

PEMANFAATAN *TRICHODERMA* DAN AIR KOLAM BUDIDAYA UDANG VANAMEI SEBAGAI SUBSTITUEN MEDIA HIDROPONIK TANAMAN PAKCOY

UTILIZATION OF *TRICHODERMA* AND WATER OF VANAMEI SHRIMP CULTIVATION AS A SUBSTITUENT OF PAKCOY PLANT HYDROPONIC MEDIA

Sutarman^{1*}, M. Fadil¹, Lukman Hudi¹, Sriyono², Syarifa RN¹, dan Mulyadi¹
¹Fakultas Sains dan Teknologi, ²Fakultas Bisnis Hukum dan Ilmu-ilmu Sosial,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia
*Email: sutarmans234@gmail.com

* Corresponding Author, Diterima: 12 Des. 2022, Direvisi: 14 Mar. 2023, Disetujui: 26 Mei 2023

ABSTRACT

*This research was conducted to determine the response of the pakcoy plant (*Brassica rappa*) to the performance of the *Trichoderma* consortium which was formulated in husk flour and Vaname shrimp aquaculture pond water as a substituent of hydroponic growing media. The activity was held in Tlocor-Tanjungsari, Jabon, Sidoarjo, September-December 2022. The four treatments in this experiment were arranged in a Completely Randomized Design consisting of AB-Mix 5,000 ppm, AB-Mix 2,500 ppm + *Trichoderma*, AB-Mix 2,500 ppm + *Trichoderma* and 20% pool water, and *Trichoderma* and 20% pool water. A total of 20 experimental units, each consisting of eight plants in one tray measuring 20x40 cm. The variables observed were leaf height, number and area 10 and 20 days after transplanting, as well as harvest weight. Analysis of variance (ANOVA) was performed on all data; To find out the differences between treatments, a 5% LSD test was carried out. The use of *Trichoderma* combined with pond water and with AB-Mix had an effect on the height, number of leaves, leaf area, and fresh weight of the pakcoy harvest. The application of the *Trichoderma* consortium and together with the provision of pond water is able to substitute as much as 50% of the standard concentration of AB-Mix as nutrients in the form of inorganic chemical compounds in hydroponic pakcoy cultivation*

Keywords : Hydroponics, pakchoy, *Trichoderma* consortium, vaname shrimp aquaculture pond water

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respons tanaman pakcoy (*Brassica rappa*) terhadap kinerja konsorsium *Trichoderma* yang diformulasi dalam tepung sekam dan air kolam budidaya udang Vaname sebagai substituen media tanam hidroponik. Kegiatan dilaksanakan di Tlocor-Tanjungsari, Jabon, Sidoarjo, September-Desember 2022. Empat perlakuan dalam percobaan ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas AB-Mix 5.000 ppm, AB-Mix 2.500 ppm + *Trichoderma*, AB-Mix 2.500 ppm + *Trichoderma* dan air kolam 20%, dan *Trichoderma* dan air kolam 20%. Total satuan percobaan 20 yang masing-masing terdiri atas delapan tanaman dalam satu baki ukuran 20x40 cm. Variabel yang diamati tinggi, jumlah, dan luas daun 10 dan 20 hari setelah transplanting, serta bobot panen. Analisis ragam (ANOVA) dilakukan terhadap semua data; untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji BNT 5%. Penggunaan *Trichoderma* yang dikombinasikan dengan air kolam dan dengan AB-Mix berpengaruh terhadap tinggi, jumlah daun, luas daun, serta bobot segar panen tanaman pakcoy. Aplikasi konsorsium *Trichoderma* dan bersama-sama dengan pemberian air kolam tambak mampu mensubstitusi sebanyak 50 % konsentrasi standard AB-Mix sebagai nutrisi berupa senyawa kimia anorganik dalam budidaya pakcoy secara hidroponik.

Kata kunci : Air kolam budidaya udang vaname, hidroponik, konsorsium *Trichoderma*, pakcoi

1. PENDAHULUAN

Hidroponik adalah metode budidaya yang memiliki prospek cerah di masa mendatang karena akan dihasilkan produk yang relative bersih bebas tanah. Pakchoy merupakan salah satu jenis sayuran yang sudah banyak dikenal oleh masyarakat dan mengandung berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan karena mengandung *glucosinolates*, *flavonoids*, vitamins and minerals (Zhang *et al.*, 2014; Bhandari *et al.*, 2015). Budidaya sawi-sawian ini dengan teknik hidroponik telah memberikan nilai keuntungan dan efisiensi produksi yang baik dibandingkan cara konvensional. Untuk itu metode ini dapat dijadikan andalan bagi pemenuhan permintaan sawi-sawian di masa mendatang.

Dalam budidaya tambak udang Vaname selalu digunakan mikroba probiotik untuk tujuan mendegradasi bahan organik yang merupakan kotoran udang, jasad planton yang mati, sisa pakan, serta partikel lainnya di dalam air selama proses budidaya (Butt *et al.*, 2021). Mikroba probiotik yang pada umumnya digunakan di antaranya dari jenis *Lactobacillus* spp. dan *Bacillus* spp. (Ringo *et al.*, 2020). Mikroba probiotik memiliki kemampuan menekan bakteri patogen udang hingga di pencernaan (Mansyur & Tangko, 2016; Mustafa *et al.*, 2019) serta menambah nafsu makan dan meningkatkan ketahanan udang terhadap cekaman patogen (Wijayanto *et al.*, 2020). Selama proses budidaya tambak juga secara periodik diberi pupuk nitrogen dan fosfat dan diberi air kapur (Yunus *et al.*, 2020) jika pH-nya di bawah 7,5. Dengan demikian sesungguhnya kondisi air tambak menyerupai tanah lahan penanaman dan secara agronomis serupa dengan hidroponik. Secara teknis kondisi fisik, kimia, dan biologi air tambak menyerupai kondisi tanah lahan pertanian.

Hingga saat ini penggunaan bahan kimia sebagai nutrisi hidroponik masih sulit tergantikan oleh bahan non kimia sintetis. Belum ada informasi dampak penggunaan bahan kimia, namun tuntutan saat ini akan bahan makanan atau hasil pertanian yang bebas bahan kimia sintetis membutuhkan perhatian serius. Bahan kimia dalam budidaya dapat menyebabkan lingkungan tercemar dan gangguan kesehatan manusia (You *et al.*, 2016; Jallow *et al.*, 2017), di samping berdampak pada kegagalan hidup organisme non-target yang menguntungkan pertanian (Pagani, Dianese & Café-Filho 2014; Alberto, Gava & Pinto 2016), dan resistensi pada patogen (Chechi *et al.*, 2019).

Di lain pihak hampir seluruh negara di dunia berkomitmen menuwujudkan emisi nol karbondioksida dengan tidak menggunakan sarana produksi pertanian yang terbuat dari bahan bakar fosil dan bahan tidak ramah lingkungan lainnya pada berbagai kegiatan usaha budidaya pertanian (Zhou *et al.*, 2021). Dengan demikian upaya pemenuhan kebutuhan pangan dan sayuran untuk mempertahankan ketahanan pangan harus melepaskan diri dari ketergantungan bahan kimia sintetis seraya mulai meningkatkan intensitas penggunaan bahan alternatif non kimia termasuk pupuk dan pestisida

Salah satu alternative penggunaan bahan non kimia adalah menggunakan biofertilizer (pupuk hayati) yang bahan aktifnya adalah jamur agen hayati *Trichoderma* yang memiliki kemampuan dalam melakukan proses biofertilisasi dengan merombak bahan organik menghasilkan nutrisi sekaligus membantu tanaman dalam menghadapi cekaman dan tekanan lingkungan yang merugikan (Sutarman *et al.*, 2021). *Trichoderma* selain terbukti mampu menekan patogen pada perakaran dan tajuk tanaman, juga efektif membantu menyediakan nutrisi bagi tanaman sebagai konsekuensi keberhasilannya merombak bahan organik (Wachid & Sutarmanto, 2019), serta dapat melindungi tanaman dari serangan patogen (Sutarman *et al.*, 2018). Dengan demikian fungi agen biofertilisasi ini berpotensi untuk diaplikasikan pada media tanam sistem hidroponik.

Beberapa agen hayati khususnya bakteri selalu dimanfaatkan sebagai probiotik dalam budidaya udang Vaname. Bakteri ini mampu mendegradasi kelimpahan bahan organik di air kolam tambak dan bersifat memberi perlindungan kesehatan bagi udang dari serangan bakteri patogen (Du *et al.*, 2019; Zuo *et al.*, 2019). Dengan demikian air tambak sendiri mengandung berbagai bahan yang berpotensi dapat menjadi nutrisi bagi tanaman hidroponik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kemampuan *Trichoderma* dan air kolam budidaya udang Vaname untuk mensubstitusi kebutuhan nutrisi dari pupuk kimia anorganik yang biasa digunakan dalam hidroponik dalam menumbuhkan tanaman pakcoy.

2. BAHAN DAN METODE

Percobaan berlangsung pada September hingga Desember 2022 di Tloco-Jabon (-7.554442, 112.844901) Kabupaten Sidoarjo ini dimulai dengan penyiapan isolat-isolat *Trichoderma asperellum*

Tc-05 dan *Trichoderma* sp. Tc-26 sebagai konsorsium. Kedua isolat fungi ini sudah teruji sebagai agen hayati biokontrol dan menjadi koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA).

Kegiatan persiapan di lapang diawali dengan penyediaan air tanah daerah payau sebagai media dasar bagi penumbuhan tanaman hidroponik. Air disalurkan ke dalam kolam terpal berdiameter 4 m untuk digunakan sebagai media tumbuh dalam budidaya udang Vaname. Sebelum digunakan sebagai perlakuan, air tambak sudah melalui proses awal budidaya dengan perlakuan dasar sesuai standar umum budidaya udang Vanami. Rangkaian perlakuan dimaksud dimulai dari “sterilisasi” menggunakan saponin 50 ppm selama 3x24 jam untuk menekan mikroba patogen udang; kemudian dilanjutkan dengan pemberian probiotik dasar konsorsium *Lactobacillus* spp. dengan kepadatan 10^5 CFU.mL⁻¹ dengan masa inkubasi 3x24 jam. Pemberian bakteri probiotik ditujukan untuk menekan populasi bakteri patogen dan mendegradasi bahan organik yang berpeluang menghasilkan bahan dan gas beracun bagi udang; selanjutnya diberikan tiap minggu. Langkah berikutnya benur Vaname ditebar ke dalam kolam. Seluruh proses ini senantiasa dijaga oksigen terlarutnya berada pada kisaran 8 ppm dengan menghidupkan aerator. Setelah dua minggu penebaran udang, maka air tambak siap digunakan sebagai bagian dari perlakuan dalam percobaan hidroponik ini. *Trichoderma* yang sudah terformulasi dalam tepung sekam dengan kepadatan populasi 10^5 CFU.g⁻¹ direndam dalam 10 liter air netral diaduk selama 10 menit hingga merata dan diinkubasi selama 12 jam. Sebelum dituangkan ke dalam saringan, campuran diaduk kembali selama 10 menit. Sebanyak 200 ml cairan yang mengandung propagul spora *Trichoderma* tersebut kemudian dituangkan ke dalam wadah yang berisi 10 liter air tambak. Nutrisi anorganik yang disiapkan sebagai kontrol dalam percobaan ini terformulasi dalam AB-Mix cair siap pakai dengan konsentrasi 5 ml/L. Sebelum digunakan konsorsium fungi *Trichoderma* diperiksa total populasinya dengan metode pengenceran (Sutarman et al., 2022) dan ditetapkan 10^4 CFU.mL⁻¹.

Tanaman pakcoy ditumbuhkan seperti dilakukan Park et al. (2021) yang dimodifikasi. Setelah penyemaian selama 10 hari, tanaman ditransplantasikan ke panel tanam *styrofoam* dan dibudidayakan selama 27 hari. Media tanam disiapkan dengan menuangkan sediaan nutrisi yang

tecampur dalam air di baki berukuran 20x40 cm yang di atas permukaan airnya sudah terpasang lubang tanam terbuat dari lembaran *styrofoam* seukuran permukaan baki dan dilubangi sedemikian rupa sehingga membentuk 8 lubang dengan jarak antarlubang 5x10 cm sekaligus merupakan jarak tanam. Tiap lubang sudah dilengkapi dengan gabus penahanan akar atau penegak batang. Semua baki berisi air payau, perbedaan hanya terletak pada jenis nutrisi yaitu: ABmix yang diberikan dengan konsentrasi 5.000 ppm (sebagai kontrol), ABmix 2.500 ppm dengan pelarut campuran air tambak dan air destilat 1:5 yang diberi *Trichoderma*, ABmix 2500 ppm dengan pelarut air destilat yang diberi *Trichoderma*, serta air payau yang diberi *Trichoderma*. Masing-masing perlakuan disingkat sebagai AB-Mix, AB-Mix - air kolam - *Trichoderma*, AB-Mix – *Trichoderma*, dan *Trichoderma*-Air kolam.

Percobaan dengan empat macam perlakuan tersebut disusun dalam Rancangan Acak kelompok yang diulang lima kali. Tiap satuan percobaan berada dalam satu baki yang terdiri atas 8 tanaman. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun pada umur 10 dan 20 hari setelah transplantasi, serta bobot segar panen. Sebagai pendukung diukur total populasi total mikroba dan total populasi plankton pada awal dan akhir percobaan, serta pH, suhu, dan salinitas rata-rata harian pada saat pemindahan tanaman ke baki hidroponik, serta 10 dan 20 hari berikutnya.

Analisis ragam (ANOVA pada taraf uji 5%) dilakukan terhadap semua data hasil pengamatan. Terhadap variabel yang menunjukkan adanya perbedaan nyata akan dilanjutkan analisisnya dengan Uji BNT 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pertumbuhan

Konsorsium *Trichoderma* pada beberapa campuran media hidroponik berpengaruh terhadap tinggi tanaman pakcoy pada 10 dan 20 hari setelah transplantasi (HST) ($p < 0.01$). Rerata pengaruh perlakuan (Tabel 1) menunjukkan *Trichoderma* dan air tambak berperan sebagai substituen pemberian AB-Mix.

Aplikasi konsorsium agen hayati *Trichoderma* memperlihatkan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0.01$) sebagai penyedia nutrisi terhadap jumlah dan luas daun pakcoy baik pada 10 maupun 20 HST. Tabel 2 dan 3 masing-masing memperlihatkan rerata jumlah daun pada 10 dan 20 HST.

Tabel 1. Pengaruh Nutrisi Hidroponik yang diperkaya Agen Hayati *Trichoderma* dan Air Tambak terhadap Tinggi Pakcoy (cm) pada 10 dan 20 HST

Perlakuan	Tinggi 10 HST	Tinggi 20 HST
ABMix (kontrol)	14,93 ± 2,56 a	15,57 ± 0,72 a
ABMix-Air tambak+Tricho	15,94 ± 0,31 a	16,05 ± 0,74 a
Air tambak-Tricho	6,20 ± 0,61 b	6,78 ± 0,10 b
ABMix-Tricho	15,19 ± 4,02 a	15,99 ± 0,56 a

Keterangan: Huruf yang berbeda mengikuti angka pada tiap kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda (BNT 5% masing-masing 2,28 dan 0,56)

Tabel 2. Pengaruh Nutrisi Hidroponik yang diperkaya Agen Hayati *Trichoderma* dan Air Tambak terhadap Jumlah Daun Pakcoy (cm) pada 10 dan 20 HST

Perlakuan	Jumlah daun 10 HST	Jumlah daun 20 HST
ABMix (kontrol)	7,07 ± 0,45 ab	8,55 ± 0,89 b
ABMix-Air tambak+Tricho	5,54 ± 0,83 a	9,81 ± 0,70 a
Air tambak-Tricho	3,80 ± 0,68 c	5,81 ± 0,27 c
ABMix-Tricho	6,81 ± 0,75 b	9,43 ± 0,46 a

Keterangan: Huruf yang berbeda mengikuti angka pada tiap kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda (BNT 5% masing-masing 0,66 dan 0,59)

3.2 Bobot Panen

Aplikasi agen hayati *Trichoderma* dan air tambak berpengaruh terhadap bobot segar panen tanaman pakcoy ($p < 0,01$) dengan rerata masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Tabel 4

3.3 Total Mikroba dan Plankton serta Lingkungan Fisik

Hasil pengamatan rata-rata kepadatan populasi mikroba pada kondisi awal yaitu pada air kolam tambak dan kondisi air pada media hidroponik disajikan pada Tabel 5, sedangkan total plankton disajikan pada Tabel 6.

Hasil pengamatan terhadap empat faktor penting yang biasa diukur pada kegiatan budidaya udang Vaname dan diukur pada percobaan ini meliputi pH, suhu rata-rata, salinitas, dan oksigen terlarut harian pada air media tanam hidroponik disajikan pada Tabel 7.

Aplikasi *Trichoderma* yang dikombinasikan dengan AB-Mix 50% konsentrasi standard baik tanpa dan dengan air kolam tambak telah menunjukkan pertumbuhan tanaman pakcoy yang sama bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan AB-Mix saja (kontrol) pada 10 dan 20 hari setelah transplantasi (Tabel 1, 2, 3). Hasil ini juga konsisten dengan bobot panen pakchoi (Tabel 4). *Trichoderma* menunjukkan perannya di dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman

(Kumawat, 2017). Pada percobaan ini substitusi AB-Mix sebesar 50% konsentrasi rekomendasi aplikasi dengan pemberian formula konsorsium *Trichoderma* dan dengan penambahan air kolam budidaya udang Vaname memperlihatkan dukungan pertumbuhan dan produksi biomassa pakcoy yang lebih tinggi dibandingkan hanya menggunakan AB-Mix dengan konsentrasi optimal (Tabel 1-4). Media tanam yang mengandung *Trichoderma* dan air kolam saja tanpa AB-Mix tidak mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Hal ini sekaligus membuktikan bahwa AB-Mix berperan dalam menyediakan nutrisi dasar bagi tanaman hidroponik.

Air kolam limbah budi daya udang menyumbangkan bahan organik baik kotoran udang dan cangkang hasil molting udang. *Trichoderma* secara ekstraseluler menghasilkan peroksidase, selulase, dan berbagai enzim hidrolitik lainnya untuk mendegradasi bahan organik dan mineralisasinya (Hu *et al.*, 2016), serta kitinase (Mohidin *et al.*, 2021) yang dapat mendegradasi senyawa kitin penyusun utama cangkang udang. Suhu media antara 30-34°C (Tabel 7) menciptakan kondisi yang sesuai bagi aktivitas kitinase yang dihasilkan *Trichoderma* (Boldini *et al.*, 2021). Pada perlakuan yang menggunakan *Trichoderma* (Tabel 1-4) tampak hampir semua variabel pertumbuhan memperlihatkan rerata yang tinggi melampaui kinerja persenyawaan kimia AB-Mix. Di air tambak tersendiri terkandung mikroba (Tabel 5) dan plankton (Tabel 6) yang menyediakan sel-sel mati sebagai bahan organik yang dapat

Tabel 3. Pengaruh Nutrisi Hidroponik yang diperkaya Agen Hayati *Trichoderma* dan Air Tambak terhadap Luas Daun Pakcoy (cm²) pada 10 dan 20 HST

Perlakuan	Luas daun 10 HST	Luas daun 20 HST
ABMix (control)	30.07 ± 5.47 b	47,22 ± 7,99 c
ABMix-Air tambak+Tricho	37,88 ± 4.39 a	58,46 ± 4,46 a
Air tambak-Tricho	11,59 ± 1.27 c	12,18 ± 0,99 d
ABMix-Tricho	30.37 ± 8.04 b	53,92 ± 7,18 b

Keterangan: Huruf yang berbeda mengikuti angka pada tiap kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda (BNT 5% masing-masing 5,09 dan 5,53)

Tabel 4. Pengaruh Nutrisi Hidroponik yang diperkaya Agen Hayati *Trichoderma* dan Air Tambak terhadap Bobot Panen per Tanaman pakcoy (g)

Perlakuan	Bobot segar panen (g)
ABMix (control)	27.57 ± 4,72 c
ABMix-Air tambak+Tricho	38,45 ± 3,38 a
Air tambak-Tricho	6,91 ± 1,71 d
ABMix-Tricho	33,98 ± 6,65 b

Keterangan: Huruf yang berbeda mengikuti angka menunjukkan pengaruh yang berbeda (BNT 5% 4,26)

didegradasi oleh *Trichoderma*. Mineralisasi di dalam air media hidroponik sebagai hasil kinerja mikroba perombak ini akan menyediakan hara menjadi nutrisi tanaman (Pelagio-Flores *et al.*, 2017). Fungi yang sekerabat dengan konsorsium agen hayati ini telah membuktikan sumbangnnya dalam peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman (Ali *et al.*, 2015; Saravanakumar *et al.*, 2016).

Hasil kinerja fungi *Trichoderma* berupa total biomassa yang tinggi ditunjukkan oleh bobot segar panen tanaman sekaligus membuktikan kemampuannya memanfaatkan sumberdaya di lingkungan hidupnya secara efisien (Moon *et al.*, 2017; Oyeleye & Normi, 2018). Kondisi ini memberikan kemafaatan bagi pertumbuhan tanaman (Miftahurrohmat & Sutarmanto, 2020). Senyawa ekstraselular sebagai produk aktivitas *Trichoderma* dapat berperan sebagai pengatur pertumbuhan (Buysens *et al.*, 2016; Vinale *et al.*, 2014) yang setelah diserap tanaman akan mendorong peningkatan pertumbuhan vegetative tanaman (Shang, Liu & Xu, 2020). Fungi ini juga berperan dalam mendukung interaksinya yang positif dengan tanaman dan organisme yang menguntungkan di rhizosfer (Singh *et al.*, 2018) termasuk efeknya terhadap plakton sekaligus sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan populasi mikroba di

dalam media tanam (Tabel 5 dan 6). Namun demikian peran plankton dalam percobaan ini tidak dapat disimpulkan telah menyumbangkan nutrisi tanaman. Meskipun jumlahnya mencapai rata-rata 6,15-7,72 x 10⁴ individu mL⁻¹, tapi jumlah jenisnya rendah. Keragaman jenis yang rendah ini menyebabkan plankton demikian tidak produktif dan tidak memberikan kontribusi yang signifikan dalam sistem air (Chen *et al.*, 2018) khususnya untuk membantu pertumbuhan tanaman. Penurunan oksigen terlarut (Tabel 7) sebagai akibat pemanfaatan oleh mikroba aerob yang bertumbuh populasinya (Tabel 5-6); kondisi ini dapat meningkatkan pertumbuhan alga (Kishi *et al.*, 2020), meskipun dalam percobaan ini tidak dapat ditentukan jumlah dan peningkatan individu plankton hidup.

Di dalam air tambak yang mengandung *Lactobacillus* spp. pada percobaan ini memegang peranan dalam meningkatkan kualitas media tumbuh. Bakteri ini juga memiliki peran penting dalam mendegradasi bahan organik yang biasa dihasilkan dari limbah budidaya udang (Ringo *et al.*, 2020) sehingga hasil mineralisasinya dimanfaatkan oleh tanaman pakcoy. Data fisik (Tabel 7) dengan pH serta salinitas, suhu, dan oksigen terlarut yang kondusif bagi penciptaan tempat hidup organisme air aerob sehingga pertumbuhan mikroba terdorong seperti dibuktikan pada percobaan ini di mana total mikroba pada perlakuan yang mengandung air kolam tambak tinggi. Hal ini juga tidak lepas dari kemampuannya menekan mikroba merugikan (Sewaka *et al.*, 2019) dan kompatibel bagi mikroba menguntungkan. Namun demikian tampaknya pH rata-rata media sekitar 7-8 belum optimal bagi pakcoy, sehingga pada perlakuan standard hanya dengan AB-Mix semua variabel pertumbuhan dan produksi biomassa pada semua pengamatan lebih rendah dibandingkan pemberian AB-Mix 50% konsentrasi aplikasi yang ditambahkan *Trichoderma* dan air tambak. pH optimal pakcoy adalah 5-7 (Setiawan *et al.*, 2015).

Tabel 5. Kepadatan Total Mikroba saat Awal dan Akhir Percobaan

Perlakuan	Awal (CFU.mL ⁻¹)*	Akhir (CFU.mL ⁻¹)
ABMix-Tricho	2,80x10 ⁴ ± 0,28x10 ⁴	3,47x10 ⁵ ± 2,59x10 ⁵
Air tambak-Tricho	2,80x10 ⁴ ± 0,28x10 ⁴	0,38x10 ⁵ ± 0,16x10 ⁵
ABMix-Air tambak+Tricho	2,80x10 ⁴ ± 0,28x10 ⁴	9,23x10 ⁵ ± 3,92x10 ⁵
ABMix (control)	2,80x10 ⁴ ± 0,28x10 ⁴	0,48x10 ⁵ ± 0,39x10 ⁵

Keterangan: *Kondisi awal menggunakan air yang sama sebelum diberi konsorsium *Trichoderma*

Tabel 6. Kepadatan Total Plankton saat Awal dan Akhir Percobaan

Perlakuan	Awal (individu mL ⁻¹)	Akhir (individu mL ⁻¹)
ABMix-Tricho	0,51x10 ⁵ ± 0,10x10 ⁴	7,29x10 ⁵ ± 0,26x10 ⁵
Air tambak-Tricho	3,83x10 ⁵ ± 3,29x10 ⁴	6,15x10 ⁵ ± 0,17x10 ⁵
ABMix-Air tambak+Tricho	3,83x10 ⁵ ± 3,29x10 ⁴	7,72x10 ⁵ ± 0,91x10 ⁵
ABMix (control)	0,51x10 ⁵ ± 0,01x10 ⁴	4,08x10 ⁵ ± 0,46x10 ⁵

Tabel 7. Hasil Pengukuran Lingkungan Fisik pada 0, 10, dan 20 Hari Setelah Tanam

Parameter	0 HST	10 HST	20 HST
pH	6,9 ± 0,91	7,1 ± 0,35	7,7 ± 0,57
Suhu (°C)	30,4 ± 0,49	34,0 ± 0,28	34,5 ± 0,07
Salinitas (%)	8,5 ± 0,71	8,8 ± 0,36	9,3 ± 0,35
Oksigen terlarut (ppm)	8,0 ± 0,74	4,2 ± 0,02	3,8 ± 0,64

4. KESIMPULAN

Penggunaan konsorium agen hayati fungi *Trichoderma* yang dikombinasikan dengan air kolam budidaya udang vaname dan dengan AB-Mix 50% konsentrasi aplikasi berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi biomassa tanaman pakcoy. Kombinasi secara bersama-sama dengan pemberian air tambak mampu mensubstitusi sebanyak 50 % konsentrasi standard AB-Mix sebagai nutrisi berupa senyawa kimia anorganik dalam budidaya pakcoy secara hidroponik. Penggunaan *Trichoderma* yang dikombinasikan dengan air tambak dan dengan AB-Mix 50% konsentrasi aplikasi berpengaruh meningkatkan tinggi, jumlah daun, dan luas daun tanaman pada 10-20 hari setelah transplanting ke dalam sistem hidroponik, serta meningkatkan bobot segar panen tanaman pakcoy dibandingkan dengan pemberian AB-Mix konsentrasi optimal rekomendasi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kemendikbudristek RI disampaikan terima kasih atas dukungan pendanaan melalui Program Matching Fund yang tertuang dalam Kontrak antara

Sekretariat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kemendikbudristek dan Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Nomor: 220/E1/KS.06.02/2022 dan Nomor: 1577/II.3.AU/02.00/C/MOU/VII/2022.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H.Z., R.S. Mohammedand, & H.M. Aboud. 2015. Efficiency of Organic Matter Levels and Bio Fungus *Trichoderma harzianum* on Cucumber Plant. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science Ver. I* 8(6): 2319–72.
- Baldoni, D.B., Z.I. Antonioli, M.A. Mazutti, R.J.S. Jacques, A.C. Dotto, Oliveira, A. Silveira, R.C. Ferraz, V.B. Soares, & A.R.C. de Souza. 2020. Chitinase Production by *Trichoderma* Koningiopsis using Solid State Fermentation. *Braz J Microbiol.* 51(4):1897-1908.
- Bhandari, S.R., J.S. Jo, & J.G. Lee. 2015. Comparison of Glucosinolate Profiles in Different Tissues of Nine Brassica Crops. *Molecules.* 20(9): 15827–15841.
- Butt, U.D., N. Lin, N. Akhter, T. Siddiqui, S.H. Li, & B. Wu. 2021. Overview of The Atest Developments in The Role of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in Shrimp Aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology.* 114:263-281.

- Buysens, C., V. César, F. Ferrais, H.D. de Boulois, & S. Declerck, 2016. Inoculation of *Medicago sativa* cover crop with *Rhizophagus irregularis* and *Trichoderma harzianum* increases the yield of subsequently-grown potato under low nutrient conditions. *Appl. Soil Ecol.* 105:137-143.
- Cechi, A., J. Stahlecker, M. E. Dowling, & G. Schnabel. 2019. Diversity in Species Composition and Fungicide Resistance Profiles in *Colletotrichum* Isolates from Apples. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 158:18–24.
- Chen, B., S.L. Smith, & K.W. Wirtz, 2018. Effect of Phytoplankton Size Diversity on Primary Productivity in the North Pacific: Trait Distributions under Environmental Variability. *Ecology Letters.* 22(1):55-66.
- Du, Y., B. Wang, K. Jiang, M. Wang, S. Zhou, M. Liu, and L. Wang. 2019. Exploring the Influence of The Surface Proteins on Probiotic Effects Performed by *Lactobacillus pentosus* HC-2 using Transcriptome Analysis in *Litopenaeus vannamei* midgut. *Fish Shellfish Immuno.* 187:853–870.
- Gava, C.A.T. & Pinto, J.M., 2016. Biocontrol of Melon Wilt Caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *Melonis* using Seed Treatment with *Trichoderma* spp. and Liquid Compost. *Biological Control.* 97:13-20.
- Hu, X., D.P. Roberts, L. Xie, C. Yu, Y. Li, L. Qin, & X. Liao. 2016. Use of Formulated *Trichoderma* sp. Tri-1 in Combination with Reduced Rates of Chemical Pesticide for Control Of *Sclerotinia sclerotiorum* on Oilseed Rape. *Crop Prot.* 79:124-127.
- Jallow, M.F.A., D.G Awadh, M.S. Albaho, V.Y. Devi, & B.M. Thomas. 2017. Pesticide Knowledge and Safety Practices Among Farm Workers in Kuwait: Results of a Survey. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 14 (4):340.
- Kishi, M, K. Nagatsuka, & T. Toda. 2020. Effect of Membrane Hydrophobicity and Thickness on Energy-Efficient Dissolved Oxygen Removal from Algal Culture. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology.* 8: 978.
- Mansyur, A., & A. M. Tangko. 2016. Probiotik: Pemanfaatannya untuk pakan ikan berkualitas rendah. *Media Akuakultur.* 3(2): 145-149.
- Miftahurrohmat, A., & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 821:1-8.
- Mohiddin, F.A., S.A. Padder, A.H. Bhat, M.A. Ahanger, A.B. Shikari, S.H. Wani, F.A. Bhat, S.U. Nabi, A. Hamid, N.A. Bhat, N.R. Sofi, S.A., Waza, B. Hamid, S. Parveen, A. Hussain, A.N. Bhat, O.M. Ali, M.S. Dar, & A.A.H.L. Abdel L. 2021. Phylogeny and Optimization of *Trichoderma harzianum* for Chitinase Production: Evaluation of Their Antifungal Behaviour against the Prominent Soil Borne Phyto-Pathogens of Temperate India. *Microorganisms.* 9 (9):1-20.
- Moon, C., D.J. Seo, Y.S. Song, S.H. Hong, S.H. Choi, & W.J. Jung, 2017. Antifungal Activity and Patterns of N-Acetyl-Chitooligosaccharide Degradation via Chitinase Produced from *Serratia Marcescens* PRNK-1. *Microb. Pathog.* 113:18–224.
- Mustafa, M.F., M. Bunga, & M. Achmad. 2019. Penggunaan Probiotik untuk Menekan Populasi Bakteri *Vibrio* sp. pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Torani: JFMarSci.* 2 (2): 69-76.
- Oyeleye, A.A. & Y.M. Norm. 2018. Chitinase: Diversity, Limitations, and Trends in Engineering for Suitable Applications. *Bioscience reports* 38(4):1-56.
- Pagani, A.P.S., A.C. Dianese, & A.C. Café-Filho. 2014. Management of Wheat Blast with Synthetic Fungicides, Partial Resistance and Silicate and Phosphite Minerals. *Phytoparasitica.* 42: 609–617.
- Park, J.E., J. Kim, E. Purevdorj, Y.J. Son, C.W. Nho, & G. Yoo, 2021. Effects of Long Light Exposure and Drought Stress on Plant Growth and Glucosinolate Production in Pak Choi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*). *Food Chemistry.* 340:1-8.
- Pelagio-Flores, R., S. Esparza-Reynoso, A. Garnica-Vergara, J. López-Bucio, & A. Herrera-Estrella. 2017. *Trichoderma*-induced acidification is an early trigger for changes in *Arabidopsis* root growth and determines fungal phyto-stimulation. *Front. Plant Sci.* 8:1-13.
- Ringø, E., H. V. Doan, S. Lee, & S.K. Song. 2020. Lactic Acid Bacteria in Shellfish: Possibilities and Challenges. *Rev Fish Aquacult.* 28(2):139–169.
- Ringø, E.H., V. Doan, S.H. Lee, M. Soltani, S.H. Hoseinifar, R. Harikrishnan, & S.K. Song. 2020. Probiotics, Lactic Acid Bacteria and Bacilli: Interesting Supplementation for Aquaculture. *Journal of Applied Microbiology.*

- Saravanakumar, K., C. Yu, K. Dou, M. Wang, Y. Li, & J. Chen. 2016. Synergistic Effect of *Trichoderma*-Derived Antifungal Metabolites and Cell Wall Degrading Enzymes on Enhanced Biocontrol of *Fusarium oxysporum* f. sp. Cucumerinum. *Biol. Control*.94:37-46.
- Setiawan, I.G.P., A. Niswati, K. Hendarto, & S. Yusnaini. 2015. Pengaruh Dosis Vermikompos terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* l.) dan Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Taman Bogo. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(1):170-177.
- Sewaka, M., C. Trullas, A. Chotiko, C. Rodkhum, N. Chansue, S. Boonanuntanasam, & N. Pirarat. 2019. Efficacy of Synbiotic Jerusalem Artichoke and Lactobacillus Rhamnosus GG-Supplemented Diets on Growth Performance, Serum Biochemical Parameters, Intestinal Morphology, Immune Parameters and Protection Against *Aeromonas veronii* In Juvenile Red Tilapia (*Oreochromis* spp.). *Fish Shellfish Immunol*. 86: 260–268.
- Shang, J., B. Liu, & Z. Xu, 2020. Efficacy of *Trichoderma asperellum* TC01 against anthracnose and growth promotion of *Camellia sinensis* seedlings. *Biol. Control*. 143
- Singh, A., N. Shukla, B.C. Kabadwal, A.K. Tewari, & J. Kumar. 2018. Review on Plant-*Trichoderma*-Pathogen Interaction. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 7(02):2382–2397.
- Sutarman, A. Miftahurrohmat, & A.E. Prihatiningrum. 2022. Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties. *E3S Web of Conferences*. 361:1-8.
- Sutarman, A. Miftahurrohmat, I.R. Nurmallasari, & A.E. Prihatiningrum. 2021. In vitro Evaluation of The Inhibitory Power of *Trichoderma Harzianum* Against Pathogens that Cause Anthracnose in Chili. *Journal of Physics: Conference Series*. 1764.
- Sutarman, A.E. Prihatiningrum, A. Sukarno, & A. Miftahurrohmat. 2018. Initial Growth Response of Shallot on *Trichoderma* Formulated in Oyster Mushroom Cultivation Waste. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 420: 1-7.
- Vinale, F., K. Sivasithamparam, E.L. Ghisalberti, S.L. Woo, M. Nigro, R. Marra, N. Lombardi, A. Pascale, M. Ruocco, S. Lanzuise, G. Manganiello, & M. Lorito. 2014. *Trichoderma* Secondary Metabolites Active on Plants and Fungal Pathogens. *The Open Mycology Journal*. 8(1): 127–39.
- Wachid, A. & Sutarman, 2019. Inhibitory Power Test of Two *Trichoderma* Isolates In Vitro Way Againsts *Fusarium oxysporum* the Cause of Red Chili Stem Rot. *J. Phys.: Conf. Ser.*1232:1-5.
- Wijayanto, A., Hadijah, & S. Mulyani. 2020. Analisis Penggunaan Fermentasi Probiotik pada Pakan terhadap Produktifitas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *J. of Aquac. Environment*. 2(2): 27-29.
- You, J., J. Zhan, M. Wu, L. Yang, W. Chen, G. & Li. 2016. Multiple Criteria-Based Screening of *Trichoderma* Isolates for Biological Control of *Botrytis Cinerea* on Tomato. *Biological Control*. 101:31–38.
- Yunus, R., A. Haris, & Hamsah. 2020. Pengaruh Penambahan Kapur Dolomite dan Kapur Tohor dalam Media Pemeliharaan terhadap Moulting, Pertumbuhan dan Sintasan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan* 9(1): 39-47.
- Zhang, Y., G. Chen, T. Dong, Y. Pan, Z. Zhao, S. Tian, Z. & Hu. 2014. Anthocyanin accumulation and transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in Purple Bok Choy (*Brassica rapa* var. chinensis). *J. Agric. Food Chem*. 62(51): 12366–12376
- Zhou, S., Q. Tong, X. Pan, M. Cao, H. Wang, J. Gao, & X. Ou. 2021. Research on Low-Carbon Energy Transformation of China Necessary to Achieve the Paris Agreement Goals: A Global Perspective. *Energy Economics*. 95:105-137.
- Zuo, Z.H., B.J. Shang, Y.C. Shao, W.Y. Li, & J.S. Sun. 2019. Screening of Intestinal Probiotics and the Effects of Feeding Probiotics on The Growth, Immune, Digestive Enzyme Activity and Intestinal Flora of *Litopenaeus vannamei*. *Fish Shellfish Immunol*. 186:160–168.