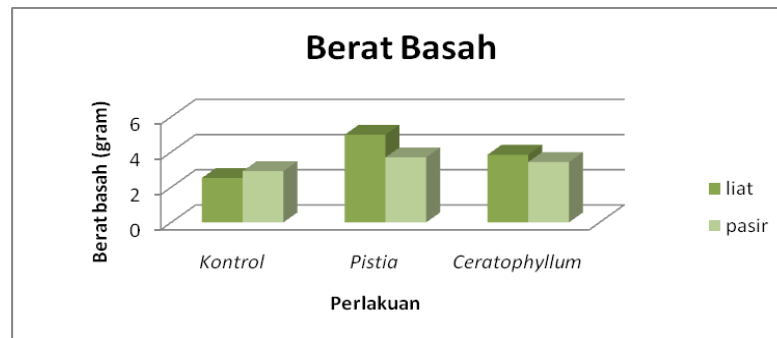
Menurut Jumin (1989), dengan persediaan air yang melimpah tidak mengalami kesulitan dalam mendapatkan air, bahkan dalam keadaan air yang berlebihan dalam tubuh tanaman, air tersebut akan lebih banyak ditransportasikan untuk menjaga turgor yang berlebihan, yaitu dengan membentuk daun dalam jumlah banyak.

Berat Basah Tanaman

Tabel 4. Rerata Berat Basah Tanaman Kacang Hijau (gram) pada Tanah Pasir dan Liat Dengan Penambahan Pembena Tanah.

Jenis tanah	Pembena tanah		
	P1 (Kontrol)	P2 (<i>Pistia</i>)	P1 (<i>Ceratophyllum</i>)
T1 (liat)	2.52	4.98	3.84
T2 (pasir)	2.91	3.69	3.43

*Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



Gambar 4. Histogram Berat Basah Tanaman Kacang Hijau

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pembena tanah baik menggunakan *Pistia stratiotes* maupun *Ceratophyllum demersum* dapat meningkatkan berat basah tanaman kacang hijau baik pada tanah pasir maupun liat.

Berdasarkan hasil penghitungan berat basah tanaman kacang hijau, penambahan pembena tanah pada tanah pasir dan liat menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Berat basah tanaman kacang hijau lebih baik pada tanah dengan pembena

tanah karena pembenh tanah meningkatkan kapasitas lapang. Kapasitas lapang yang lebih tinggi menunjukkan ketersediaan air yang lebih banyak. Kecukupan air ini menyebabkan proses fisiologis dan metabolisme pada tanaman berjalan dengan baik. Kebutuhan air yang tercukupi menyebabkan kelangsungan hidup tanaman juga baik.

Berat basah tanaman merupakan berat tanaman pada saat tanaman setelah dipanen dan langsung ditimbang, sebelum tanaman menjadi layu akibat kehilangan air (Lakitan, 1996). Berat basah dapat ditentukan tanpa merusak tanaman dan nilainya dapat bervariasi tergantung kadar

air dalam tanaman. Berat basah dipengaruhi oleh kandungan air pada sel-sel tanaman yang kadarnya dipengaruhi oleh lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara (Sitompul dan Guritno, 1995).

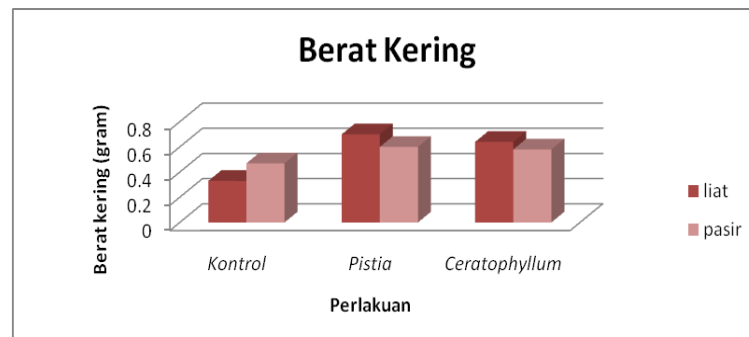
Menurut Salisbury & Ross (1995), Jumlah daun yang disertai penampakan daun yang berwarna hijau menandakan adanya kandungan klorofil yang dapat menghasilkan fotosintat untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang pada akhirnya mempengaruhi berat basah tanaman. Peningkatan biomasa tanaman dipengaruhi oleh banyaknya absorpsi air dan penimbunan hasil fotosintesis.

Berat Kering Tanaman

Tabel 5. Rerata Berat Kering Tanaman Kacang Hijau (gram) pada Tanah Pasir dan Liat Dengan Penambahan Pembenh Tanah.

Jenis tanah	Pembenh tanah		
	P1 (Kontrol)	P2 (<i>Pistia</i>)	P3 (<i>Ceratophyllum</i>)
T1 (liat)	0.33	0.7	0.64
T2 (pasir)	0.47	0.6	0.58

*Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



Gambar 5. Histogram Berat Kering Tanaman Kacang Hijau

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pembenah tanah baik menggunakan *Pistia stratiotes* maupun *Ceratophyllum demersum* dapat meningkatkan berat kering tanaman kacang hijau baik pada tanah pasir maupun liat. Berdasarkan hasil penghitungan berat kering tanaman kacang hijau, penambahan pembenah tanah pada tanah pasir dan liat menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Berat kering pada tanah pasir dan liat dengan pembenah tanah baik dari *P. stratiotes* maupun *C. demersum* memiliki berat kering lebih baik dibandingkan dengan kontrol atau tanah tanpa pembenah. Rajiman dkk (2008), dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan pembenah tanah meningkatkan berat segar, berat kering, berat kering oven dan diameter umbi bawang merah dibandingkan kontrol. Hal ini didukung juga oleh penelitian Indriani dkk (1997), yang menyatakan bahwa pembenah tanah meningkatkan berat kering total tanaman maupun hasil tanaman kedelai sebesar 2%.

Berat kering tanaman merupakan berat dari tanaman setelah dikeringkan sampai kandungan airnya hilang sehingga yang tersisa hanya hasil proses fotosintesis yang tersimpan pada tanaman. Menurut Kozlowsky (1991), bahwa secara umum perbedaan biomasa dipengaruhi oleh besarnya produk fotosintesis yang dihasilkan. Dengan ketersediaan air yang lebih besar

menghasilkan pertumbuhan lebih besar dan berat kering lebih besar.

KESIMPULAN

Pembenah tanah berpengaruh terhadap kapasitas lapang dan pertumbuhan tanaman kacang hijau meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman. Pembena dari *Pistia stratiotes* secara statistika lebih baik pengaruhnya dibandingkan dengan *Ceratophyllum demersum*. Pembena tanah *P. stratiotes* dapat meningkatkan kapasitas lapang pada tanah sebesar 21,6 %, dan pertumbuhan tanaman kacang hijau meningkat sebesar 47,61 %. Sedangkan *C. demersum* dapat meningkatkan kapasitas lapang pada tanah sebesar 16,1 %, dan pertumbuhan tanaman kacang hijau meningkat sebesar 37,34 %. Pembena tanah *P. stratiotes* lebih baik diberikan pada tanah liat dibandingkan tanah pasir.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad. 2000. *Penggunaan Pembena Tanah Guna Peningkatan Produksi Tanaman Pangan*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Bashour, I. I. and Antoine H. Sayegh. 2007. *Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions*. American university of Beirut. Lebanon.
- Dwidjoseputro, D. 1986. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta

- Hardjowigeno, S. 1992. *Ilmu Tanah Edisi ketiga*. P.T. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Harjadi, S. S. 1993. *Pengantar Agronomi*. Gramedia. Jakarta.
- Hickman, J. S. and David A. Whitney. 1990. *Soil Conditioners*. Departemen of Agronomy Kansas State University. North Central Regional Extension Publication 295.
- Indriani, L., Sukardi Wisnubroto, M. Drajad. 1997. *Pengaruh Pembenh tanah Terhadap Efisiensi Penggunaan Air tanaman Kedelai (Glycine max L.) Pada Regosol*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Jumin, H. B. 1989. *Ekologi Tanaman, Suatu Pendekatan Fisiologis*. Rajawali Press. Jakarta.
- Kozlowsky, T. T. 1991. *Water Deficit And Plant Growth. vol. VI. Woody Plant Communities*. Academic Press. New York.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Leiwakabessy, F. M., 1988. *Bahan kuliah kesuburan tanah jurusan tanah*. Fakultas pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mapegau. 2006. *Pengaruh Cekaman Air Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merr)*. Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Jambi.
- Pratama, R. 2011. *Kandungan Hara Makronutrien Pada Beberapa Tumbuhan Akuatik dan Potensinya Sebagai Material Pembenh Tanah (Soil conditiner)*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNDIP. Semarang
- Rajiman, Prpto Yudono, Endang Sulistyanyingsih dan Eko Hamdin. 2008. *Pengaruh Pembenh Tanah Terhadap Sifat Fisika Tanah Dan Hasil Bawang Merah Pada Lahan Pasir Pantai Bugel Kabupaten Kulon Progo*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Edisi Keempat. Penerbit ITB. Bandung.
- Sinulingga, M. dan Sri Darmanti. 2008. *Kemampuan Mengikat Air Oleh Tanah Pasir Yang Diperlakukan Dengan Tepung Rumput Laut Gracilaria Verrucosa*. Fakultas MIPA Jurusan Biologi UNDIP. Semarang.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM-Press. Yogyakarta.
- Sutono dan A. Abdurrachman. 1997. *Pemanfaatan Soil Conditioner dalam Upaya Merehabilitasi lahan terdegradasi. hlm. 107-122 dalam Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian*

- Tanah dan Agroklimat : Makalah Review. Cisarua, Bogor, 4-6 Maret 1997. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.*
- Wiroatmodjo, J. dan Zulkifli.1988. *Penggunaan Herbisida Dan Pembenh Tanah (Soil conditioner) pada Budidaya Olah Tanam Minimum Untuk Tanaman Nilam (Pogestemon cablin Benth.). Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.*
- Yanwar, M. J. P. 2003. *Teknik Irigasi Permukaan. Diktat Kuliah. Program Studi Teknik Pendayagunaan Lahan dan Air. Fateta. IPB.*