

EFEKTIVITAS ASAP CAIR DARI LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BIOPESTISIDA BENIH DI GUDANG PENYIMPANAN *(Effectiveness of Liquid Smoke from Coconut Shell Waste as Biopesticide for Seeds in Storage Warehouse)*

Arinto Nugroho & Imas Aisyah¹⁾

¹⁾Centre Vocational Education Development Center fo Agriculture (VEDGA)
in Cianjur (West Java)

E-mail: arinto_ngrh@yahoo.com; nuraisyah761@yahoo.com

Diterima 12 Juni 2012, disetujui 12 Februari 2013

ABSTRACT

Liquid smoke was formed as condensation product during the process of wood pyrolysis at temperature around 400°C). Phenolic compounds, aldehydes, ketones, alcohols, organic acids and ester, could functioned as antioxidants and anti-microbes (anti-bacteria and anti-fungi). This research aimed to study the effectivity of liquid smoke from coconut-shell waste as alternative agent to control the attack by seed pests (i.e. fungi) on the plant seed stored in the warehouse, of the Plant Seeding Departement, Vocational Education Development Center for Agriculture (VEDCA). The Initial step of the research was the production of liquid smoke from coconut shell, the obtained liquid smoke was then sprayed everly onto corn seeds and soybean seeds at four different concentration : 0%, (control), 0.5%, 1%, and 2% (v/v). Each of wich were made in 3 replications, re-drying process was then done to let the seess reache its optimum moisture content. Concentration 3 replications were made. The seeds were then packed in wheat flour sack and each kept for 72 days. Samples were then taken at day-0, day-36 and day-72 for observation on germination test and seed health testing (insensity of fungi attack). The treatment of liquid moke with varying concentration, i.e 0.5%, 1%, and 2% brought about significane different in the germination of both corn and soybean seeds after warehouse storage for 72 days, and 0.5% concentration showed the best result.

Keywords: Liquid smoke, anti-microbe, pyrolysis, coconut shell, seed viability

ABSTRAK

Asap cair merupakan hasil kondensasi proses pirolisis kayu pada suhu sekitar 400°C. Asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester. Senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba (antibakteri dan antifungi). Penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai bahan alternatif untuk mengendalikan serangan organisme pengganggu benih di gudang penyimpanan benih yang terdapat di lingkungan Departemen Perbenihan Tanaman, Vocational Education Development Center for Agriculture (VEDCA) Cianjur. Tahap pertama penelitian ini adalah pembuatan asap cair dari tempurung kelapa, tahap selanjutnya adalah penyemprotan asap cair pada benih jagung dan kedelai secaramerata, dengan 4 konsentrasi yang berbeda yaitu 0% (kontrol), 0,5%, 1%, 2%, masing-masing perlakuan dilakukan dengan 3 kali ulangan, kemudian dilakukan pengeringan kembali sampai kadar air benih optimal, selanjutnya dikemas dalam karung terigu dan disimpan dalam waktu yang sama yaitu 72 hari. Pada hari ke-0, ke-36 dan hari ke-72, diambil beberapa sampel benih untuk uji daya kecambah dan uji kesehatan

benih. Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 2%, berpengaruh nyata terhadap perkecambahan benih jagung dan kedelai, setelah disimpan sampai 72 hari di gudang, dan konsentrasi 0,5% menunjukkan hasil yang terbaik.

Kata kunci : Asap cair, antimikroba, pirolisis, tempurung kelapa, viabilitas benih

I. PENDAHULUAN

Produksi benih tanaman yang bermutu merupakan suatu kebutuhan dalam upaya meningkatkan produktivitas hasil pertanian (Sutopo, 2002). Oleh karena itu penyediaan benih tanaman bermutu tinggi dan dalam jumlah yang cukup adalah suatu keharusan. Namun demikian, upaya penyediaan benih bermutu secara teknis menghadapi kendala seperti masa simpan dan terjadinya deteriorasi (kemunduran) benih. Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya proses kemunduran benih adalah serangan organisme pengganggu berupa patogen terbawa benih (*seed borne pathogen*) di gudang penyimpanan (Kartasapoetra, 1991).

Berbagai upaya pengendalian mutu benih telah dilakukan, salah satunya dengan menggunakan pestisida. Akan tetapi penggunaan pestisida menimbulkan masalah terutama untuk kesehatan manusia. Kemudian dilakukanlah usaha-usaha untuk mengurangi penggunaan pestisida di gudang secara non kimiawi, salah satunya dengan teknik pencegahan (*preventif*). Teknik pencegahan bertujuan untuk mencegah terjadinya serangan patogen benih sebelum komoditas simpan disimpan di gudang. Salah satu teknik pencegahan yang bisa dilakukan adalah, perlakuan/teknik pengasapan komoditas benih sebelum disimpan dalam wadah. Metode pengawetan dengan teknik pengasapan pada dasarnya bertujuan untuk menurunkan kadar air benih dan menghambat pertumbuhan hama dan patogen benih. Namun metode pengasapan langsung ini memiliki kekurangan yaitu, pengasapan yang dilakukan baik di tempat terbuka maupun tertutup sering menimbulkan polusi udara dan mengganggu kesehatan pernapasan. Mengingat beberapa kelemahan tersebut, perlu dicari bahan pengendali lain yang lebih efektif yang berfungsi sebagai pengendali organisme pengganggu benih ramah lingkungan.

Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengembangkan bahan bioaktif yang spektrum aktivitasnya sempit dan mudah terdegradasi sehingga diharapkan tidak mencemari lingkungan (Soetarno, 1994). Pengendalian organisme pengganggu benih dengan menggunakan asap cair dari limbah kayu belum pernah dicoba. Asap cair merupakan hasil kondensasi asap melalui proses pirolisis kayu pada suhu sekitar 400°C (Soldera *et al*, 2008). Asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester (Guillen *et al*, 2001). Senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba (antibakteri dan antifungi) (Karseno *et al*, 2002). Dengan demikian asap cair berpotensi sebagai biopestida untuk menangani masalah gangguan patogen benih di gudang penyimpanan. Terkait dengan segala uraian, telah dilakukan percobaan efektivitas pemanfaatan asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai biopestisida benih di gudang penyimpanan, dengan rincian diuraikan berikut ini.

II. BAHAN, ALAT DAN METODE

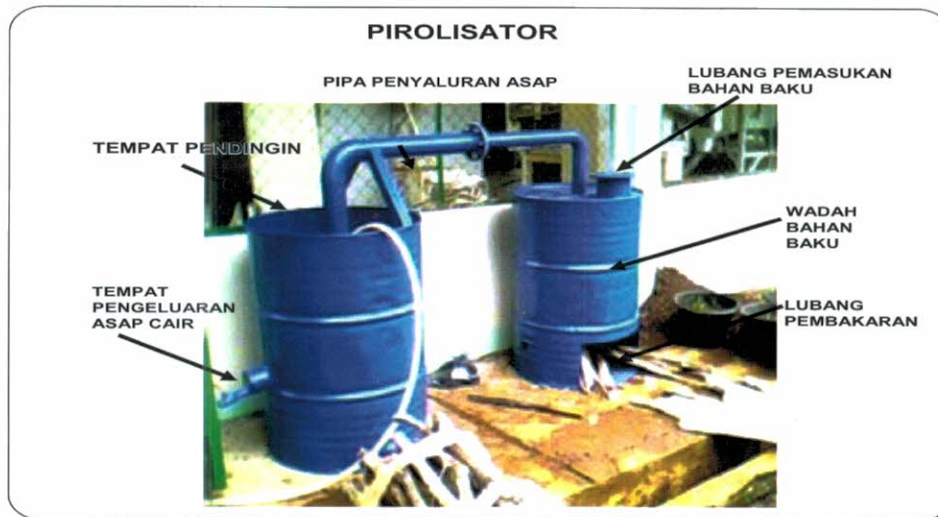
A. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: tempurung kelapa, sebagai bahan untuk membuat asap cair. Tempurung kelapa diperoleh dari pasar tradisional. Benih yang diuji adalah benih tanaman jagung dan kedelai. Untuk keperluan pengemasan benih digunakan kemasan karung plastik; untuk uji daya kecambah digunakan media kertas merang; kertas serap dan tissue sebagai media untuk pertumbuhan benih; sedangkan untuk uji kesehatan benih digunakan media kertas saring/serap sebagai media pertumbuhan patogen. Bahan lainnya adalah air suling steril, plastik transparan dan kertas label.

B. Alat

Alat yang digunakan untuk membuat asap cair adalah pirolisator yang terdapat di Departemen Perbenihan Tanaman (Gambar 1). Alat lainnya adalah pH meter, *knapsack sprayer*, bak

pengecambahan, *stick trier*, *germinator cabinet*, *seed counter* dan peralatan lain terkait. Sementara itu, ruang penyimpanan benih uji menggunakan fasilitas ruang penyimpanan benih (*seed storage*) yang ada di Departemen Perbenihan Tanaman.



Gambar 1. Ilustrasi pirolisator untuk menghasilkan asap cair sebagai hasil kondensasi fraksi gas/uap yang terbentuk pada phase pirolisa bahan berserat ligno-selulosa

Figure 1. Schematic illustration of pyrolysis device to procedure liquid smoke as obtained from condensation of gas/vapor fractions that envolve during the pyrolysis of ligno-cellulosic

Keterangan (*Remarks*): pirolisator = *pyrolysis device*; tempat pendingin = *cooling place*; tempat pengeluaran asap cair = *port for the release of condensed liquid smoke*; pipa penyaluran asap = *smoke-flowing pipe*; lubang pemasukan bahan baku = *port for raw material intake*; wadah bahan baku = *raw material chest*; lubang pembakaran = *burning chamber*

C. Pengujian Daya Kecambah dan Uji Kesehatan Benih

Pedoman pengujian daya kecambah dan kesehatan benih di laboratorium, mengacu kepada standar *International Seed Testing Association (ISTA) Rules*, merupakan acuan yang memuat metoda pengujian benih yang telah teruji validitasnya dan diterima secara internasional di dunia perdagangan benih. Untuk pengujian daya kecambah benih, digunakan metode uji di atas kertas, sedangkan pengujian kesehatan benih dilakukan dengan metode inkubasi, di atas media kertas (*Blotter Test*)

D. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian uji efektivitas asap cair dari limbah tempurung kelapa berlangsung mulai pelaksanaan percobaan hingga mendapatkan data

primer parameter efektivitas asap cair tersebut) yaitu presentase perkecambahan benih dan tingkat serangan organisme (cendawan) patogen terhadap benih. Adapun rincian tahapan kerja penelitian disajikan pada Gambar 2.

E. Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Untuk menelaah data parameter efektivitas berupa persentase perkecambahan benih dan tingkat serangan organisme patogen digunakan rancangan acal lengkap berfaktor tunggal. Faktor tersebut adalah asap cair dengan pada berbagai konsentrasi yaitu 0% (kontrol), 0.5%, 1%, dan 2%. Jika pengaruh perbedaan konsentrasi tersebut nyata terhadap data parameter tersebut (uji F), maka perlakuan dilanjutkan dengan uji jarak beda nyata jujur (BNJ) atau Tukey. Pada tiap taraf konsentrasi asap cair dilakukan ulangan sebanyak 3 kali.

Pembuatan asap cair dari tempurung kelapa yang dilaksanakan di Departemen Perbenihan Tanaman, Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian Cianjur, Jawa Barat dengan menggunakan teknik pirolisis, kemudian dikondensasi dan dikumpulkan menjadi asap cair (*Preparing of liquid smoke from coconut shell conducted at the Departement of Plant Seedling, Centre for the Development on Educator Empowering and Education Power in Agriculture situated in Cianjur, West Java (by condensing the gas/vapor fraction evolved during the pyrolysis of coconut shell, and then the condensed material was collected as the liquid smoke)*)



Perlakuan penyemprotan dengan menggunakan asap cair secara merata ke benih jagung dan kedelai, dengan empat konsentrasi yang berbeda, yaitu 0% (kontrol), 0.5%, 1% dan 2%. Setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Setelah disemprot, benih dikeringkan, sampai kadar air optimum, selanjutnya dimasukkan ke dalam karung dan disimpan selama 72 hari di gudang penyimpanan dengan kelembaban 70%. Benih jagung dan kedelai yang sudah diberi perlakuan, disimpan di dalam karung, sebanyak 15 kg/karung (*The spraying treatment using liquid smoke onto the corn seeds as well as the soybean seeds evenly, at four different concentrations in water media (v/v), i.e. 0% (control), 0.5%, 1%, and 2%. Each concentration level was replicated 3 times. Afterwards, the sprayed seeds were reaching their optimum moisture content (in equilibrium wit the surrounding air = EMC), further put in to the wheat sacks and stored for 72 days in the warehouse (the air condition inside was similar to that when the seeds reaching the EMC, i.e. the humidity, 70%). The amorf of corn seeds as well as the soybean seeds was approximately 15 kg/ sack)*)



Ketika disimpan selama 72 hari di gudang pemyimpanan, pada hari ke-0, 36, dan 72, untuk setiap benih yang mendapatkan perlakuan empat konsentrasi asap cair, diambil sampel benihnya untuk diuji daya kecambahnya (persentasi perkecambahannya) dan diuji kesehatan benihnya (persentasi intensitas benih yang terserang/terinfeksi patogen benihnya) (*At the the 0th day (immediately), 36th, and 72nd days, for each combination treatment, a represensative sample of seeds in particular quantities was taken and then examined for germination (i.e. percentage of germination) and seed-healthy test (intensity of pathogen-fungi attack by counting the number/percentage of the seeds infected by such fungi)*)



Data hasil pengamatan terhadap persentase perkecambahan benih dan intensitas serangan patogen benih, ditelaah dengan menggunakan analisis statistik (*The data as obtained regarding the percentage of seed germination and intensity of pathogen-fungi attack were interpreted with the aid of statistical analysis*)

Gambar 2. Tahapan kerja penelitian efektivitas asap cair dari tempurung kelapa sebagai biopestiside benih

Figure 2. Staged work detailing the research on the effektiveness of liquid smoke from coconut shell as biopesticide for the plant sedds.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Efektivitas Asap Cair terhadap Daya Kecambah Benih

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan asap cair berpengaruh sangat nyata terhadap perkecambahan benih jagung dan kedelai. Rata-rata persentase perkecambahan benih jagung dan kedelai pada berbagai konsentrasi disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan asap cair dengan peningkatan konsentrasi dari 0 - 0.5 % dapat meningkatkan persentase perkecambahan benih jagung maupun kedelai, selanjutnya peningkatan konsentrasi menjadi 1% dan 2%, perkecambahan benih kedua jenis tersebut semakin menurun. Peningkatan persentase perkecambahan benih pada konsentrasi asap cair hingga 0,5% berindikasi bahwa benih tersebut mampu mempertahankan kualitasnya atau daya berkecambah benihnya masih baik.

Studi tentang pengaruh asap cair dalam meningkatkan perkecambahan benih dan vigor bibit tanaman telah dilakukan terhadap empat tanaman obat, yaitu *Terminalia chebula*, *Holorrhina antidysentrica*, *Clitoria ternatea* dan *Gymnema sylvestre*, satu minggu setelah perlakuan asap cair semua

tanaman diamati dan menunjukkan bahwa tanaman yang diberi perlakuan asap cair dapat menghasilkan bibit dengan vigor yang tinggi dan kuat, bila dibandingkan dengan tanaman kontrol (tanpa perlakuan asap cair) (Malabadi *et al*, 2006).

Hal ini diduga bisa terjadi karena kandungan senyawa fenol dalam asap cair melekat atau terserap oleh kulit benih jagung maupun kedelai mampu menghambat terjadinya deteriorasi benih selama penyimpanan. Menurut Andarwulan *et al.* (1999) dalam Sari, M dkk (2007), senyawa fenolik mempunyai sifat sebagai antioksidan karena dapat memperlambat terjadinya deteriorasi benih, sehingga dimanfaatkan untuk meningkatkan daya simpan benih. Dengan perkataan lain penggunaan konsentrasi asap cair hingga konsentrasi 0.5% menyebabkan keadaan benih lebih steril terhadap serangan patogen, sehingga benih tersebut lebih leluasa melakukan aktivitas biologis/fisiologisnya (a.l. persentase perkecambahan meningkat). Berdasarkan hasil analisa spektroskopi, dilaporkan bahwa senyawa yang diturunkan dari selulosa yang berperan dalam meningkatkan perkecambahan pada beberapa spesies benih tanaman, adalah senyawa 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one (1) yang dikenal dengan karrikinolide (butenolide) (Flematti *et al*, 2004). Karrikinolide telah terbukti

Tabel 1. Rata-rata % kecambah benih jagung dan kedelai pada berbagai konsentrasi asap cair (0%, 0.5%, 1% dan 2%), dan berbagai lama penyimpanan (hari ke-0, 36 dan 72 hari)

Table 1. The average percentage of corn-seed and soybean-seed germination in any concentration of liquid smoke (0%, 0.5%, 1% and 2%), and long stored in warehouse (0th day when the seeds began to be stored, 36th and 72 th when the seeds were being stored)

Lama penyimpanan benih di gudang (hari) <i>Long stored in warehouse (day)</i>	Rata-rata persentase perkecambahan benih <i>The average percentage of cornseed and soybean-seed germination</i>							
	Jagung (<i>corn-seed</i>)				Kedelai (<i>soybean-seed</i>)			
	Konsentrasi asap cair (%)				Konsentrasi asap cair (%)			
	<i>Concentration of liquid smoke (%)</i>				<i>Concentration of liquid smoke (%)</i>			
	0	0.5	1	2	0	0.5	1	2
0	76.92 c	80.75 d	74.83 b	71.00 a	74.50 bc	78.00 d	73.83 b	72.00 a
36	76.00 c	81.08 d	74.58 b	70.92 a	73.75 bc	78.17 d	72.92 b	70.33 a
72	75.42 c	81.58 d	74.42 b	70.42 a	73.00 bc	79.58 d	72.42 b	70.23 a

Keterangan (*Remarks*): Angka pada kurva yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata (*Figures at the table followed by the same letters are not significantly different*), a > b > c

Tabel 2. Rata-rata tingkat serangan cendawan patogen pada benih jagung dan kedelai pada berbagai konsentrasi asap cair (0%, 0.5%, 1% dan 2%), dan pada berbagai lama penyimpanan (hari ke-0, 36 dan 72 hari)

Table 2. The average intensity of pathogenic-fungi attack on corn-seed and soybean-seed in any concentration of liquid smoke (0%, 0.5%, 1% and 2%), and long stored in warehouse (0th day when the seeds began to be stored, 36th and 72 th when the seeds were being stored)

Lama penyimpanan benih di gudang (hari) (Long stored in warehouse) (day)	Rata-rata tingkat serangan cendawan patogen (The average intensity of pathogenicfungi attack on seed)							
	Jagung (corn-seed)				Kedelai (soybean-seed)			
	Konsentrasi asap cair (%) (Concentration of liquid smoke) (%)				Konsentrasi asap cair (%) (Concentration of liquid smoke) (%)			
	0	0.5	1	2	0	0.5	1	2
0	13.33 cd	11.83 c	7.42 b	4.87 a	22.42 d	18.12 c	12.42 ab	10.42 a
36	14.12 cd	10.40 c	7.11 ab	3.90 a	23.05 d	17.92 c	12.09 b	10.25 a
72	14.74 cd	9.75 c	6.09 ab	3.25 a	23.19 d	17.04 c	11.79 b	9.78 a

Keterangan (Remarks): Angka pada tabel yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata (Figures at the table followed by the same letters are not significantly different), a > b > c

dapat meningkatkan perkecambahan dan meningkatkan vigor bibit beberapa spesies tanaman, sehingga asap cair memiliki potensi sebagai bahan kimia agronomi dan hortikultura yang penting, (Light *et al.* 2010).

Selanjutnya menurunnya persentase perkecambahan benih pada peningkatan konsentrasi asap cair melebihi 0.5% (hingga 1% dan 2%) berindikasi bahwa benih tersebut tidak mampu mempertahankan kualitasnya. Dengan perkataan lain pada konsentrasi asap cair di atas 0,5% (yaitu 1% dan 2%), senyawa-senyawa yang terdapat di dalam asap cair tersebut (a.l. alkohol, fenol, aldehida, keton, dan asam asetat), tidak saja bersifat toksik (racun terhadap cendawan patogen). Asap cair juga mungkin berpengaruh negatif terhadap aktifitas fisiologis benih sendiri (yaitu daya perkecambahan menurun). Menurut Taylorson dan Hendricks *dalam* Sari, M dkk (2007), senyawa fenolik yang tinggi dapat membatasi pasokan oksigen ke dalam embrio benih, sehingga dapat menyebabkan terjadinya penghambatan proses perkecambahan. Senyawa fenol yang tinggi juga memiliki pengaruh negatif terhadap kualitas benih yaitu potensi senyawa fenol sebagai antioksidan dapat berbalik menjadi prooksidan yang menyebabkan kemunduran benih berjalan lebih cepat.

Lebih lanjut untuk benih kontrol (tanpa penggunaan asap cair atau pada konsentrasi 0%), terdapat kecenderungan/penurunan yaitu persentase perkecambahan menurun dengan lama penyimpanan hingga hari ke-72 (Tabel 1). Akan tetapi perubahan daya kecambah tersebut berindikasi menjadi tidak nyata, pada penggunaan asap cair pada konsentrasi 0.5%, 1%, dan 2%. Ini mengindikasikan pula bahwa penggunaan asap cair dapat memperpanjang daya simpan benih hingga hari ke-72 (tidak menurunkan/merubah daya kecambah benih). Konsentrasi terbaik (optimum) terjadi pada 0.5%.

B. Efektivitas Asap Cair terhadap Persentase Tingkat Serangan Patogen Tular Benih

Hasil pengamatan terhadap persentase tingkat serangan pathogen tular benih menunjukkan bahwa perlakuan asap cair berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan tingkat serangan pathogen benih baik pada benih jagung maupun kedelai. Rata-rata persentase tingkat serangan pathogen benih (cendawan) pada benih jagung dan kedelai pada berbagai konsentrasi berdasarkan data 3 contoh sejumlah benih dari masing-masing jenisnya disajikan pada Tabel 2.

Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 0,5%, 1% dan 2% dapat menurunkan tingkat serangan patogen tular benih, dan terlihat semakin tinggi konsentrasi asap cair, semakin menurun tingkat serangan patogennya, begitupula semakin lama masa penyimpanan menunjukkan adanya penurunan tingkat serangan patogen tular benih. Sedangkan pada kontrol, karena tidak diberi perlakuan asap cair, semakin lama masa penyimpanan benih, menunjukkan peningkatan tingkat serangan patogen tular benih. Penurunan tingkat serangan cendawan patogen juga dapat menunjukkan bahwa deteriorasi benih akibat serangan patogen tidak terjadi selama penyimpanan, artinya perlakuan asap cair mampu mempertahankan benih dari serangan patogen benih. Hal ini diduga bisa terjadi karena asap cair dari bahan baku tempurung kelapa, memiliki kemampuan fungsional sebagai antibakteri dan anti fungi, karena di dalamnya terkandung senyawa-senyawa fungsional seperti alkohol, fenol dan asam organik. Efek antimikrobia asam dari asap cair, diduga secara langsung dapat mengasamkan sitoplasma, merusak tegangan permukaan membran dan hilangnya transport aktif makanan melalui membran sehingga menyebabkan destabilisasi bermacam-macam fungsi dan struktur komponen sel (Ray and Sandine, 1993; Ray, 1996), sedangkan mekanisme aktivitas senyawa antimikrobia fenol antara lain : a) reaksi dengan membran sel yang menyebabkan terganggunya kerja permeabilitas membran sel, b) inaktivasi enzim-enzim esensial, c) perusakan atau inaktivasi fungsional material genetik d) bekerja sebagai penghidrolisis lipid, sehingga merusak membran sel (Davidson dan Branen, 1981). Selanjutnya Duke (1985) mengatakan senyawa fenolat yang diisolasi dari tumbuhan tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan menghambat sintesis asam amino dan fenilalanin amoniase. Vickery & Vickery (1981) menyatakan senyawa fenolat mempengaruhi fungsi mitokondria sehingga mengganggu respirasi sel. Hal ini menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur tersebut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 2%, pada awalnya berpengaruh

positif, namun terhadap perkecambahan benih jagung dan kedelai, setelah disimpan selama 72 hari di gudang. Pengaruh terbaik (optimum) terjadi pada konsentrasi 0,5%. Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 1% dan 2% tidak dianjurkan.

2. Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 2%, berpengaruh terhadap penurunan tingkat serangan patogen tular benih pada benih jagung dan kedelai selama 72 hari disimpan di gudang. Pengaruh terbaik terjadi pada konsentrasi 0,5%. Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 1% dan 2% tidak dianjurkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Duke, S. O. 1985. Biosynthesis of phenolic compounds, chemical higher plant. *Dalam: The chemistry of allelopathy*, Ed. Thomson, A.C. American Chemicals Society. Washington D.C., pp 113-131.
- Davidson, P.M. and A.L. Branen. 1981. Antimicrobial Activity of Non-Halogenated Phenolic Compound. *J of Food Prot.* 44 (8) : 623-632.
- Flematti GR, Ghisalberty EL, Dixon KW, Trengove RD. 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. *Science*. 2004 Aug 13; 305(5686):977.
- Guillen, M.D., M.J. Manzanos and M.L. Ibargoitia. 2001. Carbohydrate and nitrogenated compound in liquid smoke flavorings. *J. Agric Food Chem* 49: 2395-3403.
- Kartasapoetra, G.A., 1991. Hama Hasil Tanaman dalam Gudang. Rineka Cipta. Jakarta.
- Karseno, P. Darmadji dan K. Rahayu. 2002. Daya hambat asap cair kayu karet terhadap bakteri pengkontaminan lateks dan ribbed smoke sheet. *Agritech* 21(1): 10-15.
- Light ME; Burger BV; Staerk D; Kohout L; Van Staden J. 2010. Butenolides from plant-derived smoke: natural plant-growth regulators with antagonistic actions on seed germination. *Journal of Natural Products*. 73: 267-269.

- Malabadi, R.B and Kumar, S. V. 2006. Smoke induced germination of some important medicinal plants. *Journal of Phytological Research* 2006 Vol. 19 No. 2 pp. 221-226.
- Ray, B. and W.E. Sandine. 1993. Acetic, Propionic, and Lactic Acid of Starter Culture Bacteria as Biopreservatives *dalam* B. Ray and M. Daeschel (eds) : *FOOD Biopreservatives of Microbial Origin*. CRC Press. Boca Raton. Pp:103-132.
- Ray, B.1996. *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press Boca Raton. Pp:409 - 416
- Soetarno, S. (1994), *Kimia pestisida nabati dan teknik pembuatan sediaan pestisida nabati*. PAU Hayati ITB. Bandung, 56-58.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. Raja Rafindo Persada. Jakarta.
- Sari, M., MR. Suhartanto, E. Murniati, 2007. Pengaruh sarcotesta dan kadar air benih terhadap kandungan total fenol dan daya simpan benih pepaya (*Carica papaya* L.). *Bul Agron* 35(1): 44-49.
- Soldera, S., N. Sebastianutto and R. Bortokmenzzi. 2008. Composition of phenolic compound and antioxidant activity of commercial aqueous smoke flavorings. *J. Agric Food Chem* 56: 2727-2734.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. Raja Rafindo Persada. Jakarta.
- Sari, M., MR. Suhartanto, E. Murniati, 2007. Pengaruh sarcotesta dan kadar air benih terhadap kandungan total fenol dan daya simpan benih pepaya (*Carica papaya* L.). *Bul Agron* 35(1): 44-49.
- Soldera, S., N. Sebastianutto and R. Bortokmenzzi. 2008. Composition of phenolic compound and antioxidant activity of commercial aqueous smoke flavorings. *J. Agric Food Chem* 56: 2727-2734.
- Vickery LM, Vickery B (1981) *Secondary plant metabolism*. The Macmillan Press Ltd. London, pp 1-307.