

APPLICATION OF HYDROTON THAT MADE OF A MIXTURE OF CLAY SOIL  
AND SOLIDS DIGESTATE AS GROWING MEDIA IN HYDROPONIC FARMING

<sup>1</sup>Oktafri

1: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung  
Email: [oktafri\\_rahman@yahoo.com](mailto:oktafri_rahman@yahoo.com)

**Abstract**

The purpose of this study was to examine the use of hydroton, that made of a mixture of clay soil and solids digestate, as growing media in hydroponic farming. The composition of digestate were 0%, 25%, and 50% to weight of clay soil, and size granular (diameter) of hydroton were 2 – 4 mm, 4 – 8 mm, and 8 – 12 mm, that designed in Completely Randomize Factorial Design. Granular of hydroton was burned in a furnace chamber with  $\pm 550$  °C during 2 hours. Wick system of hydroponic was used for examining of lettuce growth.

The result of this study showed that composition of 50% solids digestate with diameter of 8 – 12 mm was achieved the best result for four variables: 1. Bulk density of growing media was  $0.83 \text{ g/cm}^3$ , 2. Water holding capacity was 25.95% (vol/vol), 3. Hardness (maximum pressure) was  $11.63 \text{ N/m}^2$ , and 4. Fresh weight of yield was 34.33 g/plant.

Keywords: hydroton, clay soil, solids digestate, growing media, hydroponic



APLIKASI HIDROTON YANG TERBUAT DARI CAMPURAN TANAH  
BERTEKSTUR LIAT DAN PADATAN DIGESTATE SEBAGAI MEDIA TANAM PADA  
PERTANIAN HIDROPONIK

<sup>1</sup>Oktafri

1: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung  
Email: oktafri\_rahman@yahoo.com

**Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji penggunaan hidroton, yang terbuat dari campuran antara tanah bertekstur liat (tanah untuk membuat bata merah) dan padatan *digestate*, sebagai media tanam dalam pertanian hidroponik. Komposisi padatan *digestate* yang digunakan adalah 0%, 25%, dan 50% dari berat tanah liat (basis massa), sedangkan ukuran granular (diameter) hidrotonnya adalah 2 – 4 mm, 4 – 8, mm, dan 8 – 12 mm, yang didisain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Granular hidroton dibakar dengan menggunakan tanur pada suhu  $\pm 550$  °C selama dua jam. Selanjutnya hidroton diuji sebagai media tanam pada pertanian hidroponik system sumbu (wick system), dengan menggunakan tanaman selada.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa, komposisi padatan *digestate* 50% dengan ukuran hidroton 4 – 8 mm memberikan nilai yang terbaik pada empat variable yang diukur, yaitu: 1. Kerapatan media tanam sebesar 0.83 g/cm<sup>3</sup>, 2. Daya serap air maksimum (water holding capacity) sebesar 25.95% (vol/vol), 3. Kekerasan hidroton sebesar 11.63 N/cm<sup>2</sup>, dan 4. Berat basah brangkasan atas adalah 34.33 g/tanaman.

Keywords: hidroton, tanah liat, *digestate*, media tanam, hidroponik

**1. PENDAHULUAN**

Beberapa tahun belakangan ini, bercocok tanam (berkebun) secara hidroponik sangat digemari, terutama di daerah perkotaan (urban) yang notabene lahan untuk berkebun secara konvensional sudah sangat terbatas. Berkebun secara hidroponik tidak membutuhkan lahan yang luas, dapat dilakukan di halaman rumah, dan menjadi gaya hidup (life style) bagi para peminat (hobbies), sekaligus juga bisa sebagai sumber penghasilan.

Berdasarkan media tanam yang digunakan, system hidroponik dapat dibedakan atas dua macam, yaitu (1) Substrate System (Sistem Substrat) dan (2) Bare Root System. Sistem hidroponik substrat menggunakan media tanam yang bukan tanah, sedangkan *bare root system* tidak menggunakan media tanam.

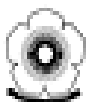


Media tanam hidroponik dipilih yang bersifat porous agar mampu menyimpan dan meneruskan air, memiliki aerasi yang baik, ringan, dan bebas racun. Menurut Lingga (2005), media tanam yang dapat digunakan dalam hidroponik adalah batu apung, pasir, serbuk gergaji dan gambut. Ada juga media tanam yang sengaja dibuat menyerupai kerikil (kerikil sintesis). Salah satu media tanam hidroponik yang dapat dibuat sendiri adalah hidroton. Hidroton dibuat dari tanah liat ataupun campuran antara tanah liat dan bahan organik yang dipanaskan pada suhu tinggi dan dibentuk seperti kerikil.

Bahan organik memiliki nilai *bulk density* (BD) relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan tanah, sehingga apabila diberikan tambahan bahan organik maka BD tanah akan menurun (Islami dan Utomo, 1995). Menurut Hanafiah (2005), dalam suatu volume tertentu, bahan organik mempunyai total pori mikro lebih banyak dibandingkan dengan total pori mikro tanah.

Salah satu bahan organik yang dapat digunakan sebagai pencampur bahan baku hidroton adalah padatan *digestate*. Padatan *digestate* (*slurry*) merupakan lumpur sisa proses pembentukan biogas yang telah terurai, memiliki partikel yang sudah sangat halus dan total pori mikro jauh lebih banyak daripada total pori mikro bahan organik biasa. Hal ini dapat meningkatkan kemampuan media tanah untuk menyerap (menyimpan) air (*water holding capacity*). Komposisi yang tepat antara padatan *digestat* dan tanah liat akan menghasilkan hidroton dengan karakteristik yang bagus (seperti memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi dan tidak mudah hancur).

Aplikasi hidroton pada sistem hidroponik substrat dapat dilakukan dengan beberapa cara/teknik, salah satunya adalah dengan teknik hidroponik sumbu. Sumbu berfungsi sebagai media transport air dan nutrisi dari tampungannya ke dalam media tanam (zona perakaran). Efektifitas hidroton sebagai media tanam pada sistem hidroponik substrat sangat ditentukan oleh komposisi padatan *digestat* yang digunakan dan ukuran granular hidroton.



## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli 2015 di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (RSDAL) Jurusan Teknik Pertanian dan *greenhouse* Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

### Alat dan Bahan

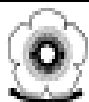
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tampah, ember plastic, timbangan analitik, timbangan digital, tanur, cawan, gelas ukur, ayakan, pot bunga, sumbu, penggaris, TDS, dan pH meter. Bahan yang digunakan adalah tanah liat (bertekstur liat) dan padatan digestate untuk diproses menjadi hidroton, benih selada (*grand rapids*), nutrisi hidroponik (*good plant*), dan air.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua factor perlakuan, dan masing-masing dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah komposisi *digestate* dengan tiga level, yaitu (A1) *digestate* 0%, (A2) *digestate* 25%, dan (A3) *digestate* 50% dari berat tanah liat. Faktor kedua adalah ukuran granular dengan tiga level, yaitu ukuran 2 – 4 mm (B1), ukuran 4 – 8 mm (B2), dan ukuran 8 – 12 mm (B3). Ada sembilan kombinasi perlakuan pada penelitian ini (Tabel 1).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan RAL factorial pembuatan hidroton

Faktor A (Digestate)	Faktor B (Ukuran Hidroton )		
	B1 (2 – 4 mm)	B2 (4 – 8 mm)	B3 (8 – 12 mm)
A1 (0 %)	A1B1	A1B2	A1B3
A2 (25 %)	A2B1	A2B2	A2B2



A3 (50 %)	A3B1	A3B2	A3B3
-----------	------	------	------

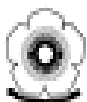
Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah tahap pembuatan hidroton, sedangkan tahap ke dua adalah aplikasi hidroton pada system hidroponik sumbu dengan menggunakan tanaman salada

### Tahap I. Pembuatan hidroton

Pembuatan hidroton dilakukan dengan cara manual. Pertama-tama, tanah liat (bertekstur liat)(tanah yang digunakan untuk membuat batu bata) dikeringkan, dihaluskan, dan diayak untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam, untuk memudahkan proses pencampurannya dengan digestate. Sesuai dengan komposisi yang digunakan, *Digestate* dicampurkan dengan tanah liat yang sudah siap tadi, dan diaduk hingga menghasilkan campuran bahan yang merata. Jika diperlukan, selama proses pencampuran tersebut ditambahkan air sedikit demi sedikit sehingga bahan baku hidroton memenuhi kondisi untuk diproses menjadi granular hidroton. Proses granulasi hidroton dilakukan sesuai dengan ukuran (diameter) hidroton yang akan dibuat. Sebelum dibakar dengan tanur bersuhu  $\pm 550$  °C selama 2 jam, granular hidroton dijemur sampai kondisi kering udara, dan selanjutnya dipisahkan dengan ayakan sesuai dengan ukurannya (2 – 4 mm, 4 – 8 mm, dan 8 – 12 mm). Hidroton yang sudah ditanur diukur sifat fisiknya, meliputi kepadatan (Bulk Density – BD) partikel (granular), kepadatan (BD) media, kekuatan (kekerasan) hidroton, dan daya serap air (water holding capacity) media tanam hidroton. BD partikel (granular) adalah BD untuk satu satuan granular hidroton, sedangkan BD media tanam adalah kerapatan/kepadatan hidroton di dalam suatu media tumbuh (zona perakaran).

### Tahap II

Aplikasi hidroton pada sistem hidroponik diuji dengan menggunakan tanaman selada (*Lactuca sativa L.*) varietas *Grand Rapid*. Media diuji dengan menggunakan sistem sumbu dan nutrisi yang digunakan adalah nutrisi hidroponik *good plant*. Pada uji tanam ada tiga



**Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2015**

*Palembang, Sumatera Selatan, 25-26 Nopember 2015*

pengukuran yaitu pengukuran larutan nutrisi (evapotranspirasi, *Electrical Conductivity* (EC), suhu, dan pH larutan), pengukuran tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat brangkasan segar), dan pengukuran media hidroton (kekerasan dan kadar air).



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hidroton

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi *digestate* berpengaruh nyata terhadap BD partikel (granular), BD media tanam hidroton, kapasitas simpan air (water holding capacity) media tanam hidroton, dan kekerasan hidroton. Table 2 menampilkan data hasil pengukuran BD granular hidroton, BD media tanam hidroton, kapasitas simpan air media tanam hidroton, dan kekerasan hidroton pada semua kombinasi perlakuan.

Tabel 2. Nilai rata-rata sifat fisik hidroton pada semua perlakuan

Variabel	Perlakuan								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
BD Partikel (g/cm <sup>3</sup> )	2,48	2,28	2,27	2,11	1,96	1,78	1,92	1,85	1,65
BD Media (g/cm <sup>3</sup> )	1,01	1,00	0,96	0,93	0,92	0,92	0,91	0,89	0,83
Daya Serap Air (%)	19,8	19,29	19,02	22,43	21,75	21,09	26,12	25,44	25,95
Kekerasan (N/cm <sup>2</sup> )	51,49	20,70	20,89	45,93	22,66	16,65	39,93	19,33	11,63

Semakin tinggi kandungan (persentase) *digestate* maka nilai BD partikel maupun BD media tanam semakin rendah. Berdasarkan Tabel 2, rata-rata BD granular hidroton pada setiap komposisi (persentase) *digestate* adalah sebesar 2,34 g/cm<sup>3</sup>, 1,95 g/cm<sup>3</sup>, dan 1,81 g/cm<sup>3</sup>, berturut-turut untuk A1 (0% *digestate*), A2 (25% *digestate*), dan A3 (50% *digestate*). Dapat disimpulkan bahwa, dengan penambahan 25% *digestate* maka akan mengurangi BD granular hidroton sebesar 16,67% dari BD granular hidroton tanpa campuran *digestate*. Selanjutnya, dengan penambahan 50% *digestate*, BD granular hidroton akan berkurang sebesar 22,65% dari BD granular hidroton tanpa campuran *digestate*. Hal ini sangat bermanfaat bagi pertumbuhan perakaran tanaman, karena ruang kosong mikro (micro void) menjadi lebih banyak sehingga aerasi zona perakaran menjadi lebih baik.

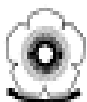
Begitu juga untuk BD media tanam, BD media tanam akan berkurang seiring dengan berkurangnya BD granular hidroton. Rata-rata BD media tanam berturut-turut adalah sebesar



0,99 g/cm<sup>3</sup> (A1), 0,92 g/cm<sup>3</sup> (A2), dan 0,88 g/cm<sup>3</sup> (A3). Terlihat bahwa, rata-rata BD media tanam hidroton adalah lebih kecil dari 1 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini berhubungan dengan susunan granular hidroton di dalam wadah (pot) media tanam, yang membentuk ruang kosong makro (macro void) di antara granular.

Dari Tabel 2 dapat dimaknai juga bahwa, penambahan *digestate* akan meningkatkan kapasitas simpan air (*water holding capacity*) media tanam hidroton. Nilai rata-rata daya simpan air (*water holding capacity*) pada setiap perlakuan A1 (0% *digestate*), A2 (25% *digestate*), dan A3 (50% *digestate*) berturut-turut adalah sebesar 19,40 % , 21,76 % , dan 25,84 % (basis volume). Dengan penambahan 25% *Digestate*, kapasitas simpan air (*water holding capacity*) media tanam hidroton meningkat sebesar 12,34% dari kapasitas simpan air (*water holding capacity*) media tanam hidroton tanpa campuran *digestate*. Selanjutnya, penambahan 50% *digestate* akan meningkatkan kapasitas simpan air (*water holding capacity*) media tanam hidroton sebesar 33,41% dari kapasitas simpan air (*water holding capacity*) media tanam hidroton tanpa campuran *digestate*, hampir tiga kali lipat peningkatannya jika dibandingkan dengan penambahan *digestate* 25%.

Seperti diketahui bahwa, *digestate* merupakan lumpur yang telah terurai selama proses produksi biogas, sehingga karakteristik bahan organiknya sangat berbeda jauh dari karakteristik bahan organik asalnya (kotoran sapi), sehingga pada proses pembakaran hidroton dengan tanur bahan organik *digestate* tidak habis terbakar melainkan masih berupa padatan dengan tekstur yang lebih halus. Tekstur yang halus ini akan meningkatkan total pori mikro hidroton, yang secara langsung akan meningkatkan ruang kosong mikro yang dapat diisi oleh air kapiler, sehingga kapasitas simpan air hidroton juga akan meningkat. Hidroton dengan komposisi *digestate* yang tinggi dapat menghasilkan pori mikro yang lebih banyak. Hanafiah (2005) menyatakan bahwa, bahan organik pada media tanam (tanah) mempunyai pori-pori mikro yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan pori mikro partikel tanah.

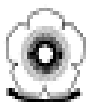


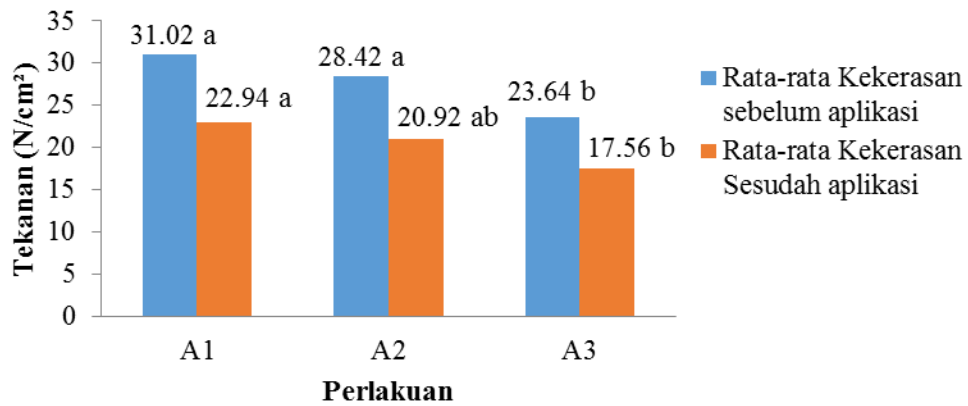


Menurut Lingga (2005), kemampuan mengikat air suatu media dipengaruhi oleh ukuran partikel, bentuk, dan porositasnya. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan sentuhnya, sehingga akan semakin besar kemampuan menahan air.

Penambahan digestate sebagai bahan pencampur secara nyata juga berpengaruh terhadap kekerasan hidroton (kemampuan granular menahan beban/tekanan). Rata-rata kemampuan granular hidroton menahan beban pada setiap komposisi digestate adalah 31,02 N/cm<sup>2</sup>, 28, 42 N/cm<sup>2</sup>, dan 23, 64 N/cm<sup>2</sup>, berturut-turut untuk perlakuan A1 (0% digestate), A2 (25% digestate, dan A3 (50% digestate) (Tabel 2). Dari nilai-nilai tersebut dapat diketahui bahwa, dengan adanya penambahan digestate maka kekerasan granular hidroton akan berkurang, akan tetapi masih kuat terhadap resiko kehancuran. Nilai-nilai di atas mirip dengan hasil penelitian Indrasti dan Elia (2013) bahwa, komposisi tanah liat yang semakin tinggi pada pembuatan media tumbuh anggek dengan menggunakan bahan kompos, menghasilkan media dengan kemampuan menahan tekanan yang semakin tinggi.

Sesudah digunakan sebagai media tanam (satu kali produksi), kekerasan granular hidroton berkurang sebesar  $\pm 26\%$  dari kekerasan granular hidroton sebelum digunakan, pada setiap perlakuan (A1, A2, dan A3), akan tetapi granular tersebut masih utuh (tidak hancur). Gambar 2 menampilkan komparasi nilai-nilai kekerasan granular hidroton sebelum dan sesudah digunakan sebagai media tanam pada sistem hidroponik sumbu dengan menggunakan tanam salada.





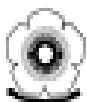
Gambar 1. Grafik nilai kekerasan granular hidroton sebelum dan sesudah aplikasi sebagai media tanam untuk setiap perlakuan (A1, A2, dan A3)

Gambar 2 menunjukkan perbedaan secara visual antara hidroton yang terbuat hanya dari tanah liat dan hidroton yang terbuat dari campuran tanah liat dan digestate.



Gambar 2. Perbedaan secara visual antara granular hidroton yang terbuat dari tanah liat (tanpa digestate) (A) dan granular hidroton yang terbuat dari campuran tanah liat dan digestate (B)

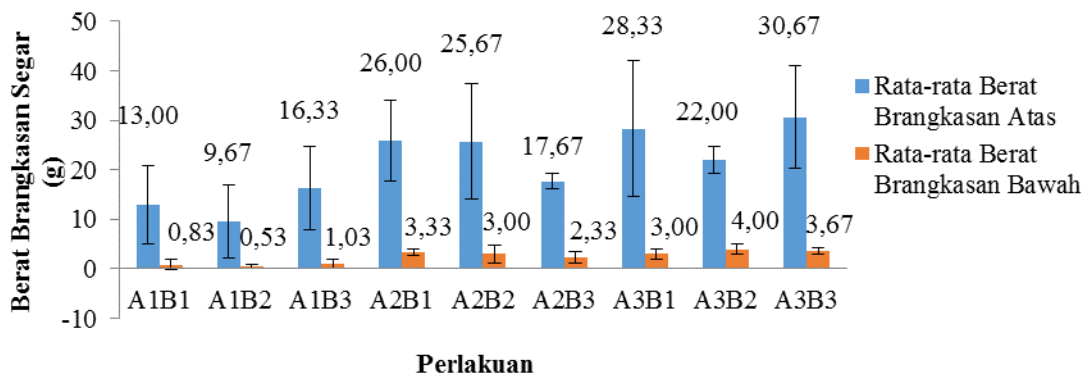
Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa, hidroton yang dibuat dari hanya tanah liat (tanpa penambahan digestate) menghasilkan hidroton yang berwarna merah bata, sedangkan hidroton yang dibuat dari campuran tanah liat dan *digestate* menghasilkan warna yang tidak merata yaitu antara merah bata dan kehitaman. Warna hitam (kehitaman) ini terjadi oleh karena pada saat pembakaran granular hidroton dengan tanur terbentuk asap, karena adanya campuran bahan organik (*digestate*), terutama pada saat awal pembakaran (granular hidroton masih basah).



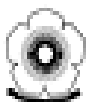
### Uji Penggunaan Hidroton pada Sistem Hidroponik Sumbu Tanaman Salada

Dari Tabel 2 dan Gambar 1 dapat dimaknai bahwa, kekerasan granular hidroton akan mengalami penurunan sebesar  $\pm 26\%$  dari nilai kekerasan granular sebelum digunakan sebagai media tanam, untuk semua perlakuan (A1, A2, dan A3), akan tetapi granular hidroton masih utuh (tidak hancur) dan diperkirakan masih bisa digunakan untuk satu atau dua kali periode tanam lagi. Oleh karena granular hidroton terbuat dari bahan yang bersifat porous dan bisa menyerap air, maka granular tersebut akan mengembang jika dalam keadaan basah dan akan mengkerut jika dalam keadaan kering. Karakteristik dari bahan dasar hidroton tersebutlah yang menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan granular hidroton.

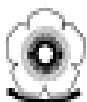
Hasil panen selada adalah berupa berat total dari brangkasan segar, yang sangat tergantung kepada pertumbuhan vegetatif tanaman selada tersebut. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa, komposisi digestate memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat brangkasan tanaman selada (brangkasan atas dan brangkasan bawah), seperti yang terlihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat dimaknai bahwa, rata-rata berat brangkasan atas untuk setiap komposisi digestate adalah 13,00 g/tanaman (A1), 26,67 g/tanaman (A2), dan 27,00 g/tanaman (A3). Sedangkan rata-rata berat brangkasan bawah untuk setiap komposisi digestate adalah 0,80 g/tanaman (A1), 2,89 g/tanaman (A2), dan 3,56 g/tanaman (A3).



Gambar 3. Diagram rata-rata berat brangkasan segar (brangkasan atas dan bawah) tanaman selada pada setiap perlakuan



Dari Gambar 3 juga dapat diketahui bahwa, hasil panen tertinggi ditunjukkan pada perlakuan A3B3 dengan berat brankasan atas sebesar 30,67 g/tanaman, sedangkan berat brankasan segar atas terendah adalah pada perlakuan A1B2, yakni sebesar 9.67 g/tanaman. Jika dihubungkan dengan nilai BD dan kapasitas serap air (water holding capacity) media tanam hidroton pada Tabel 2, maka respon tanaman (hasil) salada terhadap perlakuan A3B3 adalah saling sinergis. BD granular (maupun juga BD media tanam) pada perlakuan A3B3 adalah yang paling rendah tetapi mempunyai kapasitas serap air (water holding capacity) yang paling tinggi, mempunyai arti bahwa, kondisi kelembaban dan aerasi pada zona perakaran sangat menunjang kepada sistem perakaran untuk menyerap air dan nutrisi, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih bagus. Menurut Lingga (2005), media tanam hidroponik yang baik memiliki kemampuan dalam menyimpan dan meneruskan air serta aerasi yang baik. Aerasi yang baik dapat didukung oleh media dengan nilai kerapatan yang rendah, karena memiliki ruang kosong (void) yang lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan aerasi akar.



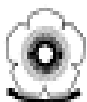
#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### **Kesimpulan**

Berdasarkan berat brangkasan segar tanaman salada dapat disimpulkan bahwa, media tanam hidroton dengan komposisi *digestate* 50% dari berat tanah liat dan ukuran granular 8 – 12 mm, dengan sistem hidroponik sumbu, memberikan hasil yang terbaik.

##### **Saran**

Untuk mengetahui efektifitas penggunaan hidroton sebagai media tanam sistem hidroponik, perlu kiranya dilakukan penelitian dengan teknik yang lain, seperti teknik pasang surut (ebb and flow). Untuk mengetahui daya tahan hidroton (sampai hancur), perlu dilakukan penelitian dengan penanaman berulang.



## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hlm.
- Intara, Y.I., Sapei, A., Erizal, Sembing, N., dan Djoefrie, M.H.B. 2011. Pengaruh Pemberian bahan Organik Pada Liat dan Lempung Berliat terhadap Kemampuan Mengikat Air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol 16 no 2: hlm 130-135.
- Islami, T. dan Utomo, W.H. 1995. Hubungan Tanah Air dan Tanaman. Malang: IKIP Semarang Press. 293 hlm.
- Lingga, P. 2005. Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah. Jakarta: Penebar Swadaya. 80 hlm.
- Mechram, S. 2006. Aplikasi Teknik Irigasi Tetes dan Komposisi Media Tanam pada Selada (*Lactuca sativa*). Jurusan Teknik Pertanian, FP-Universitas Syiah Kuala. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 7 No. 1 (April 2006) 27-36.
- Setiawan, L. 2007. Optimasi Konsentrasi Larutan Hara pada Budidaya Selada (*Lactuca sativa L. Var. Grand Rapid*) dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST). Skripsi. Fakultas Pertanian, IPB.
- Siregar, J. 2015. Pengujian beberapa Nutrisi hidroponik pada Selada (*Lactuca sativa L.*) dengan Tehnologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Termodifikasi. Universitas Lampung, *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 4 No. 1: 65-72
- Vincent E. Rubatzky, dan Mas Yamaguchi. 1998. Sayuran Dunia 2 Prinsip Produksi dan Gizi. Bandung: Penerbit ITB. 292 hal

