



## Perubahan Nilai Ec, Total Dissolved Solid (TDS) dan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa*) Aquaponik Sistem DFT (Deep Flow Technique) dengan Berbagai Media Tanam

Tri Nopsagiarti<sup>1</sup>, Elfi Indrawanis<sup>2</sup>, Gusti Marlina<sup>3</sup>, Gita Sari<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pogram Studi Ilmu Lingkungan Program Doktorat Universitas Riau

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi Universitas Islam Kuantan Singingi

e-mail : trinopsagiarti@gmail.com

### Abstrak

Tanaman Pakchoy (*Brassica rapa*) adalah salah satu komoditi sayuran yang toleran terhadap kadar air tinggi dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Sehingga dalam proses budidayanya dapat dilakukan pada media yang mengandung air yang tinggi. Aquaponik adalah gabungan dari kegiatan bercocok tanam tanpa tanah (hidroponik) dan pemeliharaan ikan, untuk mengurangi kadar amonia pada air kolam, maka dapat menggunakan media tanam sebagai filter, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman pakchoy serta ikan yang dibudidayakan dengan menggunakan sistem DFT. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan dua faktor yakni faktor pertama adalah jenis air pelarut yakni air kolom ikan lele (AQ) dan air sumur (AB), dan faktor kedua adalah media tanam yang terdiri dari Media arang sekam (AS), arang tempurung (AT), arang kayu (AK), arang sekam + tempurung (AST), dan arang sekam+ arang kayu (ASK) . Hasil Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan secara tunggal penggunaan air sebagai pelarut, berpengaruh nyata terhadap nilai EC, TDS, jumlah daun, tinggi daun tanaman pakchoy, sedangkan penggunaan berbagai media arang tidak berpengaruh nyata demikian juga dengan kombinasi keduanya. Penggunaan air kolom ikan (AQ) sebagai pelarut nutrisi AB-Mix, pertumbuhan daun (11,2 helai) dan tinggi tanaman (14,23 cm) tanaman pakchoy yang terbaik, dengan menggunakan arang kayu (AK) sebagai media tanamnya.

Kata kunci : Aquaponik, DFT, Media arang, Pakchoy, Pertumbuhan

### 1. Pendahuluan

Kabupaten Kuantan Singingi adalah salah satu daerah yang terdapat di Provinsi Riau yang mayoritas masyarakatnya bermata pencarian dibidang pertanian, terutama di sektor tanaman perkebunan, karena jenis tanah di Kuantan Singingi mendukung untuk budidaya tanaman perkebunan. Rata-rata jenis tanah di daerah ini adalah tanah ultisol, memiliki pH yang rendah dan miskin bahan organik, sehingga tidak cocok untuk tanaman hortikultura, akibatnya sebagian besar produk hortikultura harus didatangkan dari daerah lain untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Kuantan Singingi.

Berdasarkan data produksi komoditi hortikultura provinsi Riau hanya terdapat 27 komoditi sayuran dan buah yang memiliki data produksi di daerah Riau (BPS, 2022). Khusus sayuran daun hanya ada data produksi tanaman kangkung dan kubis, tidak terdapat data untuk jenis sayuran daun lainnya, ini menunjukkan bahwa tidak banyak petani yang membudidayakan tanaman sayuran daun, hal ini disebabkan oleh berbagai faktor dan sebagian besar diakibatkan oleh jenis tanah yang tidak sesuai untuk budidaya sayuran daun. Bertolak belakang dari keadaan tersebut, maka perlu dilakukan alternatif budidaya untuk tanaman sayuran daun salah satunya dengan budidaya tanaman tanpa tanah, yang dikenal dengan hidroponik. Namun saat ini

juga berkembang teknik budidaya tanpa tanah dengan memadukannya dengan budidaya ikan yang dikenal dengan aquaponik.

Aquaponik adalah gabungan dari kegiatan bercocok tanam tanpa tanah (hidroponik) dan pemeliharaan ikan. Menurut Gumelar et al (2017) bahan organik dalam kolam ikan dapat dimanfaatkan sebagai unsur hara untuk tanaman. Pada sistem aquaponik akan memadukan budidaya ikan dan sayuran yang saling terhubung dan memberi manfaat satu sama lain. Ikan yang dibudidaya mendapatkan asupan makanan langsung dari pembudidaya. Sementara itu, sayuran mendapatkan nutrisi dari kotoran ikan dan sisa pakan yang sudah terurai sehingga bermanfaat untuk sintesis protein tanaman.

Daerah Kabupaten Kuantan Singingi diketahui memilki luasan kolam ikan yang cukup banyak, dan air kolam tersebut belum termanfaatkan dengan maksimal, hanya sebatas digunakan untuk budidaya ikan saja, belum ada yang menggunakannya untuk budidaya sayuran, sehingga ini dapat dijadikan sebagai salah satu potensi untuk mengembangkan aquaponik.

Aquaponik adalah sistem pertanian berkelanjutan yang sudah berkembang di Indonesia, merupakan jenis urban farming yang sedang tren, yaitu menggabungkan antara hidroponik dengan akuakultur dalam suatu hubungan yang sifatnya

simbiotik. Simbiotik dalam hal tanaman memanfaatkan ekskresi dari ikan sebagai sumber nutrisi yang diproses secara alami dari nitrit menjadi nitrat. Dalam sistem aquaponik, air tersirkulasi dengan menggunakan pompa. Air yang mengandung kotoran ikan dari kolam dialirkan menuju ke tanaman yang memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi dan selanjutnya air yang sudah tersaring akan dikembalikan menuju ke kolam. Sistem aquaponik ini sangat beragam bentuknya, baik dari segi ukuran, maupun jenis tanaman dan ikan yang dibudidayakan (Zulhelman et al., 2016).

Air yang berasal dari kolam ikan yang akan dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman hidroponik tidak dapat langsung dialirkan ke tanaman, tetapi harus melalui sistem penyaringan dan sistem nitrifikasi, tujuan penyaringan untuk mengendapkan kotoran ikan dan mengubah unsur nitrogen yang dominan dari kolam ikan seperti urea dan ammonia, karena tanaman hanya menyerap unsur nitrogen dalam bentuk ion, sedangkan nitrifikasi mencegah tanaman mengalami keracunan akibat dominasi unsur nitrogen (Sastro, 2016).

Media tanam berperan sebagai filter yang akan menjerat sisa pakan dan metabolisme ikan yang dipelihara. Hasil filtrasi dari media tanam ini akan menentukan kualitas air yang akan kembali ke dalam sistem akuakultur. Semakin baik sistem filternya, maka ketersediaan oksigen untuk pertumbuhan ikan pada tanaman yang dibudidayakan juga akan menjadi baik. Jika sistem filternya kurang baik maka pertumbuhan ikan akan menjadi lambat, bahkan mati karena keracunan amonia atau kekurangan oksigen.

Media tanam yang baik adalah media yang mampu menyediakan air dan unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan tanaman. Media tanam untuk sistem aquaponik harus bersifat porous diantaranya adalah zeolit, batu split, batu apung, arang kayu, arang tempurung kelapa, arang sekam, kerikil, pakis, hydroton dan pasir.

Jenis tanaman juga akan menentukan keberhasilan budidaya dengan cara aquaponik. Menurut Gumelar et al (2017) tanaman yang tahan air seperti pakcoy, memiliki kemampuan untuk menyaring dan menyerap zat yang tidak diperlukan yang berasal dari kotoran dan makanan ikan, yakni amonia dan nitrat.

Hasil penelitian Firdaus et.al (2018) menunjukkan bahwa tanaman air terbukti mampu menyerap zat racun berupa amonia dan nitrat yang berasal dari sisa pakan, feses dan urin ikan. Jenis tanaman hortikultura, khususnya sayur-sayuran yang dapat ditanam pada teknik budidaya aquaponik pada umumnya adalah tanaman yang memiliki ketahanan

yang tinggi terhadap air seperti selada dan pakcoy.

Beberapa sistem dapat digunakan dalam aquaponik, salah satunya adalah DFT (Deep Flow Technique). Sistem DFT merupakan sistem hidroponik dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan nutrisi dengan aliran yang dalam. Sesanti dan Sismanto (2016) menyatakan ketinggian lapisan nutrisi pada sistem DFT berkisar antara 3-4 cm. Keuntungan teknik DFT antara lain mampu menyediakan air dan oksigen bagi tanaman. DFT sangat ideal untuk menanam sayuran (leafy vegetables).

Produksi tanaman yang dibudidayakan dengan sistem aquaponik akan lebih baik dibandingkan dengan konvensional karena ketersediaan air yang cukup dan tambahan nutrisi yang berasal dari feses dan sisa makanan ikan (Wicaksana et al.,2015; Rahmadhani et al.,2020).

Penerapan kolam berfiltrasi akan meningkatkan produksi, lahan termanfaatkan dan mampu menghemat penggunaan air selama pemeliharaan ikan, sedangkan sistem aquaponik adalah bio-integrasi yang menghubungkan akuakultur berprinsip resirkulasi dengan produksi tanaman/sayuran hidroponik. Dengan adanya kombinasi teknologi diinginkan kebutuhan keluarga akan pangan dapat terpenuhi untuk konsumsi maupun peningkatan pendapatan dari teknologi aquaponik yang terbukti berhasil secara optimal pada lahan sempit dan sumber air terbatas untuk memproduksi ikan (Siregar, 2020).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2023, bertempat di Desa Jake Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi.

Bahan yang digunakan adalah benih pakcoy, bibit ikan lele, pakan ikan, media tanam berupa arang sekam, arang tempurung, arang kayu, air kolam dan air sumur. Sedangkan alat yang digunakan terdiri dari Instalasi aquaponik yang terdiri atas kolam semen dengan ukuran panjang 3 m, lebar 2 m, tinggi 80 cm, talang air sebagai wadah tanam sistem DFT, wadah tanam berupa cup plastik, EC meter, dan TDS Meter.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua perlakuan (air pelarut dan media tanam) dan tiga ulangan sehingga diperoleh 30 unit percobaan, setiap unit percobaan terdiri dari empat tanaman dimana tiga diantaranya adalah sampel. Perlakuan air pelarut terdiri dari AQ= air kolam + AB Mix, AB= air sumur + AB Mix, faktor kedua adalah media tanam terdiri dari

AS= arang sekam, AT= arang tempurung, AK= arang kayu, AST=arang sekam + tempurung (1:1), ASK= arang sekam + arang kayu (1:1).

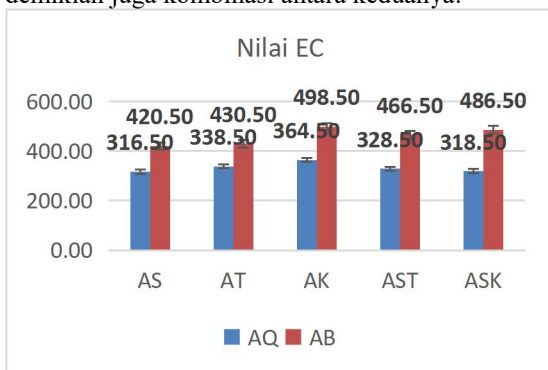
Pelaksanaan Penelitian terdiri dari persiapan tempat penelitian, penebaran benih ikan dan pemberian pakan, persemaian benih pakcoy, perakitan instalasi DFT statis, penanaman bibit pakcoy, pemeliharaan, dan pengamatan.

Parameter pengamatan meliputi: perubahan nilai EC, konsentrasi larutan nutrisi (TDS), tinggi tanaman dan jumlah daun yang diukur hingga minggu ke tiga .

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Nilai EC (ms)

Hasil pengamatan terhadap perubahan nilai EC larutan nutrisi aquaponik dilakukan mulai dari minggu pertama hingga minggu ketiga setelah tanam. Pada awal penanaman nilai EC semua perlakuan disamakan yakni 1.600 ms. Berdasarkan analisis sidik ragam diperoleh hasil bahwa penggunaan air pelarut dalam pembuatan larutan nutrisi AB Mix berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai EC, sedangkan penggunaan media tanam secara tunggal tidak berpengaruh nyata, demikian juga kombinasi antara keduanya.



Gambar 1. Perubahan Nilai EC larutan nutrisi

Data pada gambar 1 merupakan rerata nilai EC nutrisi aquaponik yang diukur pada 3 minggu setelah tanam, dengan penggunaan pelarut air kolom (AQ) dan air sumur (AB) pada beberapa media tanam.

Data pada gambar 1 menunjukkan bahwa, terdapat perubahan nilai EC larutan nutrisi hidroponik dengan menggunakan air pelarut yang berbeda, dimana pada perlakuan air sumur (AB) terjadi penurunan nilai EC yg lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan pelarut air kolom ikan (AQ), sehingga pada minggu ke tiga nutrisi yang terdapat pada perlakuan air sumur jumlah nutrisinya lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan air kolom ikan, meskipun hasil uji lanjut (BNJ 5%) tidak berbeda nyata. Sedangkan penggunaan

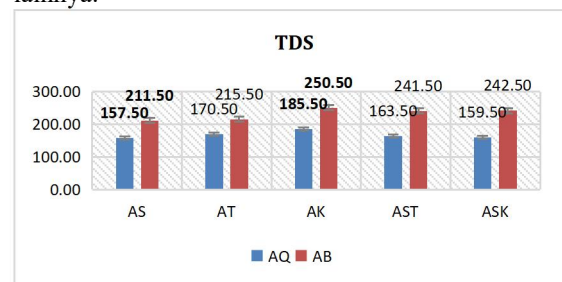
berbagai media tanam menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan nilai EC secara nyata, namun pada media arang sekam nilai EC nya paling rendah dibandingkan dengan media lainnya, hal ini disebabkan oleh sifat arang sekam yang memiliki kemampuan rendah dalam mengikat air, sehingga nutrisi tidak dapat terikat dengan baik. Sedangkan media arang kayu memiliki nilai EC yang paling tinggi dibandingkan dengan media lainnya, hal ini tidak terlepas dari kemampuan arang kayu yang dapat mengikat nutrisi dengan baik, karena arang kayu memiliki daya kapiler yang baik dibandingkan arang sekam dan arang tempurung.

Penurunan nilai EC selama proses budidaya menunjukkan bahwa hara yang terkandung dalam larutan nutrisi diserap oleh media, yang selanjutnya akan diserap oleh akar untuk digunakan dalam pertumbuhan tanaman, karena selama penelitian pemberian nutrisi hanya dilakukan satu kali diawal penanaman saja, hal ini dilakukan untuk mengukur sejauh mana nutrisi yang tersedia dapat diserap oleh tanaman selama 3 minggu pertumbuhannya.

#### Total Disolved Solid (TDS)

Hasil pengamatan terhadap perubahan konsentrasi larutan nutrisi tanaman pakchoy dalam bentuk pengukuran Total Disolved Solid (TDS) pada minggu ketiga terlihat bahwa perlakuan air pelarut yang berpengaruh nyata terhadap konsentrasi larutan nutrisi, sedangkan penggunaan berbagai media tanam dan kombinasi antara keduanya tidak berpengaruh nyata.

Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% menunjukkan bahwa penggunaan air pelarut tidak berbeda nyata terhadap perubahan konsentrasi larutan nutrisi pakchoy aquaponik, konsentrasi nutrisi tertinggi setelah tiga minggu ditanam terdapat pada perlakuan AB yaitu larutan nutrisi yang menggunakan air sumur sebagai pelarut, terdapat selisih sekitar 65 ppm antara AQ (air kolom) dengan air sumur (AB). Sedangkan penggunaan media tanam yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan konsentrasi nutrisi, namun demikian pada media arang kayu memiliki konsentrasi paling tinggi dibandingkan 4 media lainnya.



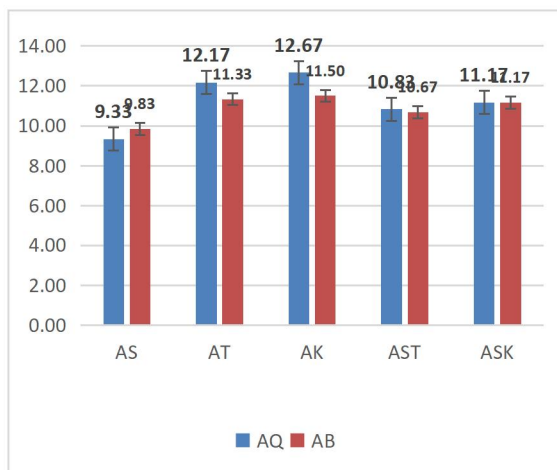
Gambar 2. Pengamatan Total Disolvet Solid (TDS) larutan nutrisi

Turunnya konsentrasi larutan nutrisi menunjukkan bahwa unsur hara yang terdapat dalam larutan diikat oleh media tanam yang selanjutnya akan diserap oleh akar dan digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Pada awal penanaman konsentrasi larutan nutrisi untuk semua perlakuan adalah sama yakni 800 ppm, penurunan terjadi seiring dengan pertambahan umur tanaman.

Konsentrasi larutan nutrisi aquaponik mengalami penurunan dari minggu ke 1 hingga minggu ke 3, dimana pada media arang sekam terjadi penurunan yang cukup tinggi yakni dari 800 ppm turun menjadi 157,50 ppm pada minggu ke tiga, konsentrasi ini bahkan sama dengan hasil pengukuran air kolam ikan sebelum ditambahkan dengan AB mix, artinya setelah tiga minggu nutrisi yang ada pada larutan kembali pada konsentrasi awal (tanpa penambahan AB Mix), hal ini mempengaruhi pertumbuhan tanaman pakchoy karena nutrisi yang terdapat di dalam larutan nutrisi telah habis, yang mengakibatkan tanaman kekurangan nutrisi dan menjadi kerdil. Sedangkan pada media arang kayu penurunan konsentrasi nutrisinya lebih rendah, pada minggu ke tiga konsentrasi nutrisi sebesar 185,50 ppm, dibandingkan dengan penggunaan media lainnya maka media arang kayu memiliki konsentrasi yang paling tinggi.

### Jumlah Daun

Pengamatan terhadap jumlah daun tanaman pakchoy setelah dilakukan pengamatan dari minggu pertama hingga minggu ke tiga menunjukkan bahwa penggunaan air kolam dan air sumur sebagai pelarut nutrisi AB Mix berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, sedangkan penggunaan berbagai media tanam tidak berpengaruh nyata, demikian juga interaksi antara keduanya. Gambar 3 merupakan rerata jumlah daun tanaman pakchoy pada minggu ke tiga.



Gambar 3. Rerata Jumlah Daun Pakchoy Umur 3 MST

Hasil uji lanjut BNT (5%) perlakuan air pelarut nutrisi AB Mix antara penggunaan air kolam (AQ) dan air sumur (AB) tidak berbeda nyata, namun jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan yang menggunakan air kolam (AQ) sebagai pelarut nutrisi, walaupun selisih antara keduanya sangat kecil (0,03 helai), tingginya jumlah daun pada nutrisi yang menggunakan air kolam ikan sebagai pelarut dikarenakan di dalam air kolam mengandung bahan organik yang berasal dari sisa pakan dan kotoran ikan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi tambahan, sehingga pertumbuhan jumlah daunnya lebih banyak bila dibandingkan dengan menggunakan air sumur sebagai pelarut. Bahan organik yang terdapat dari air kolam dapat menyumbangkan hara bagi tanaman pakchoy yang dibudidayakan. Hal ini didukung oleh pendapat Wicaksana et al.,(2015); dan Rahmadhani et al.,(2020) yang menyatakan bahwa dengan menggunakan teknik aquaponik tanaman akan memperoleh nutrisi yang cukup serta mendapatkan tambahan nutrisi yang berasal dari feses dan sisa pakan ikan.

Perlakuan berbagai media tanam meskipun tidak berpengaruh nyata, namun pada media yang menggunakan arang kayu (AK) menghasilkan jumlah daun yang paling banyak (12,08 helai), sedangkan jumlah daun yang paling sedikit terdapat pada media arang sekam (9,58), terdapat selisih jumlah daun sebanyak 2,5 helai antara kedua perlakuan tersebut. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan diperoleh jumlah daun terbanyak pada perlakuan air kolam dan arang kayu sebanyak 12, 67 helai, bahkan dengan mengkombinasikan keduanya jumlah daun lebih banyak dibandingkan perlakuan secara tunggal. Hal ini menunjukkan bahwa, bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air kolam dapat diserap dengan baik oleh arang kayu, yang selanjutnya bahan tersebut dapat diserap oleh akar tanaman pakchoy sehingga pertumbuhan daunnya menjadi lebih maksimal.

Media yang menggunakan arang kayu menghasilkan pertumbuhan jumlah daun yang paling banyak dengan sistem aquaponik DFT, dibandingkan penggunaan media lainnya, dan media arang kayu merupakan media yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman pakchoy, ini dikarenakan sifat dari arang kayu yang memiliki sifat absorpsi yang cukup baik, sehingga nutrisi yang terdapat dalam larutan dapat diserap dengan baik yang selanjutnya akan dimanfaatkan oleh akar untuk memberikan hara bagi pertumbuhan daun tanaman. Dibandingkan dengan arang tempurung, jumlah daun tanaman pakchoy yang menggunakan arang kayu lebih baik, dikarenakan dari segi kepadatan medianya maka arang kayu lebih berongga (lebih lunak) dibandingkan arang tempurung yang porinya lebih kecil dan keras

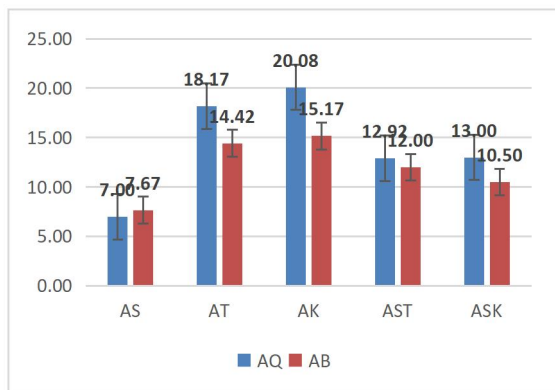
(lebih padat), sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi pengikatan hara.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Megasari dan Trijuno (2020), dimana pertumbuhan tomat aquaponik menunjukkan hasil terbaik pada media arang dibandingkan media kerikil. Hal ini dikarenakan arang merupakan media tanam yang dapat meningkatkan aerasi dan drainase media tanam dan memiliki sifat kapilaritas yang tinggi dan berfungsi untuk melekatkan akar. Semakin kecil pecahan arang, maka kemampuan daya serapnya terhadap air maupun unsur hara akan semakin baik, selain itu ukuran media yang semakin kecil juga akan membuat sirkulasi udara dan kelembaban disekitar akar tanaman berlangsung lebih baik.

### Tinggi Tanaman

Pengamatan terhadap tinggi tanaman pakchoy setelah umur tiga minggu setelah tanam menunjukkan bahwa perlakuan air pelarut nutrisi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, sedangkan penggunaan berbagai media tanam tidak berpengaruh demikian juga interaksi antar keduanya, tidak berpengaruh nyata.

Hasil uji lanjut BNJ (5%) tinggi tanaman pakchoy yang menggunakan air pelarut kolam ikan (AQ) dan air sumur (AB) tidak berbeda nyata, tinggi tanaman terbaik terdapat pada nutrisi yang dilarutkan dengan air kolom, terdapat selisih 2,28 cm antara penggunaan air kolom dengan air sumur.



Gambar 4. Rerata Tinggi Tanaman Pakchoy Umur 3 MST

Penggunaan air kolom ikan sebagai pelarut dapat menyumbangkan hara terutama bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman pakchoy, sedangkan pada nutrisi yang dilarutkan dengan air sumur tidak memperoleh hara tambahan tersebut.

Penggunaan berbagai media tanam tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman pakchoy aquaponik, meskipun demikian penggunaan arang kayu sebagai media tanam menghasilkan tinggi tanaman terbaik dibandingkan media lainnya, dan yang terendah terdapat pada media arang sekam.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa arang sekam (AS) yang terlalu porous tidak mampu menyerap nutrisi dengan baik, sehingga nutrisi tidak dapat diserap oleh akar, sedangkan arang kayu (AK) memiliki kemampuan menyerap yang lebih baik, sehingga akar tanaman dapat menyerap hara dari media arang kayu yang punya daya ikat yang baik.

### 4. Kesimpulan

Penggunaan air pelarut secara tunggal berbeda nyata terhadap nilai EC, konsentrasi nutrisi, jumlah daun dan tinggi tanaman pakchoy, dengan hasil terbaik pada air kolom (AQ) yang digunakan sebagai pelarut nutrisi Ab-mix. Penggunaan berbagai media tanam secara tunggal dan interaksi antara air pelarut dengan media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati. Media arang kayu (AK) menghasilkan jumlah daun dan tinggi tanaman terbaik pada tanaman pakchoy yang dibudidayakan secara aquaponik.

### Daftar Rujukan

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.2022. Riau dalam Angka. BPS Riau.
- Dauhan, R.E.S., Efendi E, & Suparmono. (2014). Efektivitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Rekayasa Budidaya Perairan*, 3 (1) : 297 – 301.
- Farida, N.F., Abdullah S.H., & Priyati A. (2017). Analisis kualitas air pada sistem pengairan akuaponik. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5 (2) : 385 – 394.
- Firdaus, M,R, Hasan, Z, Gumilar, I dan Subhan,U. 2018. Efektivitas Berbagai Media Tanam Untuk Mengurangi Karbon Organik Total Pada Sistem Akuaponik Dengan Tanaman Selada. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9 (1): 35-48.
- Gumelar, W,R, Nurruhwati,I, Sunarto, dan Zahidah. 2017. Pengaruh Penggunaan Tiga Varietas Tanaman Pada Sistem Akuaponik Terhadap Konsentrasi Total Amonia Nitrogen Media Pemeliharaan Ikan Koi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* . 8 (2): 36-42.
- Junita, F., S. Muhartini dan D. Kastono. 2002. Pengaruh Frekuensi Penyiraman dan Takaran Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pakchoi. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 9 (1): 37-45.
- Megasari R, dan Trijuno DD. 2020. Teknologi aquaponik tanaman tomat dan ikan nila pada tiga Jenis media tanam dan frekuensi pemupukan . *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. Volume 8 (2) . ISSN 2302-6944,e-ISSN2581-1649.
- Pratopo, L.H dan Thoriq, A. 2021. Produksi Tanaman Kangkung dan Ikan Lele dengan Sistem Akuaponik. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 9 (1): 68-76
- Rahmadhani, L.E., Widuri L.I., & Dewanti P. (2020). Kualitas mutu sayur kasepak (kangkung,selada,dan pakcoy) dengan sistem budidaya akuaponik dan hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14 (1): 33 – 43.
- Rakocy J., R. L. Nelson, dan G.Wilson. 2005. Aquaponic is the Combination of Aquaculture (Fish Farming) and Hydroponic (Growing Plants without Soil). *Aquaponics Journal*. 4 (1): 8-11.
- Sastro, Y. 2016. *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Jakarta.
- Sesanti, R. N., & Sismanto. (2016). *Pertumbuhan dan Hasil*

- Pakchoi (*Brassica rapa* L.) pada Dua Sistem Hidroponik dan Empat Jenis Nutrisi. *Jurnal Kelitbangan*, 04(01): 1–9
- Siregar, M. 2020. Pengaruh Aplikasi Beberapa Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah Dengan Teknologi Akuaponik. *Agrium*. 23 (1): 46-51.
- Wahyuningsih, A., Fajriani, S., Aini, N. 2016. Komposisi Nutrisi dan Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa*.) Sistem Hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol 4 (8): Hal 595-601.
- Wicaksana, N., Hastuti S., & Arini E. (2015). Performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara dengan sistem biofilter akuaponik dan konvensional. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4): 109 – 116.
- Zulhelman., H.A. Ausha., R. M. U. (2016). Pengembangan Sistem Smart Aquaponik, *Jurnal Poli-Teknologi*, 15(2): 181–186.