

Perbandingan Komposisi Ukuran Serat Batang Aren Dengan Pasir Sebagai Substrat Hidroponik Selada

Comparison Size Arenga Wood Fiber Composition with Sand as a Substrate Hydroponic for Lettuce

Siti Halimah Asyadiyah¹⁾, Dwi Harjoko²⁾, Sumiyati²⁾

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is vegetables with high nutrient content and interest more people, meanwhile producing optimum, yet, therefore, need hydroponic substrate to increase productivity. The orange wood fiber is a waste produced by palm industry manufacturer. The waste of Arenga wood fibers has not used maximum yet, so if it's piled up will be affects the ecosystem in around. We need to utilize the waste of Arenga wood fiber to be a substrate hydroponic. The aim of this research is to know the maximum of Arenga wood fiber composition in several sizes which is combined with the sands. It's for increasing the growth and lettuce yield. The method of this research is completely randomized design with two factorials. They are the Arenga wood fiber composition with sand and size of Arenga wood fiber. The main variable of observation is root length, wide of leaves, and fresh weight of lettuce. The result of observation showed that the Arenga wood fiber composition and the sand composition for cultivation lettuce consist of 25% of Arenga wood fiber and 75% (1:3) of various size of sand. The highest root was 12.6 cm and it produced wide of leaves was 1602.3 cm² and increased the fresh plants until 53.7 g.

Keywords : arenga wood fiber composition, sand, fiber size, lettuce, hydroponic substrate

PENDAHULUAN

Selada merupakan sayuran daun yang memiliki banyak kandungan gizi, seperti serat, vitamin A, dan zat besi. Menurut Nazaruddin (2003) dalam Mas'ud (2009), selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang memiliki prospek dan nilai komersial yang cukup baik. Semakin bertambahnya jumlah penduduk Indonesia serta meningkatnya kesadaran penduduk akan kebutuhan gizi menyebabkan bertambahnya permintaan akan sayuran.

Kondisi lahan pertanian yang semakin berkurang sementara pemenuhan kebutuhan pangan dari hasil pertanian semakin meningkat, untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan sistem pertanian lahan sempit yaitu dengan cara hidroponik. Menurut Tim Karya Tani Mandiri (2010), hidroponik merupakan teknologi bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai medianya, hidroponik substrat menggunakan substrat organik maupun anorganik sebagai media. Penelitian ini substrat organik yang digunakan adalah serat batang aren, sedangkan substrat anorganik yang digunakan adalah pasir merapi.

Serat batang aren merupakan substrat organik yang lama kelamaan akan mengalami dekomposisi dan mudah lapuk, akan tetapi kapasitas menahan airnya baik. Pasir merupakan lahan marjinal yang memiliki produktivitas tanah rendah sebagai akibat

dari struktur tanah lepas, kemampuan memegang air rendah, evaporasi yang tinggi, kesuburan rendah, bahan organik sangat rendah, dan infiltrasi tinggi (Rajiman et al. 2008), akan tetapi aerasinya baik dan tahan terhadap pelapukan. Menurut Domeno et al. (2010) yang menyatakan bahwa substrat serat kayu dengan pasir memberikan pengaruh yang baik terhadap tanaman daripada serat kayu asli. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang mengkombinasikan serat batang aren dengan pasir dapat digunakan sebagai media hidroponik, akan tetapi belum diketahui komposisi yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji apakah perlakuan komposisi serat batang aren dengan pasir dan ukuran serat batang aren sebagai media substrat hidroponik berinteraksi sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman selada. Dan untuk mendapatkan komposisi yang optimal antara serat batang aren pada beberapa ukuran dengan pasir, sehingga didapatkan media hidroponik substrat baru.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan mulai bulan September sampai bulan Nopember 2014 di *Screen House* Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Bahan yang digunakan antara lain: benih selada varietas *Grand Rapid*, pasir vulkanik cuci, serat batang aren, air, larutan nutrisi AB mix dan arang sekam. Alat yang digunakan adalah mesin penggiling serat, tray (tempat pembibitan), bak penanaman, pH meter, EC meter, klorofil meter, timbangan analitik, dan oven.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor yaitu komposisi serat batang aren dengan pasir dengan 5 taraf yaitu 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1 dan ukuran serat batang aren dengan 3 taraf

¹⁾Undergraduate Student of Study Program of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University (UNS) in Surakarta.

²⁾Lecturer Staff of Study Program of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University (UNS) in Surakarta.

Contact Author: asyadiyah234@gmail.com

yaitu ukuran panjang (± 10 cm), sedang (± 4 cm) dan pendek (± 1 cm) sehingga didapatkan 15 kombinasi perlakuan, serta 1 kontrol atau pembanding dengan substrat arang sekam, masing-masing dengan 4 kali ulangan.

Variabel yang diamati antara lain panjang akar, luas daun, kadar klorofil, tinggi tanaman, berat segar tanaman dan rasio akar tajuk. Pengamatan dilaksanakan setiap 1 minggu sekali dan setelah panen. Analisis data menggunakan metode analisis ragam taraf 5% pada program SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) 16, jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

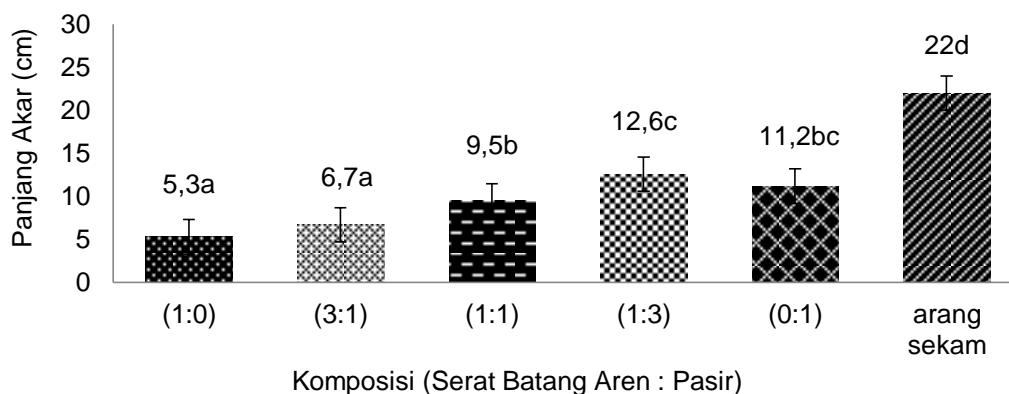
Penelitian dilaksanakan di *Screen House* Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta dengan kondisi iklim yang homogen dengan suhu dan kelembaban pagi hari adalah 29°C dan 50%, siang hari adalah 34°C dan 29%, dan sore hari adalah 30°C dan 40%. Didalam *Screen House* juga terdapat tanaman lain yaitu tomat, cabai dan kailan, akan tetapi tanaman tersebut tidak mempengaruhi pertumbuhan selada. Atap yang digunakan pada pertanaman selada adalah dengan plastik bening sehingga sinar matahari dapat masuk ke dalam *screen house*.

Panjang Akar

Akar merupakan organ penyerap unsur hara dan air dari larutan tanah. Panjang akar merupakan hasil perpan-jangan sel-sel dibagian meristem ujung akar. Semakin panjang akar penyerapan unsur hara dan air semakin optimal. Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa rerata panjang akar tertinggi pada perlakuan yang diberikan adalah komposisi serat batang aren dengan pasir 1:3 sebesar 12,6 cm dan tidak berbeda nyata dengan komposisi 0:1 dan paling rendah pada komposisi 3:1 dan 1:0 masing-masing sebesar 6,7 cm

dan 5,3 cm. Arang sekam sebagai kontrol (pembanding) memiliki rerata panjang akar yang paling tinggi yaitu sebesar 22 cm dibandingkan perlakuan yang diberikan, karena arang sekam mempunyai sifat yang mudah mengikat air, tidak mudah menggumpal, ringan, steril dan mempunyai porositas yang baik (Prihantoro dan Indriani 2003). Pertumbuhan akar sesuai dengan media tanam yang digunakan, semakin media mudah ditembus akar maka pertumbuhan akar akan semakin baik karena akar bersentuhan langsung dengan media.

Menurut Erwan et al. (2013) menyatakan bahwa sabut kelapa memiliki kapasitas memegang air tinggi dan kemampuan basah lebih mudah. Serat batang aren memiliki sifat yang hampir sama dengan sabut kelapa, keadaan media 1:0 dan 3:1 didominasi oleh serat batang aren sehingga media memiliki sifat kapasitas menahan air yang tinggi dan mudah basah menjadikan media tergenang oleh air, selain itu bak yang digunakan tidak dilubangi. Keadaan tergenang tersebut menjadikan pasokan oksigen disekitar perakaran tanaman rendah yang mengakibatkan pertumbuhan akar tidak optimal. Serat sebagai bahan organik mengalami proses dekomposisi saat digunakan sebagai media. Proses dekomposisi membutuhkan energi, energi diambil dari nutrisi yang diberikan pada tanaman, sehingga nutrisi yang seharusnya diserap oleh tanaman diambil mikroorganisme untuk dekomposisi, sehingga asupan nutrisi untuk tanaman tidak tercukupi dan menjadikan pertumbuhan tanaman rendah. Serat memiliki nilai *bulk density* (BD) yang sangat rendah, dimana BD menunjukkan kepadatan suatu media sedangkan pasir memiliki nilai BD yang tinggi sehingga ruang pori yang tersedia rendah. Komposisi 1:3 media pasir 75% dilakukan penambahan serat batang aren 25% maka akan menambah ruang pori pada media yang menjadikan media akan lebih mudah ditembus oleh akar, sehingga pada komposisi 1:3 memiliki pertumbuhan akar yang paling tinggi.



Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan 5

Gambar 1. Pengaruh komposisi serat sebagai media hidroponik terhadap panjang akar

Luas Daun

Parameter luas daun dapat memberi gambaran tentang proses dan laju fotosintesis pada suatu tanaman, dengan luas daun yang tinggi, maka cahaya

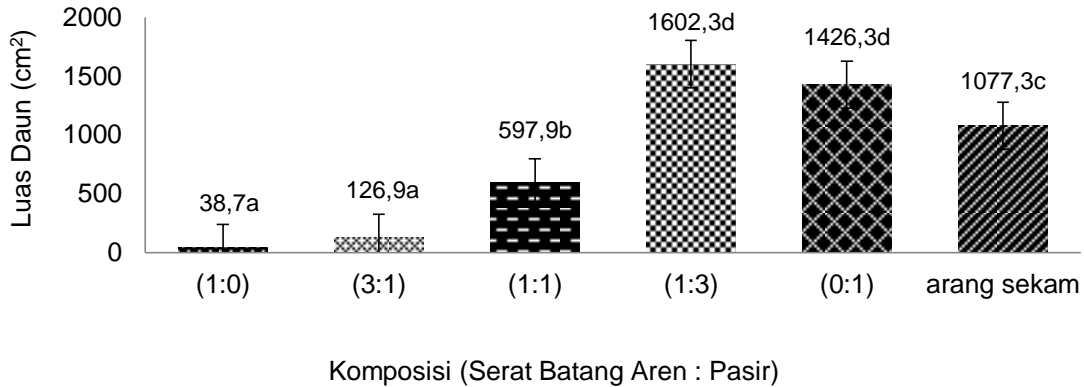
akan lebih mudah diterima oleh daun dengan baik (Kelik 2010). Cahaya merupakan sumber energi yang digunakan untuk melakukan pembentukan fotosintat

yang pada akhirnya berkaitan dengan pem-bentukan biomassa tanaman (Manuhuttu et al. 2014).

Hasil analisis ragam dengan uji Duncan taraf 5% menunjukkan bahwa komposisi serat batang aren dan ukuran serat batang aren memberikan pengaruh yang nyata terhadap luas daun selada.

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa komposisi serat batang aren memberikan pengaruh yang nyata terhadap luas daun selada. Luas daun tertinggi adalah pada komposisi 1:3 yaitu 1602,3 cm² yang tidak berbeda nyata dengan komposisi 0:1 dan terendah pada komposisi 1:0 dan 3:1 dengan hasil

masing-masing 38,7 cm² dan 126,9 cm². Media arang sekam sebagai kontrol menunjukkan hasil yang lebih rendah dari perlakuan 1:3. Ini menunjukkan bahwa pada komposisi 1:3 memberikan pertumbuhan tanaman yang lebih baik, karena mampu meningkatkan luas daun selada. Kombinasi media organik (serat batang aren) dengan media anorganik (pasir) ini memiliki dampak positif terhadap luas daun, karena kedua jenis media tersebut saling melengkapi dalam hal karakteristiknya.



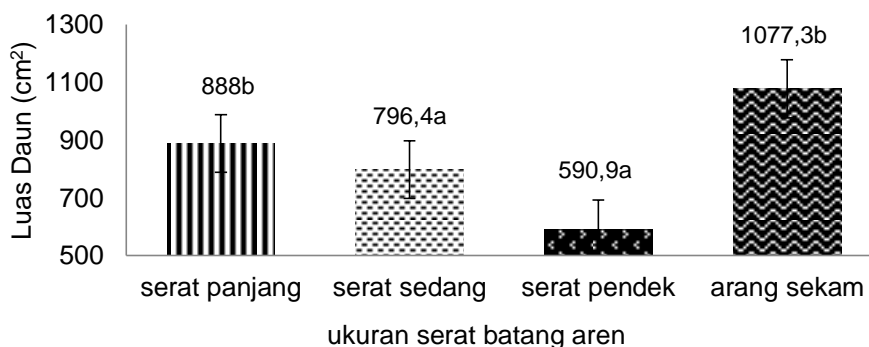
Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan 5%

Gambar 2. Pengaruh komposisi serat sebagai media hidroponik terhadap luas daun

Mencampurkan kedua jenis media tersebut didapatkan komposisi yang optimal untuk pertumbuhan tanaman yaitu pada luas daun dengan komposisi serat batang aren 25% dan pasir 75% (1:3) sehingga pada komposisi ini kapasitas menahan air dan aerasi yang terbentuk adalah paling baik diantara komposisi yang lainnya. Ini diperkuat oleh Olle et al. (2012) yang menyatakan bahwa pencampuran substrat organik dan anorganik untuk media tanam dapat meningkatkan kapasitas menahan air dan aerasi sehingga pertumbuhan tanaman lebih optimal.

Luas daun tertinggi adalah pada serat batang aren ukuran panjang sebesar 888 cm² yang tidak beda nyata dengan arang sekam, kemudian diikuti serat ukuran sedang sebesar 796,4 cm² dan terendah

pada serat ukuran pendek sebesar 590,9 cm². Berdasarkan hasil analisis fisik yang dilakukan ukuran serat panjang, sedang dan pendek memiliki *bulk density* (BD) yang berbeda. BD menunjukkan kepadatan suatu media, hasil BD serat panjang 0,061 g/ml, serat sedang 0,068 g/ml dan serat pendek 0,075 g/ml. Semakin rendah BD maka semakin banyak tersedia pori yaitu pada serat ukuran panjang, dan terbukti serat batang aren ukuran panjang memiliki hasil luas daun paling tinggi dibandingkan serat ukuran sedang dan pendek. Ting-ginya nilai BD menunjukkan semakin padat-nya media sehingga berkaitan dengan tingkat kemudahan akar dalam menembus media, BD yang tinggi maka ruang pori yang tersedia semakin rendah.



Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan 5%

Gambar 3. Pengaruh ukuran serat sebagai media terhadap luas daun

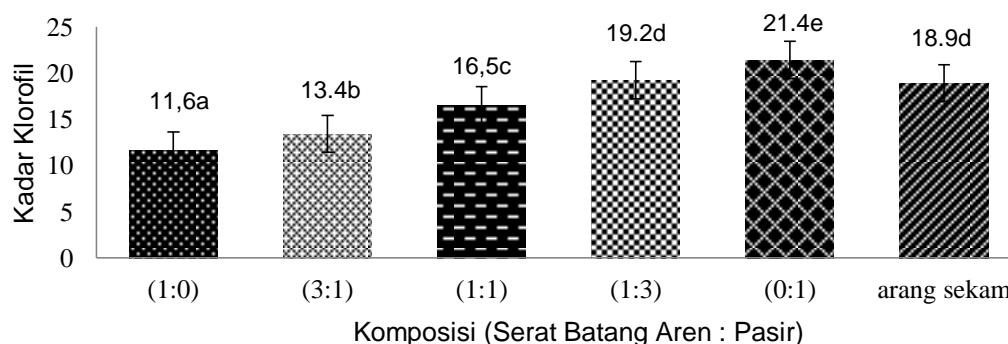
Serat batang aren merupakan substrat organik yang mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme. Serat panjang menunjukkan hasil yang lebih baik dari serat sedang maupun pendek, karena serat pendek memiliki luas permukaan yang lebih besar dibanding serat panjang. Semakin luas permukaan serat maka proses dekomposisi lebih cepat, dalam proses dekomposisi dibutuhkan energi, energi diambil dari nutrisi yang sebenarnya diberikan ke tanaman untuk pertumbuhan, akan tetapi diambil mikroorganisme untuk dekomposisi, sehingga kebutuhan nutrisi tanaman menjadi tidak tersedia sehingga pertumbuhan tanaman terhambat.

Kadar Klorofil

Pengamatan kadar klorofil daun diperlukan untuk mengetahui besar kecilnya laju fotosintesis yang terjadi pada daun. Klorofil berperan sebagai sumber energi untuk mengubah air dan karbondioksida menjadi karbohidrat, oksigen dan energi dalam proses fotosintesis (Sukawati 2010).

Berdasarkan rerata kadar klorofil (gambar 4), dapat dilihat bahwa rerata kadar klorofil tertinggi

adalah pada komposisi serat batang aren dengan pasir 0:1 sebesar 21,4 dan 1:3 sebesar 19,2 yang nilainya tidak berbeda nyata dengan arang sekam (kontrol). Paling rendah komposisi 1:0 dengan nilai 11,6. Arang sekam sebagai kontrol (pembandingan) menunjukkan hasil yang lebih rendah dari perlakuan komposisi 0:1 dan 1:3 yaitu sebesar 18,9. Ini menunjukkan bahwa kualitas daun yang dihasilkan perlakuan lebih tinggi daripada kontrol, serta dalam penangkapan cahaya matahari lebih baik sehingga proses fotosintesis lebih optimal dan kadar klorofil yang dihasilkan lebih tinggi pula. Semakin tinggi kadar klorofil maka terjadinya fotosintesis akan berjalan lebih cepat sehingga fotosintat yang dihasilkan lebih tinggi. Fotosintat digunakan untuk memenuhi kebutuhan tanaman, pertumbuhan, serta sebagai cadangan makanan (Lakitan 2007). Komposisi 0:1 adalah serat batang aren 0% dan pasir 100%, pasir memiliki sifat menyangga tanaman dengan baik dan kebutuhan nutrisi tercukupi sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.



Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan 5%

Gambar 4. Pengaruh komposisi serat sebagai media terhadap kadar klorofil.

Tingginya kadar klorofil memiliki hubungan dengan luas daun, semakin luas daun maka semakin tinggi kadar klorofilnya. Terlihat pada variabel luas daun yang tertinggi adalah komposisi 1:3 dan 0:1, maka kadar klorofil juga ditunjukkan yang tertinggi pada komposisi tersebut.

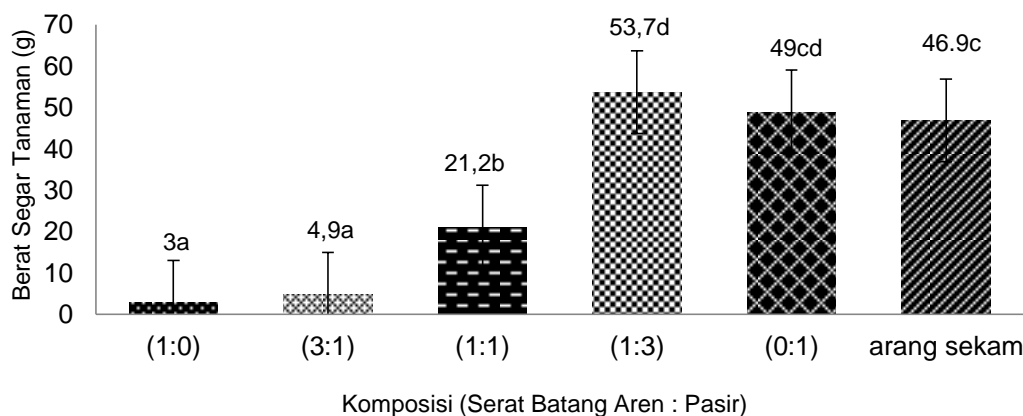
Berat Segar Tanaman

Berat segar tanaman ini dipengaruhi oleh banyaknya jumlah daun dan luas daunnya. Daun merupakan tempat terjadinya fotosintesis, jika fotosintesisnya berjalan dengan baik maka fotosintat yang dihasilkanpun juga banyak, yang nantinya akan digunakan untuk pembentukan organ dan jaringan dalam tanaman misalnya daun, sehingga berat segar tanaman semakin besar.

Berdasarkan Gambar 5 rerata berat segar tanaman tertinggi adalah pada komposisi 1:3 sebesar 53,7 g yang tidak beda nyata dengan komposisi 0:1,

dan terendah pada komposisi 3:1 dan 1:0 dengan hasil masing-masing 4,9 g dan 3 g. Komposisi 1:3 yang digunakan sebagai media hidroponik selada mampu meningkatkan hasil selada dan yang paling optimal dibandingkan komposisi yang lainnya.

Hasil penelitian oleh Arachchi dan Somasiri (1997) juga menyebutkan bahwa pencampuran limbah sabut kelapa kedalam tanah berpasir memberikan keuntungan, yakni mampu memperbaiki sifat fisik media, kelembaban yang baik dan kapasitas retensi hara yang baik. Terhambatnya pemunculan daun yang terjadi pada perlakuan komposisi 1:0 dan 3:1 ini dikarenakan media yang digunakan tidak cocok sehingga penyerapan nutrisi oleh akar terhambat dan translokasi nutrisi ke tanaman juga terhambat, mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi rendah yang terlihat pada variabel berat segar tanaman yang rendah.



Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan 5%

Gambar 5. Pengaruh komposisi serat sebagai media terhadap berat segar tanaman

Selada hasil panen memiliki rasa yang pahit dan renyah. Kondisi suhu *screen house* saat pertanaman adalah 32-34°C, menurut Rubatzky dan Yamaguchi (1999) dalam Rohmah (2014) menyatakan bahwa tanaman selada tidak toleran terhadap suhu tinggi sehingga membutuhkan naungan. Keadaan dengan suhu lebih dari 30°C menyebabkan selada yang tidak tahan suhu tinggi terhambat proses perkecambahan, pertumbuhan dan me-rangsang terjadinya *bolting* yang menyebabkan rasa pahit. Selada daun tumbuh baik pada tanah berlempung pasir, berdrainase baik dengan pH 6.0-6.8.

Rasio Akar Tajuk

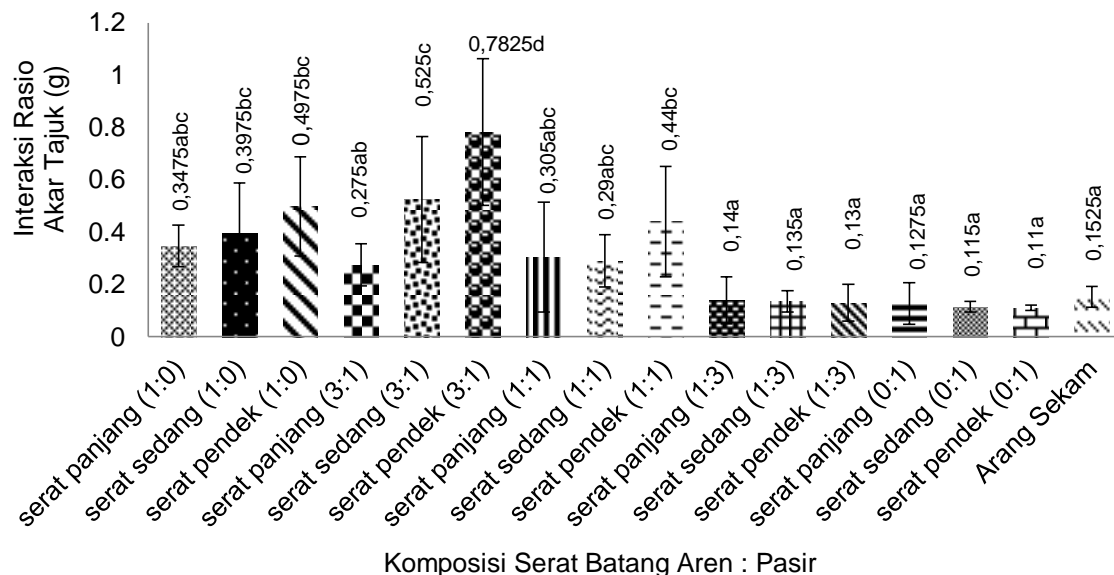
Rasio akar tajuk merupakan petunjuk yang baik tentang pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan tanaman, serta menunjukkan pertumbuhan yang dominan ke tajuk atau ke perakaran (Fahrudin 2009). Tanaman selada yang di-ambil adalah tajuknya, sehingga menurunnya nilai rasio akar tajuk akan meningkatkan hasil tajuk dan dengan perlakuan yang diberikan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil selada. Berdasarkan diagram interaksi (gambar 6) dapat dilihat bahwa rasio akar tajuk terendah pada semua ukuran serat dan komposisi 1:3 dan 0:1, artinya bahwa biomassa akar yang dihasilkan lebih rendah daripada biomassa tajuk sehingga pada komposisi 0:1 dan 1:3 adalah yang paling baik diantara komposisi lainnya dan paling baik adalah pada serat ukuran pendek, karena pada budidaya secara hidroponik kebutuhan nutrisi sudah tercukupi sehingga tidak diperlukan akar yang besar.

Nilai rasio akar tajuk tinggi adalah pada komposisi serat batang aren ukuran pendek dengan pasir 3:1 yaitu 0,7825 g, artinya bahwa biomassa tajuk yang dihasilkan kecil. Nilai yang ditunjukkan dari rasio akar tajuk menunjukkan bahwa semakin besar nilainya maka biomassa tajuk tanaman kecil dan memiliki biomassa akar yang besar. Menurut El Midaoui et al. (2003) dalam Herdiawan et al. (2012)

yang menyatakan bahwa pertumbuhan akar mengalami percepatan, dimana asimilat yang seharusnya didistribusikan ke tajuk dimanfaatkan oleh akar untuk meningkatkan volume, panjang dan jumlah percabangan akar, yang menyebabkan pertumbuhan tajuk rendah dan rasio akar tajuk yang dihasilkan meningkat.

Peningkatan rasio akar tajuk juga diduga karena kemampuan tanaman dalam menghasilkan hasil fotosintat yang didistribusikan ke tajuk menjadi rendah, hal ini akibat proses fotosintesis yang tidak sempurna karena adanya faktor lingkungan yang kurang mendukung. Selanjutnya dapat diduga bahwa penurunan kemampuan tanaman disebabkan oleh ketersediaan unsur hara didalam tanah dan menurunnya kemampuan akar sebagai penyerap air dan mineral. Penurunan kemampuan akar disebabkan oleh terbatasnya pertumbuhan akar dan luas permukaan akar serta menurunnya konduktivitas pembuluh pada akar (Polnaya dan Lesilolo 2012).

Media dengan komposisi 1:0 dan 3:1 banyak ditumbuhi jamur, karena jamur tumbuh baik pada media substrat yang memiliki pH 6.5-7.5 (Asiah et al. 2004), sedangkan pada media komposisi 1:0 dan 3:1 memiliki pH 6.5-9 yakni cocok untuk tumbuhnya jamur, sehingga pertumbuhan tanaman terhambat yang menyebabkan tanaman yang dihasilkan kecil sehingga mempengaruhi semua variabel pengamatan. Menurut hasil penelitian Rohmah (2014) karena pasir memiliki keunggulan yaitu lebih steril dan bebas dari hama penyakit. Dibandingkan dengan media serat batang aren yang banyak ditumbuhi jamur, media kombinasi serat batang aren dengan pasir lebih sedikit ditumbuhi jamur. Pasir mempunyai ukuran yang besar dan kemampuan menahan air rendah, apabila dicampur dengan media serat batang aren maka kemampuan dalam menahan air dapat meningkat.



Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan 5%
 Gambar 6. Interaksi komposisi ukuran serat batang aren dengan pasir pada rasio akar tajuk

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komposisi serat batang aren dengan pasir mampu meningkatkan jumlah daun, luas daun, kadar klorofil dan berat segar tanaman dibandingkan substrat arang sekam, dan menurunkan hasil pada panjang akar, volume akar dan berat segar akar. Komposisi serat batang aren dengan pasir yang optimal untuk budidaya selada hidroponik substrat adalah 1:3.
2. Ukuran serat batang aren menurunkan hasil pada variabel luas daun .
3. Terjadi interaksi antara komposisi serat batang aren dengan pasir dan ukuran serat batang aren pada variabel rasio akar tajuk.

Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah diperlukan pelubangan pada pot yang digunakan untuk menanam selada serta diperlukan perendaman fungisida terlebih dahulu pada serat batang aren agar media tidak ditumbuhi jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Arachchi LPV, Somasiri LLW. 1997. Use of coir dust on the productivity of coconut on sandy soils. *Cocos* 12: 54-71.
- Asiah A, Razi M, Khanif LM, Marziah M, Shahrudin M. 2004. Physical and chemical properties of coconut coir dust and oil palm empty fruit bunch and the growth of hybrid heat tolerant cauliflower plant. *J Trop Agric Sci* 27(2): 121-133.

Domeno I, Irigoyen I, Muro J. 2010. New wood fibre substrates characterization and evaluation in hydroponic tomato culture. *Europ. J Hort Sci* 75(2): 89-94.

Fahrudin F. 2009. Budidaya caisim (*Brassica juncea* L.) menggunakan ekstrak teh dan pupuk kascing. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.

Herdiawan I, Abdulloh L, Sopandie D, Karti PDMH, Hidayati N. 2012. Karakteristik morfologi tanaman pakan indigofera zollingeriana pada berbagai taraf stres kekeringan dan interval pemangkasan. *JITV* 17(4): 276-283.

Kelik W. 2010. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk organik cair hasil perombakan anaerob limbah makanan terhadap pertumbuhan Sawi (*Brasica juncea* L.). Skripsi. Universitas Sebelas Maret.

Lakitan B. 2007. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Jakarta (ID): PT Raja Grafindo.

Manuhuttu AP, Rehatta H, Kailoola JJG. 2014. Pengaruh konsentrasi pupuk hayati bioboost terhadap peningkatan produksi tanaman selada. *Agrologia* 3(1).

Mas'ud H. 2009. Sistem hidroponik dengan nutrisi dan media tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil selada. *Media Litbang Sulteng* 2(2): 131-136.

Olle M, Ngouajio M, Siomos A. 2012. Vegetable quality and productivity as influenced by growing medium. *Agriculture* 99 (4).

Polnaya F, Lesilolo MK. 2012. Pengaruh konsentrasi pupuk green tonik dan waktu pemberian pupuk terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *J Bud Pert* 8: 31-38.

Prihantoro H, Indriani YH. 2003. Hidroponik sayuran semusim untuk hobi dan bisnis. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.

Rajiman, Yudono P, Sulistyaningsih E, Hanudin E. 2008. Pengaruh pembenah tanah terhadap sifat fisika tanah dan hasil bawang merah pada lahan pasir pantai bugel Kabupaten Kulon Progo. *Agrin* 12(1).

Sukawati I. 2010. Pengaruh kepekatan larutan nutrisi organik terhadap pertumbuhan dan hasil baby

Kailan (*Brassica oleraceae* VAR. *Albo-glabra*) pada berbagai komposisi media tanam dengan sistem hidroponik substrat. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.

Tim Karya Tani Mandiri. 2010. Pedoman budidaya secara hidroponik. Bandung (ID): Nuansa Aulia