

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 6, No. 3, Desember 2018



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, dan mulai tahun ini berisi 15 naskah untuk setiap nomornya. Peningkatan jumlah naskah pada setiap nomornya ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota PERTETA tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam invited paper yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, review perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, technical paper hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta research methodology berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 6 No. 3 Desember 2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Slamet Budijanto, M.Agr. (Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS. (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Ir. Loekas Susanto, MS., Ph.D. (Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Prof.Dr.Ir. Muhammad Idrus Alhamid (Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia), Prof.Dr.Ir. Sobir, M.Si. (Departemen Agronomi dan Hortikultura (AGH), Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Bambang Susilo, M.Sc.Agr. (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya), Dr. Radi, STP., M.Eng. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Evi Savitri Iriani M.Si. (Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian), Dr.Ir. Hermantoro, MS. (Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta), Dr.Ir. Ridwan Rachmat, M.Agr. (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Leopold Oscar Nelwan, STP., M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Slamet Widodo, STP., M.Sc. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Muhamad Yulianto, ST., MT. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Nora H. Pandjaitan, DEA. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Chusnul Arif, STP., M.Si. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Satyanto Krido Saptomo, STP, M.Si. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Wilson Palelingan Aman, STP., M.Si. (Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Papua), Andri Prima Nugroho, STP., M.Sc., Ph.D. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada), Asna Mustofa, STP., MP. (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung) Agus Ghautsum Ni'am, STP., M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Kajian Efikasi Asap Cair dan Karakterisasi *Film* Lilin Lebah dan Asap Cair untuk Mencegah Serangan Cendawan pada Buah Salak Pondoh

Efficacy of Liquid Smoke and Characterization of Beeswax and Liquid Smoke Combination as Fruit Coating for Prevention of Fruit Base Rot Disease on Salak Pondoh

Baskara Edi Nugraha, Program Studi Teknologi Pascapanen, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Email: baskara499@gmail.com

Usman Ahmad, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Email: uahmad2010@gmail.com

Lilik Eko Pujantoro, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Email: lilikyp@yahoo.com

Abstract

*Salak pondoh (Salacca edulis Reinw) is one of the export fruit commodities in Indonesia that is easily exposed to fruit base rot diseases. Coating treatment can be used to prevent the diseases. This research aims to analyze and determine the best composition of beeswax and liquid smoke as coating material. The study consisted of several stages, the first stage was testing of liquid smoke antifungal activity, second was making of film solution, the third was film making with the concentration of beeswax (3%; 5% and 8%) and liquid smoke (1; 2.5 and 5%) using casting or printing techniques, fourth stage was selection of the best beeswax and liquid smoke combination in the solution. Three parameters of the films was evaluated. The results showed that the concentration of 5% liquid smoke was able to inhibit the growth of *Thielaviopsis sp.* up to 7 days after inoculation. The films had a ΔE film values ranging from 2.21-5.93, thicknesses values were from 0.07-0.16 mm, and WVTR values were from 3.05-4.63 g/m².24jam. The combination 5% liquid smoke and 8% produces a film formulation that has good characteristics that can be applied as a fruit coating to prevent fruit base disease on salak pondoh.*

Keywords: *Beeswax, film, liquid smoke, salak, Thielaviopsis sp*

Abstrak

Salak pondoh (*Salacca edulis Reinw*) merupakan salah satu komoditas ekspor penting di Indonesia. yang mudah rusak dan mudah terserang penyakit busuk buah pada bagian pangkalnya. Metode pelapisan lilin dan asap cair dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menentukan karakteristik dan komposisi lilin lebah dan asap cair terbaik sebagai pelapis buah salak pondoh. Penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap pertama uji aktivitas anti cendawan asap cair, tahap kedua pembuatan larutan *film* tahap ketiga pembuatan *film* dengan konsentrasi *beeswax* (3%, 5% dan 8%) dan asap cair (1; 2.5 dan 50%) menggunakan teknik *casting* atau cetak, tahap pemilihan larutan *film* lilin lebah dan asap cair terbaik. Ketebalan, WVTR, dan warna *film* dievaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi asap cair 5% mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Thielaviopsis sp.* hingga 7 HSI. *Film* lilin lebah dan asap cair yang dibuat memiliki nilai kekeruhan *film* berkisar 2.21-5.93, ketebalan berkisar 0.07–0.16 mm, dan nilai WVTR berkisar 3.05-4.63 g/m².24jam. Kombinasi asap cair 5% dan *beeswax* 8% menghasilkan formulasi *film* yang memiliki permeabilitas uap air dan sifat anti cendawan yang baik sehingga berpotensi digunakan sebagai pelapis buah salak pondoh untuk mencegah serangan penyakit busuk pangkal buah.

Kata Kunci: *asap cair, film, lilin lebah, salak, thielaviopsis sp.*

Diterima: 6 Agustus 2018; Disetujui: 12 September 2018

Latar Belakang

Salak pondoh (*Salacca edulis Reinw*) merupakan salah satu komoditas ekspor penting di Indonesia. Menurut data statistik dari BPS RI (2017), produksi salak Indonesia pada tahun 2017 sebesar 953 845 ton. Tetapi, Salak pondoh memiliki umur simpan yang relatif singkat disebabkan oleh sifatnya yang mudah rusak dan mudah terserang penyakit busuk buah pada bagian pangkal. Pangkal buah salak adalah yang berbentuk lancip, sedangkan yang membentuk bulat adalah bagian ujung buah. Menurut Kusmiadi (2011) spesies cendawan yang dominan menyebabkan penyakit busuk pangkal buah salak pondoh adalah *Thielaviopsis paradoxa*. Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan pascapanen buah salak, salah satunya dengan teknis pelapisan yang dapat mencegah terjadinya kerusakan serangan cendawan pada pangkal buah salak karena ini menjadi penyebab utama turunnya mutu salak. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa teknik pelapisan telah banyak dilakukan. Sabarisman (2015) menggunakan *film* berbasis pektin untuk menjaga kualitas salak pondoh dimana pelapisan ini efektif untuk mengurangi susut bobot dan perubahan warna, tetapi belum mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Sementara itu, Marliana et al. (2014) melakukan aplikasi pelapisan pada salak pondoh dengan menggunakan kitosan.

Jenis lilin yang biasa digunakan untuk pelapisan buah adalah lilin lebah khususnya untuk pelilinan komoditas hortikultura. Lilin lebah merupakan lilin alami komersial yang merupakan hasil sekresi dari lebah madu (*Apis mellifica*) atau lebah lainnya (Winarno 2002). Lilin lebah digolongkan sebagai *food grade*, lilin ini tidak dapat larut dalam pelarut (air), oleh sebab itu digunakan emulsifier yang sesuai seperti Tween 80 dan Span 60, asam oleat untuk menghasilkan emulsi lilin yang stabil dan homogen (Fabra et al. 2008). Lilin lebah mempunyai kemampuan dalam membatasi difusi uap air karena kandungan ester dari asam lemak dan lemak alkohol serta senyawa alkana rantai panjangnya yang sangat tinggi (Morillon et al. 2002). Kombinasi pelapisan lilin telah digunakan untuk mencegah kerusakan pada buah salak sehingga dapat mempertahankan salak selama penyimpanan. Kusmiadi (2011) dan Hayati N (2013), melaporkan bahwa aplikasi lilin sebagai pelapis (*film*) pada buah salak pondoh utuh mampu menekan susut bobot, tidak mempengaruhi atau mengubah warna kulit (kenampakan) buah, kehilangan kekerasan, namun belum optimal dalam memperlambat laju respirasi dan mencegah serangan patogen yang di sebabkan oleh cendawan *Thielaviopsis* sp. Oleh karena itu perlu ditambahkan senyawa antimikroba pada campuran larutan *film* pelapis.

Asap cair banyak digunakan pada industri makanan sebagai preservatif, industri farmasi, bioinsektisida, pestisida, desinfektan, herbisida dan

lain sebagainya. Asap merupakan sistem kompleks yang terdiri atas fase cairan terdispersi dan medium gas sebagai pendispersi. Asap cair terdiri atas campuran larutan dan dispersi koloid yang berasal dari uap asap kayu dalam air yang diperoleh dari proses pirolisis kayu atau dibuat dari campuran senyawa murni (Luditama 2006). Menurut Budjiyanto et al. (2008), asap cair dapat berfungsi sebagai disinfektan yang menghambat serangan penyakit antraknosa pada penanganan pascapanen pepaya sehingga dapat mempertahankan mutu dan memperpanjang masa simpan buah pepaya. Perlakuan konsentrasi asap cair dan pelilinan pada pepaya memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada susut bobot, penurunan kekerasan, total padatan terlarut dan total kapang.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengkaji efektivitas asap cair terhadap pertumbuhan cendawan *Thielaviopsis* sp.
2. Menganalisis karakteristik dan menentukan komposisi lilin lebah dan asap cair terbaik sebagai pelapis buah salak pondoh untuk mencegah penyakit busuk pangkal buah.

Bahan dan Metode

Penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap satu uji aktivitas anticendawan asap cair kemudian dilanjutkan pada tahap dua pembuatan larutan *film* berbahan baku karagenan, lilin lebah, dan asap cair, tahap adalah pembuatan *film* menggunakan teknik *casting* atau cetak dengan konsentrasi *beeswax* dalam bentuk emulsi (3%; 5% dan 8% (v/v larutan)) dan konsentrasi asap cair (1%; 2.5% dan 5% v/v larutan), dan tahap empat adalah pemilihan kombinasi larutan *film* lilin lebah dan asap cair terbaik.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk pembuatan *film* yaitu *beeswax* (lilin lebah), asap cair, karagenan, gliserol, aquades. Bahan kimia lain yang digunakan antara lain Span 60 dan Tween 80 untuk membuat emulsi *beeswax*. Peralatan yang digunakan yaitu 79-1 *magnetic stirrer and heater*, instrumen uji permeabilitas uap air, *ultra turax* Armfield L4R, *Chromameter* CR-400 Konica Minolta, *Thickness gage* seri 547 (Mitutoyo, Jepang).

Aktivitas Anticendawan Asap Cair

Pengujian anticendawan asap cair dilakukan secara *in-vitro* dengan mengacu pada Oramahi, 2011 yang dimodifikasi. Petri dish yang sudah disterilkan diisi dengan media PDA masing-masing 10 ml, lalu dicampur dengan asap cair dengan konsentrasi masing-masing 0, 2, 5, dan 10%. Biakan murni cendawan *Thielaviopsis* sp. diinokulasi dibagian tengah petridish dan diinkubasi pada suhu kamar.

Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan koloni jamur dengan mengukur diameter koloni pada hari ke 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 setelah inokulasi. Efikasi aktivitas anticendawan dinyatakan dengan indeks anticendawan (Velmurugan *et al.* 2009) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Indeks anticendawan} = (1 - Dt/Dc) \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

Dt = perbesaran/pertambahan diameter koloni cendawan perlakuan

Dc = perbesaran/pertambahan diameter koloni cendawan kontrol

Pembuatan Film Lilin Lebah dan Asap Cair

Ada dua kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini, yaitu pembuatan emulsi lilin lebah dan pembuatan *film* lilin lebah dan asap cair. Emulsi lilin lebah dibuat berdasarkan metode yang dilakukan oleh Ramnanan-Singh (2012). Lilin lebah sebanyak 20.3 g ditimbang kemudian dipanaskan pada suhu 70°C menggunakan *hot plate* hingga meleleh. Kemudian ditambahkan pengemulsi yaitu 29.8 g Tween 80 yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu 70°C dan 10.9 g Span 60 kemudian sebanyak 140 ml akuades (suhu 70°C) sedikit demi sedikit ditambahkan pada campuran sambil diaduk dengan kuat. Selanjutnya homogenisasi campuran dilakukan pada 8500 rpm selama 15 menit menggunakan *ultra turax*. Emulsi yang terbentuk dipindahkan pada wadah lain. Sebanyak 9 formulasi *film* dihasilkan yaitu: L3A1 (lilin lebah 3% + asap cair 1%), L3A2 (lilin lebah 3% + asap cair 2.5%), L3A5 (lilin lebah 3% + asap cair 5%), L5A1 (lilin lebah 5% + asap cair 1%), L5A2 (lilin lebah 5% + asap cair 2.5%), L5A5 (lilin lebah 5% + asap cair 5%), L8A1 (lilin lebah 8% + asap cair 1%), L8A2 (lilin lebah 8% + asap cair 2.5%), L8A5 (lilin lebah 8% : asap cair 5%).

Pembuatan *film* lilin lebah dan asap cair mengacu pada kombinasi dan modifikasi metode yang dilakukan oleh Rhim *et al.* (2013), Diova *et al.* (2013) serta Kanmani dan Rhim (2014). Sebanyak 1, 2.5 dan 5% asap cair (v/v larutan) dilarutkan dalam 100 ml akuades menggunakan *ultra turax*. Setelah terdispersi sempurna, ke dalam larutan tersebut ditambahkan 0.8 g karagenan sambil diaduk menggunakan *stirring hot plate* hingga suhu larutan mencapai 60°C. Selanjutnya, 0.5 ml gliserol dan 3, 5, dan 8% emulsi *beeswax* (v/v larutan) dicampurkan ke dalam larutan sambil dipanaskan hingga suhu 80°C dan dipertahankan selama 5 menit. Larutan lilin lebah dan asap cair yang dihasilkan didiamkan hingga dingin. Sebanyak 25 ml larutan dituang ke dalam cawan petri dan didiamkan selama 48 jam pada suhu 30 hingga air menguap. *Film* yang telah kering diangkat dari cawan petri kemudian dibungkus dalam aluminium foil dan disimpan dalam desikator dengan RH=65%

selama 48 jam untuk prekondisi sebelum dilakukan karakterisasi.

Karakterisasi Film

Pengukuran Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate*/WVTR) terhadap *film* diukur dengan menggunakan metode gravimetri (ASTM E96-95). Prinsip kerja dari metode ini adalah mengukur besarnya uap air yang mampu menembus sampel *film* campuran lilin lebah dan asap cair dengan cara menghitung pertambahan berat pada bahan penyerap uap air (desikan) yang menyerap uap air dari sisi luar *film*. Pada penelitian ini digunakan model jendela, dipilih botol dan tutup dengan ukuran yang sama kemudian pada bagian tutup botol dilubangi dengan besaran luas yang diketahui dan lubang tersebut diisi oleh sampel *film* campuran lilin lebah dan asap cair. Oleh karena itu, besarnya luas permukaan dapat terseragamkan. Sampel *film* dipotong dalam bentuk silinder dengan diameter 30 mm dan dilekatkan pada wadah permeansi dengan kemudian disimpan dalam desikator pada 25°C. Gradien RH diantara *film* dijaga dengan meletakkan CaCl₂ anhidrat (RH 2%) di dalam wadah permeansi dan larutan NaSO₄ jenuh (RH 97%) dalam desikator. Wadah permeansi ditimbang secara berkala. Wadah ditimbang tiap hari pada jam yang sama dengan selang waktu tertentu dan ditentukan panambahan berat dari cawan. Selanjutnya dibuat grafik hubungan antara pertambahan berat dan waktu. Nilai WVTR dihitung dengan rumus:

$$WVTR = \frac{S}{L} = \frac{S}{m^2 \cdot jam} \quad (2)$$

Keterangan :

s = Pertambahan berat bahan penyerap uap air (g)

L = Luas jendela(m²)

Pengamatan warna

Pengukuran intensitas warna dilakukan dengan alat Chromameter Minolta CR-400. Alat ini menggunakan sistem CIE L*, a*, dan b*. L menunjukkan kecerahan dengan nilai 0 (gelap/hitam) hingga 100 (terang/putih), sedangkan a dan b adalah koordinat-koordinat *chroma*. Metode yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan *film* adalah menggunakan nilai ΔE . *Film* lilin lebah ditembak dengan chromameter di atas alas warna putih (L = 88.76, a = 0.87, b = -2.37). Semakin kecil nilai ΔE yang dihasilkan, maka semakin mirip warna antara dua objek tersebut dan dapat dikatakan semakin transparan *film* yang diukur tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung ΔE yaitu:

$$\Delta E = \sqrt{(L1 - L2) + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2} \quad (3)$$

Pengukuran Ketebalan

Film yang terpilih diukur ketebalannya dengan menggunakan *thickness gage* dengan ketelitian

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi asap cair terhadap indeks anticendawan.

Konsentrasi asap cair (%)	Indeks Anticendawan pada Hari ke- (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0
1	31.71	43.52	38.16	0	0	0	0
2.5	100	100	100	100	97.78	62	38.44
5	100	100	100	100	100	100	100

0.01 mm pada lima tempat yang berbeda. Nilai ketebalan diukur dari rata-rata lima pengukuran ketebalan.

Analisis data

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan konsentrasi lilin lebah (3 level) sebagai faktor I dan konsentrasi asap cair (3 level) sebagai faktor II. Analisis sidik ragam (ANOVA) digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan lilin lebah dan asap cair terhadap karakter *film* yang dihasilkan. Apabila hasil ANOVA menunjukkan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan program pengolah data statistik SPSS 16.0 for Windows Evaluation Version.

Pemilihan Larutan Campuran Lilin Lebah dan Asap Cair

Pemilihan larutan kombinasi lilin lebah dan asap cair terbaik dilakukan dengan pemberian skor dan pembobotan. Kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan yaitu warna, ketebalan, dan laju transmisi uap air. Perlakuan atau formula larutan *film* lilin lebah dan asap cair rataan terbobot paling tinggi dipilih sebagai larutan *coating* terbaik.

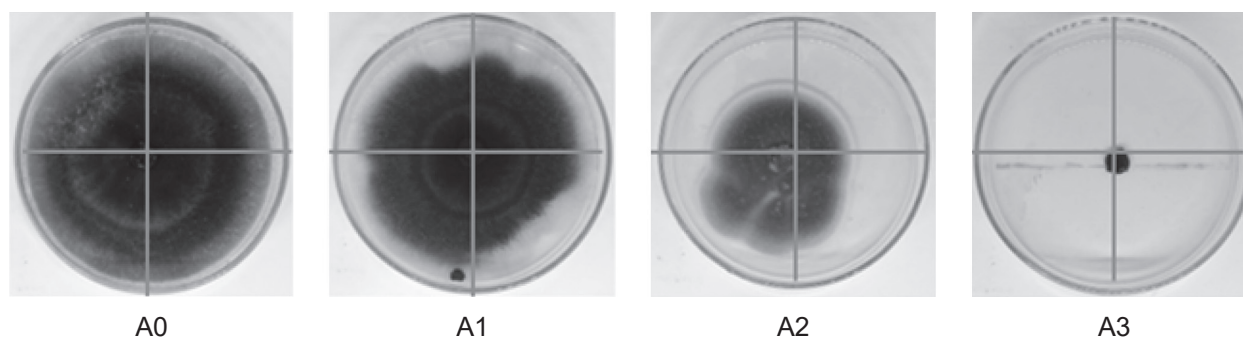
Hasil dan Pembahasan

Uji Aktivitas Anticendawan Asap Cair

Hasil pengujian aktivitas anticendawan asap cair dengan konsentrasi 0%, 1%, 2.5% dan 5% disajikan pada Tabel 1. Diketahui bahwa konsentrasi asap cair 5% menyebabkan penghambatan cendawan *Thielaviopsis* sp. sebesar 100% hingga 7 hari setelah

inokulasi (HSI) seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Konsentrasi asap cair 2.5% menyebabkan penghambatan sebesar 62% pada 6 HSI dan menurun menjadi 38.44% pada 7 HSI, sedangkan konsentrasi 1% hanya mampu menyebabkan penghambatan pertumbuhan cendawan *Thielaviopsis* sp. hingga 3 hari setelah inokulasi (HSI) dengan indeks anticendawan berkisar 31.71-43.52%. Penghambatan tersebut disebabkan asap cair tempurung kelapa mengandung senyawa yang bersifat anticendawan, sehingga pertumbuhan cendawan terhambat. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Suryandari (2010) bahwa asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 5% mampu menghambat cendawan *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp dan *Curvularia* sp oleh asap cair masing-masing sebesar 77.76 %, 85.74% dan 86.66%.

Menurut Budjianto et al. (2008) bahwa senyawa dominan dari asap cair tempurung kelapa adalah senyawa-senyawa fenolik. Empat senyawa phenol, Pyrogallol 1,3-dimethyl ether sebanyak 15.64%, 2-Methoxy-p-cresol sebanyak 11.53%, Pyrogallol trimethyl ether sebanyak 8.65%, dan p-Ethylguaicol sebanyak 6.58%. Senyawa fenolik dalam asap cair bersifat menghambat pertumbuhan cendawan atau sebagai anticendawan. Senyawa anticendawan mempunyai berbagai mekanisme penghambatan terhadap sel cendawan. Djunaedy (2008) menyatakan bahwa mekanisme kerja senyawa anticendawan adalah mengganggu terbentuknya apresorium dan haustorium, dan mempengaruhi sintesis asam nukleat dan protein dengan cara menetralkan enzim atau toksin yang terkait dalam invasi cendawan, merusak membran sel cendawan, dan menghambat sistem enzim



Gambar 1. Perbandingan pertumbuhan cendawan *Thielaviopsis* sp. 7 (HSI) dengan pemberian asap cair berbagai konsentrasi A0 (0%), A1 (1%), A2 (2.5%), A3 (5%).

cendawan. Sedangkan menurut Wahyuni *et al.* (2014) senyawa fenol akan berikatan dengan ergosterol yang merupakan penyusun membran sel cendawan sehingga menyebabkan terbentuknya suatu pori pada membran sel. Terbentuknya pori tersebut menyebabkan komponen sel cendawan seperti asam amino, asam karboksilat, fosfat anorganik dan ester fosfat keluar dari sel hingga menyebabkan kematian sel cendawan.

Warna

Warna *film* pelapis akan mempengaruhi penampakan secara umum dan penerimaan konsumen. Tabel 2 menunjukkan nilai warna permukaan *film* dipengaruhi oleh asap cair dan lilin lebah. Berdasarkan uji sidik ragam, penambahan konsentrasi asap cair 1%, 2.5%, dan 5% berpengaruh nyata terhadap nilai ΔE , sedangkan pada konsentrasi lilin lebah hanya konsentrasi 3% yang berpengaruh nyata terhadap nilai ΔE . Hal ini mengindikasikan kecerahan *film* menurun dengan adanya peningkatan warna kuning pada *film* dengan penambahan asap cair. Larutan asap cair yang berwarna kekuningan diduga berperan dalam menurunkan transparansi *film*. Hasil yang sama juga dilaporkan pada *film* berbasis agar dan CMC (Kanmani dan Rhim 2014) serta pati sagu (Nafchi *et al.* 2012). Total perbedaan warna *film* meningkat secara nyata seiring meningkatnya konsentrasi asap cair yang ditambahkan. Penambahan lilin lebah memberikan total perbedaan warna yang berbeda walaupun tidak signifikan. Menurut Monedero *et al.* (2009), penambahan komponen lemak mampu meningkatkan nilai ΔE . Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai ΔE terendah dimiliki oleh *film* lilin lebah 3% dan asap cair 1% (L3A1) dan nilai ΔE tertinggi adalah *film* lilin lebah 8% dan asap cair 5% (L3A1).

Warna *film* merupakan salah satu parameter yang perlu diperhatikan agar warna produk tetap terlihat menarik dan *fresh* pada saat *film* atau larutan diaplikasikan. Nilai ΔE yang besar akan mempengaruhi warna produk sehingga harus diaplikasikan pada produk yang tepat apabila *film* tersebut akan digunakan sebagai kemasan. Sebagai contoh, *Film* dengan nilai ΔE yang besar dapat di aplikasikan pada buah salak yg mempunyai warna kulit yang gelap sehingga warna *film* tidak terlalu berpengaruh terhadap penampakan buah.

Ketebalan

Ketebalan *film* lilin lebah dan asap cair seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 berkisar antara 0.07–0.16 mm. Berdasarkan uji sidik ragam, faktor penambahan konsentrasi lilin lebah 3%, 5%, dan 8% berpengaruh nyata terhadap ketebalan *film*. Artinya, ketebalan *film* dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi lilin lebah semakin tinggi konsentrasi lilin lebah maka ketebalan *film* semakin meningkat. Pada perlakuan asap cair hanya konsentrasi 1% yang berpengaruh nyata terhadap

Tabel 2. Komponen total perbedaan warna (ΔE) *film*.

Lilin lebah (%)	Asap Cair		
	1%	2.5%	5%
3	2.21±0.12 ^d	3.70±0.14 ^{bc}	4.16±0.34 ^{bb}
5	2.78±0.13 ^{cd}	4.25±0.37 ^b	5,69 ±0.22 ^a
8	2.79±0.44 ^{cd}	4.52±0.24 ^b	5.93±0.55 ^a

Tabel 3. Ketebalan *film*.

Lilin lebah (%)	Asap Cair		
	1%	2.5%	5%
3	0.07±0.01 ^{ap}	0.09±0.01 ^{ap}	0.10±0.00 ^{ap}
5	0.10±0.01 ^{ap}	0.12±0.01 ^{bq}	0.12±0.01 ^{bq}
8	0.13±0.01 ^{bq}	0.15±0.00 ^{cq}	0.16±0.01 ^{cq}

Nilai rata-rata dengan huruf yang berbeda (a-b) berbeda nyata ($p < 0.05$) pada konsentrasi lilin lebah yang sama. Nilai rata-rata dengan huruf yang berbeda (p-q) berbeda nyata ($p < 0.05$) pada konsentrasi asap cair yang sama.

ketebalan *film*. Peningkatan konsentrasi lilin lebah dapat meningkatkan ketebalan *film* karena terbentuknya kristal lilin lebah pada matriks *film*. Nabila *et al.* (2015) menyatakan bahwa bila suatu lemak didinginkan, maka panas yang hilang akan memperlambat gerakan molekul dalam lemak, sehingga jarak antar molekul menjadi lebih kecil maka akan timbul gaya tarik menarik antar molekul yang disebut dengan gaya Van der Waals. Gaya ini menyebabkan asam lemak dalam molekul lemak akan tersusun berjajar dan saling bertumpuk serta berikatan membentuk kristal. Hal ini diduga sebagai penyebab nilai ketebalan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi lilin lebah dalam larutan. Selain itu, ketebalan *film* juga dipengaruhi oleh kekentalan larutan, volume larutan, dan luas cetakan. Semakin kental larutan maka semakin tebal *film* yang dihasilkan (Syarifuddin dan Yuniarta 2015). Ketebalan *film* akan mempengaruhi sifat mekanis dan permeabilitas *film* tersebut. Semakin tebal *film* maka tingkat permeabilitas gas dan uap air akan menurun sehingga dapat melindungi produk dengan lebih baik.

Laju transmisi uap air (WVTR)

Laju transmisi uap air (WVTR) merepresentasikan banyaknya uap air yang mampu melewati *film* pada luasan tertentu per satuan waktu. *Film* dengan WVTR rendah berarti memiliki kemampuan lebih besar untuk menghambat uap air keluar masuk bahan pangan yang dilapisi. Tabel 4 menunjukkan nilai laju transmisi uap air pada *film* lilin lebah dan asap cair cenderung menurun dengan adanya penambahan konsentrasi lilin lebah. Berdasarkan uji sidik ragam, faktor penambahan konsentrasi lilin lebah 3%, 5%, dan 8% berpengaruh nyata terhadap

Tabel 4. Laju transmisi uap air ($\text{g/m}^2 \cdot 24\text{jam}$)

Lilin lebah (%)	Asap Cair		
	1%	2.5%	5%
3	0.07±0.01 ^{ap}	0.09±0.01 ^{ap}	0.10±0.00 ^{ap}
5	0.10±0.01 ^{ap}	0.12±0.01 ^{bq}	0.12±0.01 ^{bq}
8	3.25±0.18 ^a	3.11±0.13 ^a	3.05±0.03 ^a

Nilai rata-rata dengan huruf yang berbeda (a-b) berbeda nyata ($p < 0.05$) pada konsentrasi lilin lebah yang sama. Nilai rata-rata dengan huruf yang berbeda (p-q) berbeda nyata ($p < 0.05$) pada konsentrasi asap cair yang sama.

nilai WVTR. Artinya, semakin tinggi konsentrasi lilin lebah maka nilai WVTR *film* semakin menurun. Menurut Murdinah et al. 2007, laju transmisi uap air akan menurun dengan meningkatnya sifat hidrofobik. Lipid merupakan komponen yang paling efektif sebagai barrier terhadap uap air, oleh karena itu perlu penambahan komponen lipid dalam *film* karena lilin lebah membentuk jaringan kristal sehingga dapat berfungsi sebagai penghalang terhadap uap air. Hasil yang sama juga didapatkan dengan penambahan lilin lebah ke dalam *film* berbasis pati tinggi amilosa (Muscat et al. 2013) dan poli asam laktat (Lim et al. 2015). Sedangkan penambahan asap cair tidak berpengaruh nyata terhadap laju transmisi uap air. Pada penelitian ini, penambahan lilin lebah 8% yang dikombinasikan dengan asap cair 5% (L8A5) menciptakan efek sinergis terbaik dalam menurunkan nilai WVTR *film* lilin lebah dan asap cair.

Pemilihan larutan *film* terbaik

Pemilihan larutan terbaik berdasarkan pada rata-rata nilai skor terbobot dengan komposisi 30%, 20%, dan 50% untuk masing-masing parameter ketebalan, warna, dan water vapor transmission rate (WVTR). Bobot untuk WVTR lebih tinggi karena kriteria ini merupakan faktor kritis lapisan *coating* pada produk. Skor 1-9 menunjukkan peringkat perlakuan untuk masing-masing kriteria. Peringkat ini didasarkan pada nilai yang diperoleh dari hasil karakterisasi *film*. Semakin besar skor yang diberikan, semakin bagus karakteristik *film*nya.

Sebagai ilustrasi, nilai rata-rata WVTR pada larutan lilin lebah 3% dan asap cair 1% sebesar $4.71 \text{ g/m}^2 \cdot 24\text{jam}$. Nilai ini merupakan nilai terendah di antara 9 formula yang ada sehingga diberi skor 9 karena nilai WVTR yang baik adalah nilai yang paling kecil. Selanjutnya skor diberi berurutan kepada nilai WVTR dari nilai WVTR tinggi hingga terendah. Rataan terbobot dihitung dengan cara menjumlahkan hasil perkalian antara skor yang diperoleh masing-masing formula dengan bobot kriterianya.

Tabel 5 menunjukkan nilai rata-rata terbobot paling tinggi yaitu larutan kombinasi 8% lilin lebah dan 5% asap cair (L8A5), sehingga larutan yang dipilih adalah larutan kombinasi L8A5 karena mempunyai

Tabel 5. Karakteristik bahan pelapis.

Lilin lebah (%)	Perlakuan		Kriteria			Rataan Terbobot
	Lilin (%)	Asap Cair (%)	Ketebalan (30%)	Warna (20%)	WVTR (50%)	
3	1	1	9	1	2.6	
3	2.5	2	6	2	2.8	
3	5	3	5	1	3.4	
5	1	4	8	3	4.8	
5	2.5	5	4	4	4.8	
5	5	6	2	5	5.2	
8	1	7	7	7	7	
8	2.5	8	3	8	7	
8	5	9	1	9	7.4	

nilai skor terbobot ketebalan dan WVTR paling tinggi. Komposisi larutan ini yang selanjutnya akan digunakan sebagai formula larutan *coating* pada aplikasi pelapisan buah salak pondoh.

Simpulan

Asap cair dengan konsentrasi 5% (v/v larutan) terbukti secara *in-vitro* mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Thielaviopsis* sp. hingga 100% hingga 7 HSI. Kombinasi lilin lebah 8% (v/v larutan) dan asap cair 5% (v/v larutan) menghasilkan formulasi *film* yang memiliki karakteristik yang sesuai untuk keperluan *coating* buah salak dengan nilai ΔE *film* 5.93, ketebalan 0.16 mm, dan laju transmisi uap air sebesar $3.05 \text{ g/m}^2 \cdot 24 \text{ jam}$. Dengan demikian, *film* dengan kombinasi lilin lebah 8% dan asap cair 5% berpotensi sebagai pelapis buah salak pondoh guna mencegah penyakit busuk pangkal buah salak.

Daftar Pustaka

- ASTM E96-95. 1995. Standard test methods for water vapor transmission of material, Annual book of ASTM. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistical Yearbook of Indonesia 2017. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. Jakarta.
- Budijanto, S., R. Hasbullah, S. Prabawati, Setyadjit, Sukarno and Zuraida, I. 2008. Identification and safety test on liquid smoke made from coconut shell for food product. Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research 5 (1): 32-40.
- Diova, D.A., Y.S. Darmanto dan L. Rianingsih. 2013. Karakteristik *edible film* komposit *semirefined* karaginan dari rumput laut *Euचेuma cottonii* dan *beeswax*. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan 2(3): 1-10.

- Fabra, M.J., P. Talens and A. Chiralt. 2008. Tensile properties and water vapor permeability of sodium caseinate *films* containing oleic acid-beeswax mixtures. *J Food Eng* 85: 393-400.
- Girrad, J.P. 1992. Smoking dalam J.P. Girard : Technology of Meat and Meat Product Ellis Norwood, New York. Pp 165 - 201.
- Hamzah, H.M., A. Osman, C.P. Tan and F.M. Ghazali. 2013. Carrageenan as an alternative coating for papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika). *Postharvest Biol Tec* 5: 142-146.
- Hasanah, N. 2013. Pengaruh pelilinan pada ujung buah salak pondoh pascapanen dengan suhu yang berbeda terhadap investasi penyakit. (Tesis). Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Kanmani, P. and J.W. Rhim. 2014. Properties and characterization of bionanocomposite *films* prepared with various biopolymers and ZnO nanoparticles. *Carbohydr Polym* 106: 190 – 199.
- Karseno, P., Darmadji dan R. Kapti. 2001. Daya Hambat Asap Cair Kayu Karet Terhadap Bakteri Pengkontaminan Lateks dan *Ribbed Smoke Sheet*. *Agritect*, 21 (1): 10-15.
- Kristo, E., C.G. Biliaderis dan A. Zampraka. 2007. Water vapor barrier and tensile properties of composite caseinate-pullulan *films*: biopolymer composition effects and impact of beeswax lamination. *Food Chem*. 101(2):753-764.
- Kusmiadi, R. 2011. Kajian efikasi ekstrak rimpang jahe dan kunyit sebagai upaya untuk memperpanjang umur simpan buah salak pondoh akibat serangan cendawan. (Tesis). Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Lim, J.H., J.A. Kim, J.A. Ko and H.J. Park. 2015. Preparation and characterization of composites based on polylactic acid and beeswax with improved water vapor barrier properties. *J Food Sci*. 80(11):2471-2477.
- Monedero, F.M., M.J. Fabra, P. Talens and A. Chiralt. 2009. Effect of oleic acid-beeswax mixtures on mechanical, optical and water barrier properties of soy protein isolate based *films*. *J Food Eng* 91: 509-515.
- Morillon, V., F. Debeaufort, G. Blond, M. Capelle and A. Voilley. 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible *films*: a review. *CRC CR Rev Food Sci* 42(1): 67-89.
- Morillon, V., F. Debeaufort, G. Blond, M. Capelle and A. Voilley. 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible *films*: a review. *CRC CR Rev Food Sci* 42(1): 67-89.
- Muscat, D., R. Adhikari, S. McKnight, Q. Guo and B. Adhikari. 2013. The physicochemical characteristics and hydrophobicity of high amylose starch-glycerol *films* in the presence of three natural waxes. *J Food Eng* 119(2): 205-219.
- Nafchi, A.M., A.K. Alias, S. Mahmud dan M. Robal. 2012. Antimicrobial, rheological, and physicochemical properties of sago *films* filled with nanorod-rich zinc oxide. *J Food Eng* 113: 511-519.
- Ramnanan-Singh, R. 2012. Formulation and thermophysical analysis of a beeswax microemulsion and the experimental calculation of its heat transfer coefficient [Thesis]. New York (US) : University of New York.
- Rhim, J.W. and L.F. Wang. 2013. Mechanical and water barrier properties of agar/k-carrageenan/konjac glucomannan tertiary blend hydrogel *film*. *Carbohydr Polym*. 96:71-81.
- Sabarisman, I., N.E. Suyatma, U. Ahmad dan F.M. Taqi. 2015. Aplikasi nanocoating berbasis pektin dan nanopartikel ZnO untuk mempertahankan kesegaran salak pondoh. *Jurnal Mutu Pangan* 2(1): 50-56.
- Syarifuddin, A., Yunianta. 2015. Karakterisasi edible *film* dari pektin albedo jeruk Bali dan pati garut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (4): 1538-1547.
- Velmurugan, N. Han, S. S. & Y.S. Lee, 2009. Antifungal Activity of Neutra- lized Wood Vinegar with Water Ex- tracts of *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* Saw Dusts, *Int. J. Environ. Res.*, 3(2):167-176.
- Winarno, F.G. 2002. Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura. Bogor (ID): M-Brio Press.
- Yang, L. dan A.T. Paulson. 2000. Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan *film*. *Food Res Int* 33: 571-578.

Halaman ini sengaja dikosongkan