

INOVASI APLIKASI ASAP CAIR DAN AGENS HAYATI SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN SERANGAN HAMA DAN PENYAKIT PADA PADI (*Oryza sativa* L.)

Istiqomah^{1*}, Dian Eka Kusumawati¹, dan Army Dita Serdani²

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Islam Darul 'Ulum

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Islam Balitar

*corresponding author: istiqomah@unisda.ac.id

Abstract

Article history:

Received 5 Januari 2022

Accepted 15 Maret 2021

Published 30 April 2021

Rice is a staple food source for most of Indonesia's population. The efforts which increase rice production are through plant protection from pests and diseases. The alternative to control pests and diseases used the application of biocontrol agents and liquid smoke. This research aimed to determine the effect of liquid smoke and biocontrol agents in suppressing pest and disease attacks on rice plants. This research used two treatments, liquid smoke and biocontrol agents were applied and conventional ricefield (control with chemical pesticides). Observation parameters included types of pests and diseases found, pest populations found, disease severity, the weight of 1000 grains, and wet weight of grain per hectare. Data were analyzed using a t-test with an accuracy level of 95%. The results showed that biocontrol agents and liquid smoke in rice plants could reduce the population of brown planthopper, suppress bacterial leaf blight, and blast disease, and increase rice yields.

Keywords: Biocontrol agents; disease; liquid smoke; pest; rice.

Pendahuluan

Bidang pertanian memiliki peran penting dalam meningkatkan ekonomi nasional. Salah satu komoditas utama yaitu beras sebagai sumber makanan pokok yang berasal dari tumbuhan padi. Permintaan beras berbanding lurus seiring meningkatnya jumlah penduduk (Kementerian Pertanian, 2015). Tumbuhan padi menjadi tumbuhan komoditas pangan utama di Indonesia karena penduduk Indonesia mayoritas penduduknya menjadikan nasi sebagai makanan pokoknya dibandingkan jenis sumber bahan pangan lain contohnya umbi-umbian maupun jagung.

Meningkatnya jumlah permintaan beras dalam negeri perlu diimbangi dengan adanya peningkatan hasil panen. Beberapa usaha yang bisa dilakukan diantaranya optimalisasi teknik budidaya tumbuhan padi, metode pencegahan serangan hama dan penyakit, pemilihan bibit/varietas unggul, dan pemberian nutrisi tanaman baik cair atau padat (Amiroh et al., 2018). Secara umum usaha yang dilakukan petani untuk meningkatkan hasil panen yaitu melalui penyemprotan pestisida kimia untuk menekan serangan penyakit dan hama serta pemberian pupuk kimia untuk menyuburkan tanah dan tanaman.

Pemberiaan dosis pestisida dari bahan

kimia yang tidak sesuai dengan takaran bisa mengakibatkan kekebalan atau resistensi hama dan pencemaran racun pada lingkungan (Djojosumarto, 2008). Alternatif pengendalian hama dan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dapat dilakukan dengan insektisida nabati dan agens hayati. Asap cair merupakan jenis insektisida nabati yang dapat menekan jumlah populasi hama (Kim et al., 2008). Mikroba yang dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati adalah dari golongan bakteri meliputi *Bacillus* dan *Pseudomonas* atau formulanya dikenal sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) (Istiqomah dan Kusumawati, 2020).

Asap cair (*liquid smoke*) adalah hasil proses kondensasi dari uap pembakaran sekam padi dari limbah pertanian (La Tima, 2016). Limbah organik yang diolah menjadi asap cair dan arang bermanfaat untuk mengurangi jumlah limbah dan meningkatkan kesuburan tanah (Gusmailina dan Pari, 2002). Selain itu asap cair dari proses pirolisis dapat mengurangi serangan hama dan penyakit tanaman (Minarni, 2009). Pengendalian penyakit secara hayati adalah upaya untuk mengendalikan serangan patogen dengan memanfaatkan agens hayati berupa agens hayati. Cara kerjanya yaitu dengan menekan tingkat pertumbuhan hama dan bersaing untuk menguasai sari makanan dan ruang gerak dari patogen yang diincar. Jenis mikroba alami yang dimanfaatkan sebagai agens hayati yaitu *Streptomyces* sp., *Geobacillus* sp., *Corynebacterium*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*. Aplikasi *Bacillus subtilis* mampu menekan serangan penyakit hawar daun hingga 21% (Wartono et al., 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektifitas agens hayati dan asap cair dalam mengendalikan hama dan penyakit pada padi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Centini, Kecamatan Laren, Kabupaten Lamongan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – September 2021. Alat yang digunakan dalam

penelitian ini yaitu peralatan untuk mengolah tanah, *sprayer*, pita ukur, neraca analitik dan manual, serta peralatan lain. Bahan-bahan yang digunakan di antaranya asap cair hasil pirolisis sekam padi, pupuk petrogenik, urea, phonska (Nitrogen (N) 15%, Difosforus Pentaoksida (P₂O₅) 15%, Kalium Oksida (K₂O) 10%, Sulfur (S) 10%), pupuk *Triple Super Phosphate* (TSP), bakterisida, herbisida, fungisida, dan agens hayati seperti *Streptomyces* sp., *Bacillus* sp., *Corynebacterium*, PGPR yang terdiri dari *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*.

Lahan yang digunakan terdiri dari 10 petak perlakuan budidaya padi sistem pengendalian hayati dan asap cair dan 10 petak budidaya padi konvensional. Setiap satu petak lahan memiliki ukuran 4 m² dan rentang jarak penanamannya yaitu 20 x 20 cm. Asap cair didapatkan dari limbah sekam padi yang diproduksi oleh Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Ketindan, Lawang, Kabupaten Lawang.

Pada budidaya padi dengan sistem pengendalian hayati dan asap cair, lahan tanah yang digunakan untuk menanam padi dibajak menggunakan traktor sehingga sisa-sisa jerami sebelumnya juga ikut terolah. Dua hari sebelum penanaman untuk persemaian, lahan diberi pupuk petrogenik sebanyak 168 kg. Benih padi yang digunakan adalah Cihayang. Benih padi direndam larutan PGPR selama 8 jam dengan takaran 10 ml/L dan diperam selama 1 x 24 jam hingga bibit padi berkecambah. Dilakukan penyemprotan PGPR saat padi berumur 5 dan 8 HSS (Hari Setelah Semai) dengan takaran 20 ml/L untuk mempercepat pertumbuhan.

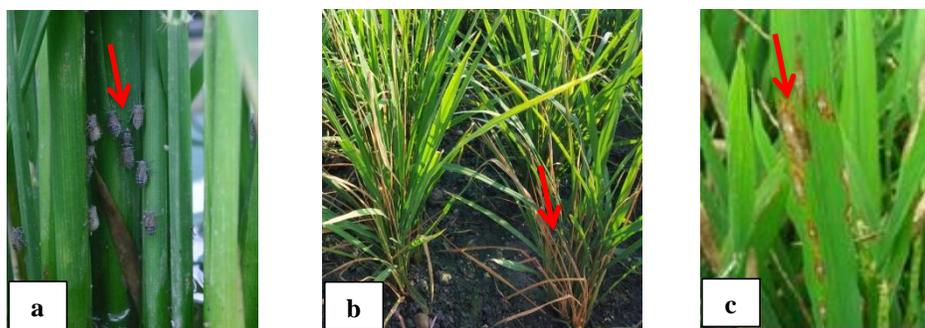
Pemupukan urea dilakukan saat bibit padi berumur 8 HSS. Benih padi dipindah tanam saat berusia 16 HSS dan sebelum dipindah tanam akar padi dicelupkan kedalam cairan *Corynebacterium* dengan takaran 5 ml/L. Padi ditanam dengan jarak tanam 20x20 cm. Pemberian pupuk dilakukan berdasarkan dosis rekomendasi yaitu pupuk urea 300 kg per hektar, pupuk *Triple Super Phosphate* (TSP) 50 kg per hektar. Pemberian agen hayati *Streptomyces* sp., dan *Bacillus* sp. dengan cara disemprotkan

ke tanaman dengan interval satu pekan sekali hingga padi berumur 60 HST. Penyemprotan asap cair dengan konsentrasi 2% saat benih padi berusia 15 HST selama 2 bulan dengan rentang waktu setiap 7 hari sekali.

Pada budidaya padi konvensional, lahan tanah yang digunakan untuk menanam padi dibajak dengan traktor. Pada dua hari sebelum penanaman lahan diberi pupuk petragonik sebanyak 168 kg. Varietas padi yang digunakan adalah Ciherang. Perendaman benih padi dilakukan selama 1 x 24 jam kemudian dilakukan pemeraman selama 1 hari. Dilakukan penyemprotan hama dengan insektisida saat bibit padi berusia 7 HSS. Benih padi dipindah tanam di lahan jika berumur 25 HSS. Padi ditanam dengan jarak tanam 20 x 20 cm. Cara perawatan benih padi yang ditanam di lahan konvensional yaitu untuk penaburan pupuk sesuai dengan kebiasaan petani pada umumnya. Pengendalian hama dilakukan dengan penyemprotan insektisida. Apabila terdapat gejala serangan penyakit dilakukan penyemprotan dengan fungisida dan bakterisida.

Parameter yang diamati yaitu jenis hama dan penyakit yang ditemukan, populasi hama yang ditemukan, keparahan persentase penyakit, bobot seribu bulir, dan bobot basah gabah per hektar. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji t dengan tingkat ketelitian sebesar 95%.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 1. Hama dan penyakit yang ditemukan di lahan penelitian: a. WBC (*Nilaparvata lugens*), b. Penyakit kressek/hawar daun, c. Penyakit blas

Jenis Hama dan Penyakit yang ditemukan di lahan

Hama yang ditemukan di lahan penelitian adalah WBC (Wereng Batang Coklat) atau dikenal dengan nama latin *Nilaparvata lugens*. Penyakit yang ditemukan adalah penyakit kressek akibat serangan bakteri *Xanthomonas oryzae* serta penyakit blas ditimbulkan oleh *Pyricularia oryzae*. Gambar 1 adalah dokumentasi yang ditemukan di lahan penelitian.

Hasil Pengamatan di lahan penelitian, serangan hama dan penyakit ditemukan pada saat fase vegetatif padi (40 hari setelah tanam/HST). Terdapat 2 fase wereng batang coklat (WBC) yang ditemukan yaitu fase nimfa dan fase imago (dewasa), namun fase imago mendominasi populasi WBC. Pada fase nimfa wereng bergerombol dan menyerang batang padi bagian bawah. Pada fase dewasa (imago) wereng bergerombol di batang batang atas dan daun padi. Fase imago ditandai dengan adanya sayap yang sempurna pada tubuhnya. Ciri-ciri tubuh WBC yaitu bagian punggung memiliki warna kecoklatan dan bergaris coklat seperti yang disampaikan oleh Mochida dan Okada (1979) yaitu adanya garis-garis panjang berjumlah tiga dengan warna coklat muda. WBC merupakan jenis hama yang paling banyak dijumpai di tumbuhan padi. Akibat serangan WBC ini hasil panen bisa mengalami penyusutan satu sampai dengan dua ton per hektar (Bachaki dan Mejaya, 2015).

Saat tanaman padi berumur 30 HST rentan terserang penyakit kresek atau hawar daun yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae*. Gejala serangan penyakit ini adalah daun berwarna kuning seperti terbakar atau munculnya garis berwarna kuning pada daun. Pada awalnya hanya muncul di bagian ujung daun tetapi lama kelamaan semakin melebar dan merusak bagian pinggir daun yang mengakibatkan bentuk daun berombak. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Safni (2020), terdapat dua jenis penyakit hawar daun akibat aktivitas bakteri diantaranya gejala saat tanaman berusia 30 HST disebut kresek sedangkan tanda-tanda yang muncul saat tumbuhan sudah memiliki stadia anakan hingga tumbuhan tua yaitu hawar (*blight*).

Pada saat umur padi yang sama juga ditemukan penyakit blas yang ditimbulkan oleh *Pyricularia oryzae*. Gejala serangan yang ditemukan di lahan berupa bintik-bintik dengan bentuk belah ketupat yang berujung runcing dengan warna abu-abu di bagian tengah sedangkan di bagian pinggir terdapat garis berwarna coklat hingga coklat kemerahan pada daun. Jenis penyakit ini dapat merusak bagian *neck blast*, *node blast*, *colar blast*, *leaf blast* dan biji padi (Novrika, 2019).

Pengaruh Asap Cair Dan Agens Hayati Terhadap Penekanan Serangan Hama Wereng Batang Coklat Pada Tanaman Padi

Data yang diperoleh dari hasil uji t menunjukkan bahwa rata-rata populasi wereng batang coklat di lahan konvensional dan lahan aplikasi agens hayati dan asap cair menunjukkan hasil yang signifikan atau berbeda nyata ($p= 0.11$). Data rata-rata kelompok WBC dapat dilihat pada Tabel 1.

Rerata populasi wereng batang coklat pada lahan yang diaplikasikan agens hayati dan asap cair (15,4) memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata kelompok wereng batang coklat di lahan konvensional yaitu 31,5. Adanya perbedaan populasi wereng batang coklat di kedua lahan ini diduga disebabkan oleh metode pengendalian hama di antara keduanya. Metode pengendalian hama konvensional mengacu pada kebiasaan petani setempat, penyemprotan insektisida dilakukan saat tanaman telah rusak oleh serangan wereng batang coklat. Menurut Pujiharti *et al.* (2008) ambang ekonomi wereng batang coklat adalah jika jumlahnya telah mencapai 15 ekor per rumpun. Lokasi penelitian merupakan lokasi endemic wereng batang coklat. Rerata populasi wereng batang coklat 31,5 ekor per rumpun telah menimbulkan gejala kerusakan yaitu menguningnya daun dan kelayuan pada batang. Tingginya aktivitas hama wereng batang coklat menyebabkan rusaknya tumbuhan (*hooperburn*) (Harini *et al.*, 2013). Hal ini karena gangguan wereng batang coklat menimbulkan terjadinya pengurangan zat hijau daun serta menghambat terjadinya proses fotosintesis (Watanabe dan Kitagawa, 2000).

Pemberian asap cair telah terbukti mampu menurunkan populasi hama utama tanaman padi (Istiqomah dan Kusumawati, 2019) dan hama pada tanaman hortikultura (Qomariyah, 2013). Asap cair mengandung fenol yang bersifat racun dan juga memberi aroma yang menyengat sehingga dapat mengurangi keberadaan hama (Putri *et al.*, 2015). Asap cair juga berfungsi sebagai *antifeedant* yang bereaksi dengan pusat syaraf hama dan mengurangi nafsu makan serta mengganggu keseimbangan hormon ecdison dan hormon juvenile pada hama (Retnakaran *et al.*, 1995).

Tabel 1. Rerata populasi Wereng Batang Coklat (WBC)

Perlakuan	Rerata Jumlah WBC per Rumpun
	$\bar{x} \pm SE$
Agens Hayati + asap cair	15,4 \pm 1,8
Konvensional	31,5 \pm 6,2
P	0,11

Konsep penggunaan agensia hayati dan tanpa pestisida kimia juga menunjang berkembangnya populasi mikroba bermanfaat lainnya yang dapat berfungsi sebagai musuh alami hama misalnya jamur parasit hama serangga *Beauveria bassiana* (Koswanudin dan Tri, 2014).

Pengaruh Asap Cair Dan Agens Hayati Terhadap Penekanan Serangan Penyakit Pada Tanaman Padi

Berdasarkan hasil uji t terhadap rerata masa inkubasi dan persentase keparahan penyakit hawar daun dan blas pada lahan konvensional dan lahan aplikasi agens hayati dan asap cair menunjukkan hasil persentase yang berbeda. Data rerata inkubasi dan keparahan penyakit disajikan pada Tabel 2.

Rerata masa inkubasi penyakit hawar dan penyakit blas dan memiliki kisaran lama hari antara 2-3 minggu setelah tanam (MST). Gejala paling awal diamati pada 2 MST (14 HST/hari setelah tanam). Gejala penyakit kresak (Hawar Daun Bakteri) pada 2 MST di lahan konvensional dan 3 HST di lahan aplikasi agensia hayati dan asap cair yaitu daun tanaman padi berwarna pucat dan menguning dimulai dari tepi daun kemudian daun dan

batang menguning dan layu (Gambar 1b). Hasil penelitian Safrizal (2020) menyatakan bahwa gejala serangan bakteri patogen *Xanthomonas oryzae* terjadi pada fase vegetatif awal (kurang dari 30 HST) disebut kresak dan serangan pada fase vegetatif lanjut hingga memasuki fase generatif disebut hawar daun bakteri. Gejala yang timbul adalah bagian ujung daun berwarna hijau kusam kemudian menguning memanjang di seluruh tepi daun dan diseluruh helai daun (Wahyudi et al., 2011).

Serangan penyakit blas pada lahan penelitian mulai muncul dengan gejala berupa bintik-bintik dengan bentuk belah ketupat yang berujung runcing dengan warna abu-abu di bagian tengah sedangkan di bagian pinggir terdapat bintik-bintik berwarna coklat hingga coklat kemerahan pada daun (Gambar 1b). Menurut (Yulianto, 2017) gejala blas mulai muncul pada saat padi berumur 40 HSS (Hari Setelah Semai) atau sekitar 2 MST. Bahaya serangan blas ini mengancam mulai dari fase awal vegetatif (blas daun) hingga pengisian bulir (blas leher malai), Adanya serangan blas (*Pyricularia oryzae*) dapat menyebabkan penyusutan hasil panen hingga mencapai 100% sehingga dapat disebut gagal panen atau fuso (Suganda et al., 2016).

Tabel 2. Rerata masa inkubasi dan presentase keparahan penyakit pada tanaman padi

Penyakit hawar daun/kresak (<i>Xanthomonas oryzae</i>)		
Perlakuan	Rerata Masa Inkubasi (MST)	Rerata Persentase Keparahan Penyakit (%)
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Agens Hayati + asap cair	3,0 ± 0,6	21,2 ± 1,3
Konvensional	2,3 ± 0,6	34,6 ± 5,1
p	0,06	0,00
Penyakit blas (<i>Pyricularia oryzae</i>)		
Perlakuan	Rerata Masa Inkubasi (MST)	Rerata Persentase Keparahan Penyakit (%)
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Agens Hayati + asap cair	3,2 ± 0,6	19,6 ± 1,3
Konvensional	2,5 ± 0,6	31,5 ± 5,1
p	0,06	0,00

Rerata persentase keparahan penyakit hawar daun bakteri mencapai 34,6% pada lahan konvensional dan 21,2% pada lahan dengan aplikasi agensia hayati dan asap cair. Sedangkan keparahan penyakit blas mencapai 19,6% (konvensional) dan 31,5% (agensia hayati dan asap cair). Perbedaan hasil ini diduga disebabkan oleh metode pengendalian yang diterapkan pada kedua lahan tersebut. Pada lahan konvensional pengendalian patogen dilakukan dengan penyemprotan pestisida bakterisida kimia sintetik. Penyemprotan dilakukan jika sudah terlihat gejala yang menyebar pada beberapa titik lahan tanaman padi. Aplikasi PGPR pada lahan perlakuan agensia hayati dan asap cair terbukti dapat menurunkan keparahan penyakit hingga 13,4%. Pengendalian hayati menggunakan PGPR dan beberapa bakteri antagonis lainnya dan juga aplikasi asap cair dilakukan mulai awal penyemaian hingga memasuki masa generatif tanaman padi. Hal ini diduga penyebab terkendalinya keparahan serangan patogen pada kedua penyakit tersebut.

Pemanfaatan mikroba sebagai agensia hayati dilaporkan efektif menekan serangan patogen tanaman dan belum ada hasil penelitian yang melaporkan adanya resistensi/kekebalan patogen terhadap agens hayati (Freeman et al., 2002). *Bacillus* sp. dapat mensintesis beberapa senyawa antibiotik diantaranya basilin, difisidin, subtilisin, oksidifisidin, basilomisin B, basitrasin, dan lesitinase (Stein, 2005) yang dapat menghambat perkembangan mikroba patogen penyebab penyakit pada tanaman (Ash et al., 1993). Komposisi lain dr PGPR adalah *Pseudomonas* sp., bakteri ini mampu bersaing untuk mendapatkan zat makanan dan juga mampu mensekresi metabolit contohnya antibiotik, siderofor, HCN (hidrogen sianida), dan enzim ekstraselluler yang menekan perkembangan patogen tanaman (Klopper et al., 1980). *Streptomyces* sp. dan *Corynebacterium* juga memiliki fungsi serupa dengan bakteri PGPR lainnya (Lestari, 2006). Kombinasi

pemberian agens hayati dan asap cair memberikan efek nyata penekanan keparahan penyakit. Budijanto et al. (2008) menyebutkan bahwa asap cair mengandung fenol yang bersifat toksik/racun bagi patogen tanaman, maka fungsinya sesuai sebagai insektisida nabati yang bertujuan mengurangi pertumbuhan OPT dan memiliki sifat *biodegradable* (mudah diurai oleh alam).

Pengaruh Asap Cair Dan Agens Hayati Terhadap Produksi Padi

Berdasarkan hasil uji t terhadap rerata berat 1000 bulir padi dan berat gabah basah pada lahan konvensional dengan lahan konvensional menunjukkan hasil yang signifikan atau berbeda nyata. Data rerata hasil produksi padi disajikan pada Tabel 3.

Rerata berat 1000 bulir padi pada lahan konvensional (26 gram) lebih rendah dibanding rerata berat 1000 bulir pada lahan agens hayati dan asap cair (27,9). Perolehan panen padi pada lahan konvensional (6,5 ton/ha) lebih rendah dibanding panen gabah pada lahan yang diaplikasikan agens hayati dan asap cair (7,6 ton/ha). Hal ini diduga karena perbedaan perlakuan pengendalian OPT (hama dan penyakit) pada kedua lahan tersebut. Padi pada lahan konvensional memiliki populasi WBC lebih tinggi dan keparahan serangan penyakit HDB dan blas lebih parah persentasenya dibanding dengan lahan yang diaplikasikan agens hayati dan asap cair. Gangguan OPT yang tinggi menyebabkan panen padi yang kurang optimal. Serangan penyakit dapat mengakibatkan kerugian panen hingga 14% di seluruh dunia (Agrios, 2005) sedangkan kerugian yang disebabkan oleh serangan WBC dapat mencapai 1-2 ton/ha (Baehaki dan Mejaya 2015).

Fungsi PGPR selain mampu menekan patogen yaitu juga mampu sebagai *biostimulan*. PGPR menghasilkan fitohormon atau Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang bermanfaat untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Hanafiah et al., 2005). Salah satu ZPT yang dihasilkan adalah IAA yang memiliki

fungsi sebagai kelompok auksin alami yang meregulasi dan mengatur beberapa proses fisiologi tanaman, meliputi pembelahan, diferensiasi sel serta proses sintesis protein (Idris *et al.*, 2007). Selain agensia hayati, asap cair juga mampu berperan untuk menstimulasi pertumbuhan tanaman. Kandungan asap cair yaitu asam asetat dan metanol dapat mempengaruhi percepatan pertumbuhan tanaman (Yatagai, 2002) dan kandungan asam asetat yang berperan sebagai prekursor hormon auksin (Sajuri dan Darjanto, 2017).

Kesimpulan

Aplikasi agens hayati dan asap cair pada tanaman padi dapat menekan populasi *Nilaparvata lugens*, menekan serangan penyakit kresek/HDB, penyakit blas, dan dapat meningkatkan hasil panen tanaman padi. Populasi wereng batang coklat pada lahan yang diaplikasikan agens hayati dan asap cair (15,4) memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan wereng batang coklat di lahan konvensional yaitu 31,5. Adapun persentase keparahan penyakit hawar daun bakteri mencapai 34,6% pada lahan konvensional dan 21,2% pada lahan dengan aplikasi agensia hayati dan asap cair. Sedangkan keparahan penyakit blas mencapai 19,6% (konvensional) dan 31,5% (agensia hayati dan asap cair). Selain itu pada produktivitas tanaman padi didapatkan berat 1000 bulir padi pada lahan konvensional (26 gram) lebih rendah dibanding rerata berat 1000 bulir pada lahan agens hayati dan asap cair (27,9). Perolehan panen padi pada lahan konvensional (6,5 ton/ha) lebih rendah dibanding panen gabah pada lahan yang diaplikasikan agens hayati dan asap cair (7,6 ton/ha).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agrios, G.N., 2005. Plant diseases caused by viruses, in: Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academia Press. hal. 724–820.
- Amiroh, A., Istiqomah, I., Sholekan, S., 2018. Aplikasi Macam Pupuk Organik dan Pupuk Kimia Majemuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Sistem Jajar Legowo. *AGRORADIX J. Ilmu Pertan.* 2, 47–54.
- Ash, C., Priest, F.G., Collins, M.D., 1993. Molecular identification of rRNA group 3 bacilli (Ash, Farrow, Wallbanks and Collins) using a PCR probe test. *Antonie Van Leeuwenhoek* 64, 253–260.
- Bachaki, S.E., Mejaya, M.J., 2015. Wereng coklat sebagai hama global bernilai ekonomi tinggi dan strategi pengendaliannya. *Iptek Tanam. Pangan* 9.
- Budijanto, S., Hasbullah, R., Prabawati, S., Setiadjit, S., Sukarno, S., Zuraida, I., 2008. Kajian keamanan asap cair tempurung kelapa untuk produk pangan. *J. Ilmu Pertan. Indones.* 13, 194–203.
- Djojosumarto, P., 2008. Panduan Lengkap Pestisida & Aplikasinya. Agromedia.
- Freeman, S., Zveibil, A., Vintal, H., Maymon, M., 2002. Isolation of nonpathogenic mutants of *Fusarium oxysporum* f. sp. melonis for biological control of *Fusarium* wilt in cucurbits. *Phytopathology* 92, 164–168.
- Gusmailina, G., Pari, G., 2002. Pengaruh Pemberian Arang Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum*). *J. Penelit. Has. Hutan* 20, 217–229.
- Hanafiah, I.K.A., Anas, I.I., Napoleon, I., Ghoffar, I.N., 2005. Biologi Tanah, ekologi & makrobiologi tanah.
- Harini, A.S., Kumar, S.S., Balaravi, P., Sharma, R., Dass, M.A., Shenoy, V., 2013. Evaluation of rice genotypes for brown planthopper (BPH) resistance using molecular markers and phenotypic methods. *African J. Biotechnol.* 12.

- Idris, E.E., Iglesias, D.J., Talon, M., Borriss, R., 2007. Tryptophan-dependent production of indole-3-acetic acid (IAA) affects level of plant growth promotion by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. *Mol. plant-microbe Interact.* 20, 619–626.
- Istiqomah, I., Kusumawati, D.E., 2020. Potensi Asap Cair dari Sekam untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains* 19, 23–30.
- Istiqomah, I., Kusumawati, D.E., 2019. uji efektifitas asap cair dari limbah sekam untuk mengendalikan hama wereng pada tanaman padi, in: *Prosiding Conference on Research and Community Services.* hal. 531–539.
- Kementrian Pertanian, K., 2015. Modul Pemberdayaan Dalam Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai Tahun 2015. Jakarta.
- Kim, D.H., Seo, H.E., Lee, S., Lee, K., 2008. Effects of wood vinegar mixed with insecticides on the mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (Homoptera: Delphacidae). *Animal Cells Syst. (Seoul)*. 12, 47–52.
- Kloepper, J.W., Schroth, M.N., Miller, T.D., 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70, 1078–1082.
- Koswanudin, D., Tri, E.W., 2014. Keefektifan Bioinsektisida *Beauveria bassiana* terhadap hama wereng batang coklat (*nilaparvata lugens*), walang sangit (*leptocorisa oratorius*), pengisap polong (*nezara viridula*) dan (*riptortus linearis*), in: *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*, Bogor. hal. 18–19.
- La Tima, S., 2016. Pemanfaatan Asap Cair Kulit Biji Mete Sebagai Pestisida. *J. Chem. Process Eng.* 1.
- Lestari, Y., 2006. Identification of indigenous *Streptomyces* spp. producing antibacterial compounds. *Microbiol. Indones.* 11.
- Minarni, E.W., 2009. Kajian Potensi Asap Cair Dalam Mengendalikan Ulat Krop Kubis, *Crocidolomia Pavonana* Study on Potency of Liquid Smoke Against the Cabbage Head Caterpillar, *Crocidolomia Pavonana*. *Pembang. Pedesaan* 9.
- Mochida, O., Okada, T., 1979. Taxonomy and biology of *Nilaparvata lugens* (Hom., Delphacidae). Brown planthopper Threat to rice *Prod. Asia* 21743.
- Novrika, M., 2019. Uji Efikasi Biofungisida Bahan Aktif *Trichoderma harzianum* Terhadap Penyakit Blas (*Phyricularia oryzae*) pada Tanaman Padi di Lapangan.
- Pujiharti, Y., Barus, J., Wijayanto, B., 2008. *Teknologi Budidaya Padi.*
- Putri, R.E., Mislaini, M., Ningsih, L.S., 2015. Pengembangan Alat Penghasil Asap Cair Dari Sekam Padi Untuk Menghasilkan Insektisida Organik. *J. Teknol. Pertan. Andalas* 19, 29–36.
- Qomariyah, S., 2013. Pengaruh Pemberian Asap Cair Dari Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Pencegah Hama Pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.).
- Retnakaran, A., Hiruma, K., Palli, S.R., Riddiford, L.M., 1995. Molecular analysis of the mode of action of RH-5992, a lepidopteran-specific, non-steroidal ecdysteroid agonist. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 25, 109–117.
- Safni, I., 2020. Penyebaran Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*) di Sumatera Utara.
- Sajuri, S., Darjanto, D., 2017. Tumpangsari Padi-Rumput Dan Aplikasi Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Pertumbuhan, Fisiologi Dan Hasil Padi Gogo. *Pena J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.* 31, 37–50.
- Stein, T., 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Mol. Microbiol.* 56, 845–857.
- Suganda, T., Yulia, E., Widiyanti, F., Hersanti,

- H., 2016. Intensitas Penyakit Blas (*Pyricularia oryzae* Cav.) pada Padi Varietas Ciherang di Lokasi Endemik dan Pengaruhnya terhadap Kehilangan Hasil. *Agrikultura* 27.
- Wahyudi, A.T., Meliah, S., Nawangsih, A.A., 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* bakteri penyebab hawar daun pada padi: isolasi, karakterisasi, dan telaah mutagenesis dengan transposon. *Makara J. Sci.*
- Wartono, W., Giyanto, G., Mutaqin, K.H., 2015. Efektivitas formulasi spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai agen pengendali hayati penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pangan* 34, 21–28.
- Watanabe, T., Kitagawa, H., 2000. Photosynthesis and translocation of assimilates in rice plants following phloem feeding by the planthopper *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *J. Econ. Entomol.* 93, 1192–1198.
- Yatagai, M., 2002. Utilization of Charcoal and wood vinegar in japan. Graduate School of Agricultural and Life Sciences. The University of Tokyo. *J. Food Sci. Util. Charcoal Wood Vineg. Japan.*
- Yulianto, Y., 2017. Integrated Disease Control of Rice Blast. *Iptek Tanam. Pangan* 12.

