

## UJI EFEKTIFITAS ASAP CAIR DARI LIMBAH SEKAM UNTUK MENGENDALIKAN HAMA WERENG PADA TANAMAN PADI

*Istiqomah\*, Dian Eka Kusumawati\*\**

*Universitas Islam Darul 'Ulum Lamongan*

*\*istiqomah.faqih@gmail.com, \*\*dianeka341@gmail.com*

### ABSTRAK

Beras adalah bahan pangan utama masyarakat Indonesia. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi padi adalah menekan gangguan organisme pengganggu tanaman, termasuk serangan hama. Wereng adalah hama penting pada tanaman padi. Alternatif pengendalian wereng dapat dilakukan dengan pemberian asap cair yang berasal dari limbah pertanian yaitu sekam. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian asap cair dari sekam untuk mengendalikan hama wereng pada tanaman padi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan terdiri dari beberapa konsentrasi pemberian asap cair yaitu konsentrasi 0% (kontrol), 0.5%, 1%, 2%, dan 3%. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu analisis laboratorium kandungan asap cair dari sekam, pengolahan lahan, penanaman padi, aplikasi asap cair, pemupukan, pemeliharaan tanaman, dan panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asap cair sekam 1%-3% dapat menekan wereng coklat dan meningkatkan hasil panen padi. Perlakuan terbaik yang dapat menekan populasi wereng coklat adalah asap cair sekam 3% dengan jumlah wereng 49.7 ekor per rumpun dan tingkat efikasi 36.6%. Pada parameter hasil panen, pemberian asap cair sekam 2% memberikan hasil yang terbaik. Bobot gabah basah yang dihasilkan yaitu 8,9 ton/hektar dan mengalami peningkatan sebesar 24.4%...

**Kata Kunci:** *Asap cair, sekam, wereng, padi*

### PENDAHULUAN

Beras adalah bahan pangan utama masyarakat Indonesia. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi padi adalah melalui pengoptimalan teknis budidaya tanaman padi dan menekan gangguan organisme pengganggu tanaman termasuk serangan hama. Wereng adalah salah satu hama penting pada tanaman padi. Serangan wereng di Indonesia semakin meningkat. Pada tahun 2010 dan 2012 mencapai 137.768 dan 218.060 ha. Rata-rata kehilangan hasil yang ditimbulkan yaitu 1-2 ton/ha [1]

Wereng menyerang tanaman padi pada awal pembibitan hingga menjelang fase panen [2]. Wereng termasuk serangga yang menyerang tanaman dengan cara mencucuk dan menghisap getah floem, mengurangi klorofil dan kandungan protein daun, serta mengurangi laju fotosintesis [3]. Pada populasi yang berlebih, serangan wereng mengakibatkan tanaman tumbuh kerdil, daun mulai menguning, layu, dan akhirnya mati kering (*hopperburn*) [4]. Beberapa jenis wereng yang menyerang tanaman padi di Indonesia adalah wereng coklat (*Nilaparvata lugens*), wereng hijau (*Nephotettix* spp.), wereng punggung putih (*Sogatella furcifera*), dan wereng zigzag.

Teknik pengendalian yang masih sering dilakukan masyarakat adalah menggunakan insektisida kimia sintetis. Penggunaan insektisida kimia yang salah

menimbulkan resistensi hama dan mengakibatkan racun bagi lingkungan [5]. Alternatif pengendalian wereng dapat dilakukan dengan insektisida nabati. Hal ini sejalan dengan program pemerintah yaitu perlindungan tanaman dengan menggunakan teknik pengendalian hama terpadu [6]. Salah satu insektisida nabati yang dapat mengendalikan hama adalah asap cair.

Asap cair adalah hasil kondensasi asap pada proses pembakaran bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Bahan baku asap cair dapat berasal dari kayu dan limbah pertanian [7]. Limbah pertanian adalah sisa dari kegiatan pertanian yang berpotensi menimbulkan permasalahan bagi lingkungan karena belum adanya pengolahan menjadi barang yang bermanfaat. Salah satu limbah pertanian yang keberadaannya melimpah di lingkungan masyarakat adalah sekam. Sekam adalah sisa penggilingan gabah. Tumpukan sekam yang menggunung seringkali dibakar sehingga menimbulkan polusi udara dan mengganggu kebersihan lingkungan [8]. Sekam termasuk jenis limbah organik yang sukar dikomposkan. Hal ini dikarenakan teksturnya yang tidak lunak dan tidak gampang terurai. Alternatif pengolahan sekam yang efektif yaitu dengan cara pengarangan (pirolisis) yang menghasilkan arang dan asap cair. Asap cair yang dihasilkan dari sekam padi memiliki senyawa yang lengkap, diantaranya adalah fenol yang bermanfaat bagi tanaman [9].

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai pembanding dan acuan. Pada tahun 2011, peneliti dari Korea yaitu Dong Hun Kim dan timnya melakukan penelitian yang berjudul “*Effect of wood vinegar mixed with insecticide of the mortalities of Nilaparvata lugens and Iaodelphax striatellus*” [10]. Hasil dari penelitian tersebut adalah asap cair berpotensi untuk meningkatkan efektifitas insektisida karbosulfan dalam pengendalian hama *Nilaparvata lugens* dan *Iaodelphax striatellus*. Persamaan dengan penelitian ini adalah hama yang dikendalikan yaitu wereng coklat. Perbedaannya adalah bahan yang digunakan untuk pengendalian hama yaitu campuran asap cair dengan beberapa jenis insektisida kimia, penelitian pada jurnal dilakukan pada skala laboratorium, sedangkan pada penelitian ini pada skala lapang.

Pada tahun 2013, terdapat penelitian tentang pemberian asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai pencegah hama pada tanaman cabai besar. Hasil dari penelitian tersebut adalah konsentrasi asap cair yang paling efektif dan efisien untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai besar dan mencegah hama adalah 1:15 [11]. Persamaan dengan penelitian ini adalah sasaran hama untuk pengujian insektisida asap cair yaitu hama serangga. Perbedaannya adalah bahan baku asap cair pada jurnal berasal dari tempurung kelapa, sedangkan pada penelitian ini adalah sekam. Jenis hama yang dikendalikan juga berbeda.

Pada tahun 2015, Renny Eka Putrid dan timnya melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan alat penghasil asap cair dari sekam padi untuk menghasilkan insektisida organik” [12]. Hasil dari penelitian tersebut serangga pada pohon kakao mati setelah disemprot asap cair. Persamaan dengan penelitian ini adalah bahan dasar yang digunakan sama yaitu sekam. Perbedaan dengan penelitian ini adalah sasaran hama pada jurnal ini adalah hama pada tanaman kakao, sedangkan pada penelitian ini adalah wereng.

Penelitian tentang manfaat asap cair sebagai insektisida nabati telah banyak dilakukan, namun yang mengkaji spesifik mengenai asap cair berbahan dasar sekam untuk mengendalikan wereng pada tanaman padi belum pernah dilakukan. Dibutuhkan

penelitian tentang penggunaan dosis asap cair sekam yang efektif untuk mengendalikan wereng sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai pestisida nabati pengendali wereng dan meningkatkan produksi tanaman padi

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di desa Centini, Kecamatan Laren, Kabupaten Lamongan. Lahan sawah berada di ketinggian 8 meter di bawah permukaan laut (dpl). Penelitian ini dilaksanakan pada April-Agustus 2019.

Alat yang digunakan adalah traktor tangan, alat semprot, penggaris, mesin diesel, pipa untuk irigasi, timbangan manual, timbangan analitik, sabit, cangkul, terpal, tong plastik, dan kamera. Bahan yang digunakan adalah benih padi varietas Cihayang, pupuk petrogenik, urea, phonska, kresek, dan asap cair sekam.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan dilakukan pada beberapa konsentrasi yaitu konsentrasi 0% (kontrol), 0.5%, 1%, 2%, dan 3% (v/v). Aplikasi asap cair dilakukan saat padi berumur 15 hari setelah tanam (HST) dengan interval pemberian 7 hari sekali selama 2 bulan.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Analisis Laboratorium Kandungan Asap Cair**

Analisis kandungan asap cair diujikan di laboratorium Unit Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

#### **Pengolahan Lahan dan Penanaman Padi**

Pembibitan dilakukan dengan merendam benih padi selama 1 x 24 jam. Benih ditiriskan dan disimpan dalam ruangan lembab selama 1 x 24 jam. Benih yang sudah berkecambah ditaburkan di atas lahan pembibitan. Lahan sawah diolah dengan traktor tangan dan dibuat petak percobaan. Petak percobaan berjumlah 25. Masing-masing petak berukuran 2 x 2 meter. Pindah tanam padi dilakukan 20 hari setelah semai. Penanaman padi dilakukan dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm.

#### **Aplikasi asap cair sekam**

Aplikasi asap cair dilakukan mulai padi berumur 15 hari setelah tanam (HST) hingga 60 HST dengan interval pemberian 7 hari sekali. Asap cair disemprotkan menggunakan tangki *sprayer* 14 L pada pagi hari.

#### **Pemupukan dan Pemeliharaan Tanaman**

Pupuk petrogenik diberikan saat tahap pengolahan lahan. Pupuk urea dan phonska diberikan sebanyak tiga kali yaitu pada 18 HST, 32 HST, dan 51 HST. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan memantau kondisi air di lahan sawah dan pengendalian penyakit tanaman. Pengendalian penyakit menggunakan fungisida dan bakterisida. Herbisida hanya diaplikasikan sebelum pengolahan lahan, penyiangan pada lahan sawah selanjutnya dilakukan secara manual.

#### **Pemanenan**

Panen dilakukan saat padi berumur 100-110 hari setelah semai (HSS). Pemanenan dilakukan secara manual menggunakan sabit. Perontokkan bulir padi menggunakan alat perontok bermesin diesel.

#### **Parameter Pengamatan**

Populasi wereng diamati dengan metode mutlak, yaitu menghitung jumlah nimfa dan imago wereng pada seluruh bagian tanaman dalam satu rumpun padi yang dijadikan tanaman contoh. Pengamatan populasi wereng dilakukan setiap 10 hari

sekali. Pengamatan dimulai pada saat padi berumur 10 HST (sebelum aplikasi asap cair) sampai 60 HST. Hasil produksi yang diamati adalah berat gabah basah. Pengamatan dilakukan secara ubinan yang berukuran 2 m x 2 m kemudian dikonversi ke satuan ton/hektar. Efikasi insektisida (EI) dihitung menggunakan formula Abbot (1995) [13] sebagai berikut :

$$IE = \frac{(Ca - Ta)}{Ca} \times 100 \%$$

IE = Efikasi insektisida yang diuji (%)

Ca = Populasi wereng pada plot kontrol setelah penyemprotan insektisida

Ta = Populasi wereng pada plot perlakuan setelah penyemprotan insektisida

### Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila uji F menunjukkan hasil yang berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

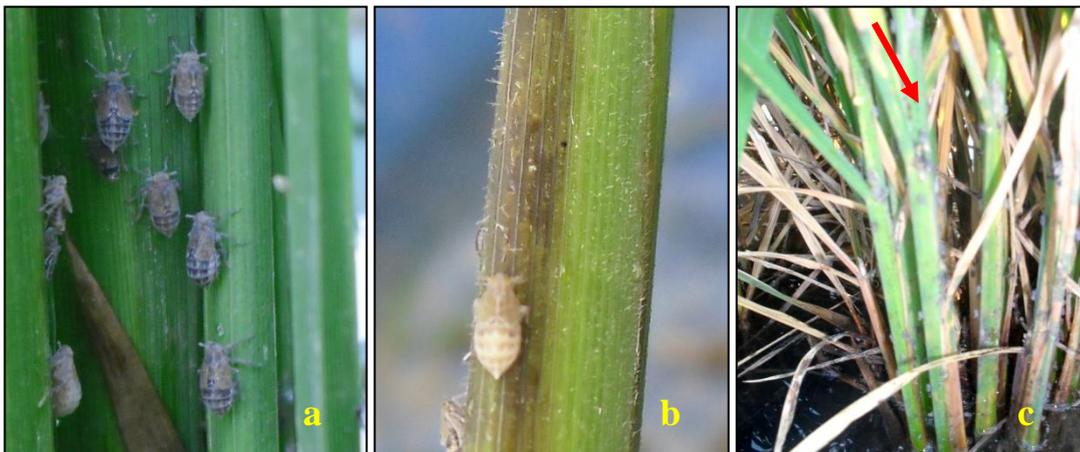
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Kandungan Kimia Asap Cair Sekam

Hasil uji kandungan kimia dengan menggunakan alat spektrofotometer menunjukkan bahwa terdapat senyawa fenol dalam asap cair hasil pirolisis sekam. Kandungan fenol asap cair sekam sebesar  $1,49 \pm 0,01$  (%). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Aryani (2015) yang menyatakan bahwa asap cair dari proses pirolisis sekam menghasilkan kandungan fenol (p-Guaiakol) sebesar 1,29% [9]. Besarnya kandungan fenol dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan kadar air. Sekam dengan pengeringan di bawah matahari memiliki kadar air 11%. Kadar air yang tinggi pada bahan baku akan menurunkan kandungan fenol, asam-asam, dan formaldehid dalam asap cair yang dihasilkan [14].

### Jenis Hama Wereng yang Ditemukan Pada Tanaman Padi

Jenis wereng yang ditemukan pada tanaman padi yaitu wereng coklat (*Nilaparvata lugens*). Wereng fase nimfa ditemukan bergerombol di pangkal batang padi, sedangkan wereng fase dewasa (imago) berada di daun dan batang padi bagian atas. Gambar 1 menunjukkan nimfa wereng dan gejala serangannya pada pengamatan 30 HST.



Gambar 1. Wereng coklat dan gejala serangannya (a) Wereng coklat berkelompok, (b) Wereng coklat tunggal (c) Gejala serangan Wereng

Hasil pengamatan menunjukkan wereng coklat memiliki ciri tubuh berwarna kecoklatan dan pada bagian punggungnya memiliki garis-garis berwarna coklat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mochida dan Okada (1979) yang mengungkapkan bahwa pada punggung (scutellum) wereng coklat terdapat tiga garis memanjang berwarna coklat muda. Dilihat dari sisi samping (ventral), garis ubun-ubun (vertex) rata dan sejajar dengan garis batas leher [15].

Gejala serangan pada pengamatan yaitu daun mulai menguning dan terjadi kelayuan pada batang sehingga terjadi kematian tanaman. Wereng termasuk serangga yang menyerang tanaman dengan cara mencucuk dan menghisap getah floem, mengurangi klorofil dan kandungan protein daun, serta mengurangi laju fotosintesis [3]. Keberadaan nimfa wereng yang melimpah pada bagian pangkal batang padi menyebabkan gejala serangan terjadi secara serentak pada batang-batang dalam satu rumpun padi. Menurut Harini *et al.* (2013) Tingkat serangan yang tinggi menimbulkan tanaman padi seperti terbakar (*hooperburn*), serangan yang berat dapat mengakibatkan gagal panen (puso) [2].

#### Populasi Wereng dan Efikasi Asap Cair

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara pemberian asap cair 1-3% dibanding kontrol pada populasi wereng 30-60 HST. Sedangkan pada asap cair 0.5% tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pengamatan populasi wereng pada 10 HST dan 20 HST tidak menghasilkan adanya perbedaan yang nyata. Rerata populasi wereng disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata populasi wereng

Konsentrasi asap cair (%)	Populasi wereng pada pengamatan ke -			
	30 HST	40 HST	50 HST	60 HST
0	31.5 a	44.4 a	66.2 a	75.6 a
0.5	30.7 a	43.6 a	63.4 a	73.4 a
1	22.6 b	31.9 b	54.8 b	61.8 b
2	15.4 c	24.3 c	47.5 c	54.6 c
3	12.3 d	15.5 d	38.6 d	47.9 d
BNT	1.19	1.13	4.88	4.55

Keterangan : Angka diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Keberadaan wereng pada tanaman padi pertama kali ditemukan saat padi berumur 10 HST (sebelum aplikasi asap cair sekam). Menurut Kisimoto (1977) serangga tertarik pada tanaman padi berumur 10-20 hari setelah tanam [16]. Wereng pertama kali ditemukan pada lahan penelitian berupa serangga dewasa bersayap atau imago yang berada di daun dan batang padi. Baehaki (2014) menyatakan bahwa populasi wereng coklat terbentuk karena adanya kopulasi acak wereng yang bersayap, wereng yang datang pertama kali ke pertanaman adalah wereng imigran berbentuk makroptera [1]. Wereng imigran (Generasi-0) akan menetap pada sawah (Generasi-1), jika tersedia makanan yang cukup maka wereng akan mantap mencapai generasi ke-2 dan generasi ke-3 yang bersifat merusak. Siklus hidupnya akan kembali menjadi imigran jika terdapat sawah yang baru ditanami dan terdapat pakan yang melimpah. Jumlah wereng pada lahan penelitian telah melampaui ambang batas ekonomi. Menurut Baehaki (2015), nilai ambang ekonomi wereng adalah 5 ekor/rumpun pada umur padi kurang dari 40 HST dan 10 ekor/rumpun setelah padi berumur lebih dari 40 HST [17]. Jumlah wereng di atas ambang ekonomi dapat menimbulkan gejala kerusakan sehingga populasinya harus dikendalikan.

Pengamatan populasi wereng pada 30-60 HST menunjukkan hasil statistika yang sama. Populasi wereng pada pemberian asap cair sekam 0.5% tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian asap cair sekam. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian asap cair pada konsentrasi 0.5% tidak memberikan pengaruh terhadap pengendalian hama wereng pada tanaman padi sawah. Pemberian asap cair 1% - 3% memberikan hasil populasi wereng yang lebih rendah. Hasil perlakuan terendah ditunjukkan oleh kontrol yaitu 75.6 wereng/rumpun. Perlakuan terbaik dihasilkan oleh asap cair 3% dengan jumlah wereng 47.9 ekor per rumpun.

Populasi wereng berkaitan erat dengan efikasi asap cair sebagai insektisida nabati. Efikasi adalah efektivitas pestisida terhadap organisme sasaran. Perhitungan efikasi didasarkan atas jumlah populasi wereng perlakuan dan wereng pada plot kontrol. Efikasi asap cair untuk mengendalikan wereng disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat efikasi asap cair sekam terhadap wereng

Konsentrasi asap cair (%)	Tingkat Efikasi (%)
0.5	2.99
1	18.2
2	27.7
3	36.6

Tingkat efikasi asap cair sekam terendah yaitu pada asap cair 0.5% sebesar 2.99% sedangkan efikasi terbaik dihasilkan oleh asap cair 3% yaitu sebesar 36.6%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian asap cair 3% dapat menekan populasi wereng sebesar 36.6%. Semakin rendah populasi wereng pada perlakuan maka semakin tinggi presentase efikasi asap cair. Menurut Adnyana *et al.* (2012), tingkat efikasi insektisida dipengaruhi oleh faktor tinggi atau rendahnya konsentrasi dalam penggunaan insektisida tersebut [18].

Populasi wereng di lahan tanaman padi semakin meningkat pada semua perlakuan. Peningkatan populasi wereng coklat terjadi sejalan dengan meningkatnya umur padi hingga pada pengamatan 60 HST. Hal tersebut dikarenakan ketersediaan makanan yang berlimpah dan faktor lingkungan yang mendukung. Alfitra (2011) menjelaskan bahwa faktor utama yang menyebabkan meningkatnya populasi dan serangan wereng batang coklat (WBC) adalah tersedianya padi sepanjang tahun, jarak tanam yang rapat, varietas padi yang memiliki anakan banyak sehingga tersedia iklim mikro yang sesuai dengan kondisi optimal perkembangannya [19].

Hasil penelitian Minarni (2009) menyatakan bahwa aplikasi asap cair 3% mampu menekan aktifitas makan (*antifeedant*) larva ulat krop kubis (*Crociodolomia pavonana*) dan menghambat perkembangan larva [20]. Pengaruh *antifeedant* bekerja dengan cara mempengaruhi sistem pusat syaraf yang mengatur proses makan. Selain itu, penghambatan perkembangan serangga oleh asap cair juga disebabkan oleh terganggunya keseimbangan hormon eksdison dan hormon juvenile [21]. Penekanan populasi hama wereng diduga karena asap cair sekam mengandung senyawa fenol. Senyawa fenol dapat membatasi pemanfaatan makanan secara fisik atau kimia [22]. Selain itu, fenol juga memberi bau menyengat sehingga dapat mengusir keberadaan hama [12].

### Bobot Gabah Basah

Hasil analisis ragam terhadap berat gabah basah menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara pemberian asap cair sekam 1%-3% dibanding kontrol. Pemberian asap cair sekam 0.5% menghasilkan berat gabah yang tidak berbeda nyata

dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pada tanaman padi yang tidak diberi asap cair sekam dan diberi asap cair sekam 0.5% menghasilkan berat gabah basah dengan kisaran yang sama. Rerata berat gabah basah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. Rerata bobot gabah basah

Konsentrasi asap cair (%)	Bobot gabah basah (ton/ha)	Peningkatan (%)
0	7.15 b	-
0.5	7.40 b	3.49
1	8.65 a	20.9
2	8.90 a	24.4
3	8.70 a	21.6
BNT	0.35	

Keterangan : Angka diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Perlakuan yang menghasilkan bobot gabah terendah yaitu kontrol dengan bobot 7.15 ton/ha. Secara statistik bobot gabah basah pada perlakuan asap cair sekam 0.5% tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pemberian asap cair sekam 1%-3% menghasilkan kisaran bobot gabah basah yang sama secara statistika. Bobot gabah tertinggi diperoleh pada perlakuan asap cair sekam 2% dengan bobot 8.90 ton/ha. Pada saat pengamatan awal (10 HST) wereng coklat sudah ditemukan di petak perlakuan kontrol. Populasi wereng semakin meningkat hingga padi berumur 60 HST. Hal ini menyebabkan serangan wereng semakin tinggi sehingga terdapat banyak batang yang mengering dan mati. Jika terdapat banyak batang yang mati maka tidak dapat menghasilkan anakan produktif dan mengakibatkan jumlah malai sedikit sehingga bobot gabah menjadi rendah. Perlakuan asap cair sekam 0.5% menghasilkan bobot gabah yang rendah karena memiliki tingkat efikasi yang rendah pula.

Pemberian asap cair sekam 1%-3% menghasilkan bobot gabah yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Guswara *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa hasil varietas Ciherang sebesar 8,61 ton per hektar [23]. Hasil panen padi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, asupan nutrisi serta serangan organisme pengganggu tanaman. Bobot gabah yang tinggi dikarenakan pemberian asap cair. Asap cair berfungsi sebagai stimulan pertumbuhan tanaman dan menekan serangan patogen serta hama. Hasil penelitian Yatagai *et al.* (2008) menunjukkan bahwa kandungan asap cair (cuka kayu) seperti asam asetat dan metanol dapat mempercepat pertumbuhan tanaman [24]. Lebih lanjut, Budijanto *et al.* (2008) menyatakan bahwa asap cair memiliki kandungan fenol yang bersifat toksik terhadap patogen sehingga dapat digunakan sebagai pestisida alami untuk menekan perkembangan penyakit tanaman dan bersifat ramah lingkungan karena mudah terurai (*biodegradable*) [25]. Selain itu, fenol juga memberi bau menyengat sehingga dapat mengusir keberadaan hama [12].

## KESIMPULAN

Pemberian asap cair sekam 1%-3% dapat menekan wereng coklat dan meningkatkan hasil panen padi. Perlakuan terbaik yang dapat menekan populasi wereng coklat adalah asap cair sekam 3% dengan jumlah wereng 49.7 ekor per rumpun dan tingkat efikasi 36.6%. Pemberian asap cair sekam 1%-3% menghasilkan kisaran bobot gabah basah yang sama secara statistika. Bobot gabah tertinggi

diperoleh pada perlakuan asap cair sekam 2% dengan bobot 8.90 ton/ha dan peningkatan sebesar 24.4%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang membiayai kegiatan ini pada skema Penelitian Dosen Pemula (PDP), tahun 2019, juga kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Darul ‘Ulum Lamongan yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. E. Baehaki and M. J. Mejaya, “Wereng cokelat sebagai hama global bernilai ekonomi tinggi dan strategi pengendaliannya,” *Iptek Tanam. Pangan*, vol. 9, no. 1, 2015.
- [2] A. S. Harini, S. S. Kumar, P. Balaravi, R. Sharma, M. A. Dass, and V. Shenoy, “Evaluation of rice genotypes for brown planthopper (BPH) resistance using molecular markers and phenotypic methods,” *African J. Biotechnol.*, vol. 12, no. 19, 2013.
- [3] T. Watanabe and H. Kitagawa, “Photosynthesis and translocation of assimilates in rice plants following phloem feeding by the planthopper *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae),” *J. Econ. Entomol.*, vol. 93, no. 4, pp. 1192–1198, 2000.
- [4] S. E. Baehaki and D. Munawar, “Uji biotipe wereng coklat, *Nilaparvata lugens* Stal di sentra produksi padi,” in *Prosiding Seminar Nasional*, 2008, pp. 347–360.
- [5] P. Djojosumarto, *Panduan Lengkap Pestisida & Aplikasinya*. Agromedia, 2008.
- [6] N. A. Sa’diyah, K. I. Purwani, and L. Wijayanti, “Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Perkembangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.),” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 2, no. 2, pp. E111–E115, 2013.
- [7] A. B. Basri, “Manfaat asap cair untuk tanaman,” *J. Serambi Pertan.*, vol. 4, no. 5, 2010.
- [8] C. Luditama, “Isolasi dan pemurnian asap cair berbahan dasar tempurung dan sabut kelapa secara pirolisis dan distilasi,” *Skripsi Sarj. Teknol. Pertanian. Fak. Teknol. Pertanian. Bogor Inst. Pertan. Bogor*, 2006.
- [9] D. Ariyani, M. Rasy, and D. U. Y. A. Harlianto, “STUDI KAJIAN KANDUNGAN SENYAWA PADA ASAP CAIR DARI SEKAM PADI,” in *Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya*, 2015, p. ISBN: 978-602-0951-05-8.
- [10] D. H. Kim, H. E. Seo, S. Lee, and K. Lee, “Effects of wood vinegar mixed with insecticides on the mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (Homoptera: Delphacidae),” *Animal Cells Syst. (Seoul)*, vol. 12, no. 1, pp. 47–52, 2008.
- [11] S. Qomariyah, “Pengaruh Pemberian Asap Cair dari Limbah Tempurung Kelapa sebagai Pencegah Hama Pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.)” Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, 2013.
- [12] R. E. Putri, M. Mislaini, and L. S. Ningsih, “Pengembangan Alat Penghasil Asap Cair dari Sekam Padi untuk Menghasilkan Insektisida Organik,” *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 19, no. 2, pp. 29–36, 2015.

- [13] H. N. McMurray, P. Douglas, and D. Abbot, "Novel thick-film pH sensors based on ruthenium dioxide-glass composites," *Sensors Actuators B Chem.*, vol. 28, no. 1, pp. 9–15, 1995.
- [14] S. A. Novita, "Kinerja dan analisis tekno-ekonomi alat Penghasil asap cair dengan bahan baku limbah Pertanian," *Progr. Pascasarj. Univ. Andalas Padang*, (Artikel), 2011.
- [15] O. Mochida and T. Okada, "Taxonomy and biology of Nilaparvata lugens (Hom., Delphacidae)," *Brown planthopper Threat to rice Prod. Asia*, vol. 21743, 1979.
- [16] R. Kisimoto, "Bionomics, forecasting of outbreaks and injury caused by the rice brown planthopper," in *Seminar on the Rice Brown Planthopper, Tokyo (Japan), 5 Oct 1976*, 1977.
- [17] S. E. Baehaki, K. Arifin, and D. Munawar, "Peran varietas tahan dalam menurunkan populasi wereng coklat biotipe 4 pada tanaman padi," *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pangan*, vol. 30, no. 3, pp. 145–153, 2015.
- [18] I. G. S. Adnyana, K. Sumiartha, and I. P. Sudiarta, "Efikasi pestisida nabati minyak atsiri tanaman tropis terhadap mortalitas ulat bulu gempinis," *E-Jurnal Agroekoteknologi Trop. (Journal Trop. Agroecotechnology)*, 2012.
- [19] R. Alfitra, "Faktor-faktor yang memengaruhi keparahan serangan wereng batang coklat Nilaparvata lugens stal.(hemiptera: delphacidae) pada pertanaman padi di Kabupaten Klaten," *Skripsi. Faperta IPB. Bogor*, 2011.
- [20] E. W. Minarni, "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*, vol. 9, no. 1, 2009.
- [21] A. Retnakaran, K. Hiruma, S. R. Palli, and L. M. Riddiford, "Molecular analysis of the mode of action of RH-5992, a lepidopteran-specific, non-steroidal ecdysteroid agonist," *Insect Biochem. Mol. Biol.*, vol. 25, no. 1, pp. 109–117, 1995.
- [22] S. S. Duffey and M. J. Stout, "Antinutritive and toxic components of plant defense against insects," *Arch. Insect Biochem. Physiol. Publ. Collab. with Entomol. Soc. Am.*, vol. 32, no. 1, pp. 3–37, 1996.
- [23] A. Guswara and M. Y. Samaullah, "Penampilan beberapa varietas unggul baru pada sistem pengelolaan tanaman dan sumberdaya terpadu di lahan sawah irigasi," *Dalam. Prosiding Seminar Nasional Padi, Balai Besar Tanaman Padi. Inovasi Teknologi*, pp. 23–24, 2008.
- [24] M. Yatagai, M. Nishimoto, K. Hori, T. Ohira, and A. Shibata, "Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues," *J. Wood Sci.*, vol. 48, no. 4, pp. 338–342, 2002.
- [25] S. Budijanto, R. Hasbullah, S. Prabawati, S. Setiadjit, S. Sukarno, and I. Zuraida, "Kajian keamanan asap cair tempurung kelapa untuk produk pangan," *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 13, no. 3, pp. 194–203, 2008.