



Asap Cair dari Daun Jati sebagai Pestisida untuk Mengendalikan Kutu Putih

Elsyaff Visshilmi Kaffah, Meidina Rafida Kusuma, Nana Dyah Siswati^{*)}, dan Nove Kartika Erliyanti

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

^{*)} Penulis korespondensi: nanadyahsiswati22@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.rbaet.2023.007.01.02>

Abstract

Article History

Submitted:
March 29, 2023
Accepted:
May 16, 2023
Published:
May 30, 2023

© 2023 Universitas
Brawijaya

Liquid Smoke from Teak Leaves as Pesticide to Control Whiteflies. Teak is a plant that is often found in Indonesia. Teak leaves have components of lignin, cellulose, and hemicellulose which can be broken down into phenol and acids in liquid form, called liquid smoke, by a pyrolysis process which is beneficial as a natural pesticide. Therefore, this research was conducted with the aim of making liquid smoke from dried teak leaf waste using the pyrolysis method, finding relatively good temperatures and time to obtain good levels of phenol and acid in liquid smoke, and testing the effectiveness of liquid smoke as a natural pesticide for whiteflies. The process used in this study is pyrolysis with the carbonization stage and then followed by the condensation stage to obtain liquid smoke. The pyrolysis process was carried out with variations in temperature (°C) 200, 250, 300, 350, and 400, and process time (hours) 1, 1 ½, 2, 2 ½, and 3. Relatively good liquid smoke was obtained at 350°C and 3 hours because it has the highest phenol and acid content which is still in accordance with SNI, specifically 1.915% phenol and 14.885% acid. The relatively good liquid smoke with a concentration of 20% is effective for eradicating whiteflies for nine days.

Keywords: liquid smoke; pesticide; whiteflies

Abstrak

Jati merupakan salah satu tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia. Daun jati memiliki komponen lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang dapat diurai menjadi fenol dan asam dalam bentuk cairan, disebut asap cair, dengan proses pirolisis yang bermanfaat sebagai pestisida nabati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat asap cair dari limbah daun jati kering dengan metode pirolisis, mencari temperatur dan waktu relatif baik untuk memperoleh kadar fenol dan asam relatif baik dalam asap cair, dan menguji keefektifan asap cair sebagai pestisida nabati untuk hama kutu putih. Proses yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pirolisis dengan tahapan karbonisasi lalu dilanjutkan dengan tahap kondensasi agar didapatkan asap cair. Proses pirolisis dilakukan dengan variasi temperatur (°C) 200, 250, 300, 350, dan 400 serta waktu proses pirolisis (jam) 1, 1 ½, 2, 2 ½, dan 3. Diperoleh asap cair relatif baik pada suhu 350°C dan waktu 3 jam karena memiliki kandungan fenol dan asam tertinggi yang masih sesuai dengan SNI, yaitu fenol sebesar 1,915% dan asam sebesar 14,885%. Asap cair relatif baik dilakukan uji keefektifan untuk menghilangkan hama kutu putih dengan konsentrasi 20% dan didapatkan hasil bahwa asap cair relatif baik efektif menghilangkan hama kutu putih dalam kurun waktu sembilan hari.

Kata kunci: asap cair, kutu putih, pestisida



PENDAHULUAN

Negara yang beriklim tropis seperti Indonesia ini banyak tanaman yang dapat hidup dengan baik di dalamnya, sehingga banyak ragamnya, termasuk tanaman jati. Budidaya jati di Indonesia memiliki luas total 923,92 ha [1]. Menurut penelitian Zulacchah dkk. [2] daun jati memiliki komposisi kimia berupa lignin 10%, selulosa 28%, dan karbon organik 42%. Apabila dilakukan proses pirolisis, komposisi yang dimiliki oleh daun jati dapat terurai menjadi fenol dan asam yang sangat efektif apabila dijadikan pestisida [3]. Proses pirolisis adalah proses dekomposisi termal pada temperatur tinggi dan tanpa adanya oksigen (*inert*) di dalam reaktor [4]. Pemanfaatan daun jati juga akan turut mencegah pencemaran lingkungan karena umumnya limbah daun jati hanya dibakar saja atau dibiarkan menjadi sampah yang mengering. Pembakaran daun jati menghasilkan produk samping berupa polusi udara, sedangkan jika terus dibiarkan menjadi sampah mengering juga akan berdampak buruk pada lingkungan. Asap cair merupakan suatu produk hasil distilasi atau kondensasi uap hasil pirolisis dari bahan-bahan yang mempunyai banyak kandungan kimia karbon serta senyawa-senyawa lain. Asap cair bisa didapatkan melalui penguraian senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam bahan baku sewaktu proses karbonisasi pirolisis [5]. Senyawa – senyawa yang terkandung dalam asap cair adalah asam, fenol, benzopyren, karbonil, senyawa tar, dan air [6]. Bahan alami daun jati yang terdiri dari selulosa, lignin, dan karbon organik terjadi dekomposisi pada suhu yang tinggi menjadi senyawa yang lebih banyak (di atas 300 senyawa) yang terdiri dari tiga komponen utama, yakni 20 jenis asam, 45 jenis fenol, 70 jenis karbonil, dan beberapa senyawa lainnya [7]. Proses yang sesuai dengan pembuatan asap cair adalah proses pirolisis, karena proses pirolisis terjadi dekomposisi senyawa pada temperatur tinggi. Terdapat tiga grade pada asap cair, yaitu grade satu, grade dua, dan grade tiga. Perbedaan pada masing-masing grade terletak pada tingkat tahapan filtrasi yang mempengaruhi karakteristik fisikokimianya. Asap cair yang lebih jernih diberi label grade 1, sedangkan yang kurang jernih adalah grade 3. Asap cair grade satu berwarna sangat kekuningan dan memiliki kejernihan tertinggi dibandingkan dengan grade lainnya yang digunakan sebagai pengawet makanan, seperti mie, bakso, tahu. Asap cair grade dua berwarna kekuningan, digunakan sebagai agen antioksidan dan antimikroba pada pengawetan ikan. Asap cair grade tiga memiliki warna sangat gelap dengan bau tajam yang dapat digunakan sebagai pengawet kayu, koagulan karet, penyerap bau, dan pestisida [8].

Hama dan penyakit yang menyerang tanaman, dapat dicegah terjadinya dengan menggunakan Pestisida. Pestisida dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan bahan bakunya, pestisida sintesis, terbuat dari bahan aktif (pembunuh hama) dan bahan inert (membuat bahan aktif bekerja dengan produktif), dan pestisida nabati, terbuat dari bahan alami. Penggunaan pestisida terutama pestisida sintesis, dalam jumlah banyak bisa berdampak pada tanaman maupun tanah yaitu berupa residu di tanaman dan tanah yang mengakibatkan terjadinya pencemaran pada lingkungan [9]. Sedangkan pada pestisida organik yang mudah terurai oleh sinar matahari tidak menyebabkan gangguan lingkungan, justru mempunyai kelebihan dapat mengurangi pencemaran lingkungan oleh bahan kimia. Namun, pestisida organik memiliki harga yang lebih mahal dibanding pestisida sintesis karena bahan yang digunakan berasal dari alam. Pestisida organik atau nabati dapat menjadi racun pada hama. Hama yang diberikan pestisida organik ini akan mengalami kurangnya nafsu makan, bermasalah pada organ pencernaan, dan lain-lain.

Hama sangat dihindari pada tumbuh-tumbuhan karena dapat menyebabkan tanaman rusak sampai terjadinya gagal panen, hama akan menyerang bagian batang tangkai daun, batang tanaman, buah, dan daun. Terdapat banyak jenis hama pengganggu salah satunya adalah hama kutu putih atau kutu kebul (*Bemisia tabaci*), yang termasuk salah satu jenis hama tanaman pengganggu yang dapat menyerang berbagai macam tanaman, mulai dari tanaman buah, hias, sayuran, maupun tanaman lainnya [10]. Kutu putih menyebabkan daun memiliki bercak nekrotik yang disebabkan oleh rusaknya jaringan daun atau sel akibat serangan nimfa dan serangga dewasa dari kutu putih. Pada populasi dengan jumlah yang tinggi kutu putih dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Hasil eksresinya mengeluarkan embun madu yang merupakan media pertumbuhan jamur jelaga yang menyebabkan terganggunya proses fotosintesis pada daun. Hal yang paling berbahaya dari kutu putih adalah tindakannya sebagai vektor virus, sampai saat ini tercatat ada 60 jenis virus yang ditularkan sehingga dapat menyebabkan kerusakan total dan gagal panen sebab tanaman menjadi kerdil, daun menguning dan keriting, tidak mampu berproduksi, serta rontok [11].

Berdasarkan penelitian terdahulu, Al-Rasyid dkk. [12] melakukan studi penelitian mengenai limbah cangkang kluwak yang diolah menjadi asap cair. Limbah kluwak memiliki komposisi kadar lignin 22,36%, kadar selulosa 36,2%, dan kadar hemiselulosa sebesar 24,11%. Berdasarkan studi penelitian dapat disimpulkan hasil asap cair terbaik

yaitu pada temperatur 300°C. Hasil asap cair yang diperoleh mengandung asam 48,47% serta kandungan fenol 4,25%. Penelitian lainnya, yaitu Yulia dkk. [13] melaksanakan studi penelitian tentang sifat khas dari asap cair limbah kulit buah pinang dengan suhu dan waktu pirolisis yang bervariasi. Limbah kulit buah pinang memiliki komponen penyusun hemiselulosa sebesar 2%, selulosa sebesar 40%, dan lignin sebesar 18% yang akan didekomposisi dengan metode pirolisis. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil asap cair terbaik yaitu pada kondisi temperatur 450 °C dengan waktu 3 jam menghasilkan pH 1,7 dengan kadar asam sebesar 32,4 ppm atau 0,00324% dan kadar fenol sebesar 0,630 ppm atau 0.00063%. Pada penelitian ini digunakan daun jati sebagai bahan baku menggunakan suhu pirolisis 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, serta 400°C selama 1 jam, 1 ½ jam, 2 jam, 2 ½ jam, dan 3 jam. Pada penelitian terdahulu dilakukan uji efektifitas asap cair sebagai pestisida yang dilakukan oleh Amri dkk. [14] dengan konsentrasi asap cair sebesar 5% dengan kurun waktu 7 hari dan diperoleh hasil yang kurang efektif dalam menghilangkan hama kutu putih sehingga pada penelitian ini dilakukan menggunakan konsentrasi asap cair sebesar 20% dengan kurun waktu 9 hari.

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan asap cair dari limbah daun jati kering dengan metode pirolisis, mencari suhu dan waktu relatif baik pada proses pirolisis untuk memperoleh kadar fenol dan asam relatif baik dalam asap cair, dan menguji keefektifan asap cair sebagai pestisida nabati untuk hama kutu putih.

METODOLOGI

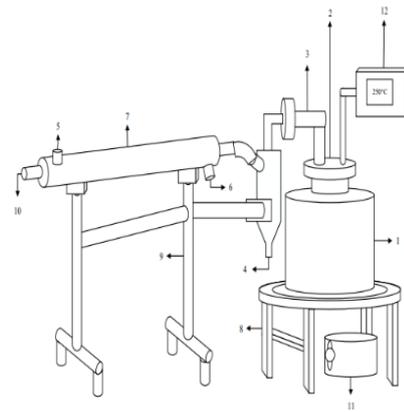
Bahan

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini adalah daun jati yang berasal dari Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Bahan pendukungnya adalah air sebagai pendingin pada proses pirolisis, pencucian bahan baku, dan untuk pengenceran asap cair.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah serangkaian alat pirolisis yang terdiri dari alat utama dan alat pendukung yang disajikan pada **Gambar 1**.

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor pirolisis. Alat pendukung terdiri dari pipa penyalur asap, kondensor, pemanas, *thermocouple*, pemanas, penampung tar, penyangga reaktor dan penyangga kondensor.



Gambar 1. Rangkaian Pirolisator

Keterangan Alat : (1) Reaktor, (2) Tutup reaktor pirolisis, (3) Pipa jalur asap, (4) Penangkap tar, (5) *Inlet water*, (6) *Outlet water*, (7) Kondensor, (8) Penyangga, (9) Penyangga kondensor, (10) Produk Asap cair, (11) Pemanas, (12) *Thermocouple*

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku

Daun jati sebanyak 100-gram dicuci menggunakan air. Daun jati yang sudah bersih dikeringkan di bawah sinar matahari selama tiga jam. Daun jati kering bersih dipotong-potong hingga berukuran ± 3 cm. Daun jati kering yang telah bersih kemudian dianalisis menggunakan metode *Chesson*.

Analisis Bahan Baku dengan Metode *Chesson*

Analisis bahan baku dengan metode *Chesson* untuk mengetahui kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang terdapat dalam daun jati. Analisis dilakukan dengan cara 100 gram sampel kering ditambahkan H₂O atau alkohol-benzene dilakukan refluks pada suhu 100°C menggunakan *water bath* selama 1 jam. Hasilnya kemudian disaring, residu hasil penyaringan kemudian dicuci menggunakan air panas sebanyak 300 ml lalu dikeringkan menggunakan oven hingga didapatkan berat yang konstan dan catat berat residunya. Langkah selanjutnya yaitu residu ditambah 150 ml H₂SO₄ 1N, kemudian dilakukan refluks dengan *water bath* selama 1 jam pada suhu 100°C. Hasil yang diperoleh dari refluks disaring lalu dicuci sampai netral dan residunya dikeringkan sampai beratnya konstan dan catat berat residunya. Selanjutnya dilakukan refluks satu kali lagi dengan menggunakan H₂SO₄ lalu residu disaring dan dicuci menggunakan H₂O hingga netral lalu dilakukan pengeringan menggunakan oven hingga beratnya konstan lalu catat. Berdasarkan data berat residu tersebut dapat diperoleh kadar lignoselulosa dari pengolahan data yang tersedia pada laboratorium.

Pembuatan Asap Cair

Daun jati yang telah kering dan bersih dilanjutkan proses pirolisis sesuai dengan variabel yang telah ditentukan pada penelitian ini. Variabel tersebut adalah suhu ($^{\circ}\text{C}$) 200, 250, 300, 350, dan 400 serta waktu (jam) 1, 1 ½, 2, 2 ½, dan 3. Asap yang diperoleh dari proses pirolisis dikondensasi dengan adanya sirkulasi air yang masuk dan keluar. Proses kondensasi selesai dan diperoleh asap cair grade tiga yang akan dilanjutkan proses filtrasi menggunakan kertas saring untuk memisahkan zat pengotor yang terikut dalam asap cair. Proses analisis pada asap cair untuk mendeteksi kadar fenol dan asam dalam sampel menggunakan metode GC-MS

Analisis Asap Cair dengan Metode Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)

Metode GC-MS untuk analisis asap cair berfungsi untuk mengidentifikasi kadar fenol dan asam dalam asap cair. Analisis tersebut dilakukan dengan cara sampel diinjeksikan ke dalam mesin GC melalui injektor, lalu pada injektor sampel akan dipanaskan dengan suhu tertentu sehingga sampel masuk ke dalam sistem dengan wujud uap. Sampel dalam wujud gas akan masuk ke kolom pemisah berdasarkan daya adsorpsi dan fasa diam terhadap tiap komponennya. Setelah sampel terpisah komponen akan keluar ke dalam detektor MS untuk mengukur konsentrasi dari masing-masing komponen yang akan menghasilkan sinyal dan dikirim ke pencatat dalam bentuk spektrum.

Uji Keefektifan Asap Cair

Asap cair dengan nilai fenol dan asam tertinggi yang sesuai dengan variabel diencerkan sampai 20%. Asap cair diuji keefektifannya dengan menyemprotkan ke tanaman yang diserang hama kutu putih. Perubahan kondisi tanaman yang telah disemprot asap cair diamati untuk mengetahui keefektifan asap cair. apabila masih terdapat hama kutu putih pada tanaman maka prosedur diulang ke proses penyemprotan sampai tanaman terbebas dari hama kutu putih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Bahan Baku

Hasil analisis bahan baku (daun jati) tentang kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa dengan menggunakan metode *Chesson* disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kandungan senyawa pada daun jati

Parameter	Kadar (%)
Selulosa	28,2
Hemiselulosa	29,5
Lignin	6,8

Tabel 1 menunjukkan bahwa daun jati berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair karena memiliki kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang cukup untuk terdekomposisi.

Hasil Analisis Fenol dan Asam pada Asap Cair Hasil Pirolisis

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis dilanjutkan pada proses analisis kandungan fenol dan asam menggunakan GC-MS. Kandungan fenol dan asam pada asap cair hasil pirolisis disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kandungan fenol dan asam pada asap cair hasil pirolisis

Waktu (Jam)	Kadar Fenol				
	200	250	300	350	400
1	-	-	2,26	2,67	3,08
1,5	-	-	2,1	3,71	3,555
2	-	2,15	1,94	3,8	4,03
2,5	-	1,815	1,725	3,89	3,175
3	1,45	1,48	1,51	1,915	2,32

Waktu (Jam)	Kadar Asam				
	200	250	300	350	400
1	-	-	11,82	13,1	14,38
1,5	-	-	14,5775	15,6	13,64
2	-	17,49	17,335	17,18	12,9
2,5	-	16,175	17,4675	18,76	13,51
3	14,13	14,86	15,59	14,855	14,12

Pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa terdapat kandungan fenol dan juga asam yang ada pada asap cair. Kadar fenol pada proses pirolisis dihasilkan dari dekomposisi lignin, sementara kadar asam dihasilkan dari terurainya hemiselulosa dan selulosa pada bahan baku yang digunakan [1]. Lignin sudah banyak terdekomposisi pada suhu 400°C . Sedangkan hemiselulosa dan selulosa sudah banyak terdekomposisi pada suhu 200°C dan menurun saat suhu diatas 350°C . Hal tersebut sesuai dengan teori Faisal dkk. [15] Hemiselulosa mudah terdekomposisi pada temperatur $200-315^{\circ}\text{C}$, selulosa pada temperatur 350°C , sedangkan lignin

dapat terdekomposisi menjadi fenol pada suhu 280-500°C.

Pada **Tabel 2** terlihat bahwa kadar fenol tertinggi diperoleh asap cair sebesar 4,03%, dengan kondisi operasi pada suhu pirolisis 400°C, waktu pirolisis selama 2 jam dan pada uji kadar asam, diperoleh jumlah tertinggi pada asap cair sebesar 18,76%, hasil pirolisis pada suhu 350°C selama 2,5 jam. Berdasarkan **Tabel 2**, menunjukkan bahwa asap cair yang relatif baik terdapat pada asap cair pada suhu 350°C dan waktu 3 jam. Penentuan asap cair yang relatif baik ini dipertimbangkan dari standar mutu asap cair pada SNI 8985:2021 yang parameternya dapat dijelaskan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Standar Nasional Indonesia Asap Cair dengan Hasil Penelitian

Parameter	SNI 8985:2021	Hasil Penelitian	Keterangan
pH	1,5 – 4,5	4	memenuhi
<i>Spesific Gravity</i>	1,005 – 1,05	-	Tidak teranalisis
Warna	Kuning	Kuning	memenuhi
Transparansi	Transparan	Transparan	memenuhi
Bahan Terapung	Tidak ada	Tidak ada	memenuhi
Kadar Asam (%)	1% - 15%	14,855%	memenuhi
Kadar Fenol (%)	Maksimum 2%	1,915%	memenuhi

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil asap cair pada suhu 350 °C dan waktu 3 jam relatif baik karena memenuhi 6 dari 7 parameter SNI 8985:2021 dan memiliki kadar asam dan fenol yang paling besar namun masih dalam ambang batas sesuai dengan standar mutu yang ada. Hasil asap cair pada suhu 350°C dan waktu 3 jam relatif baik ditunjukkan pada **Tabel 3**.

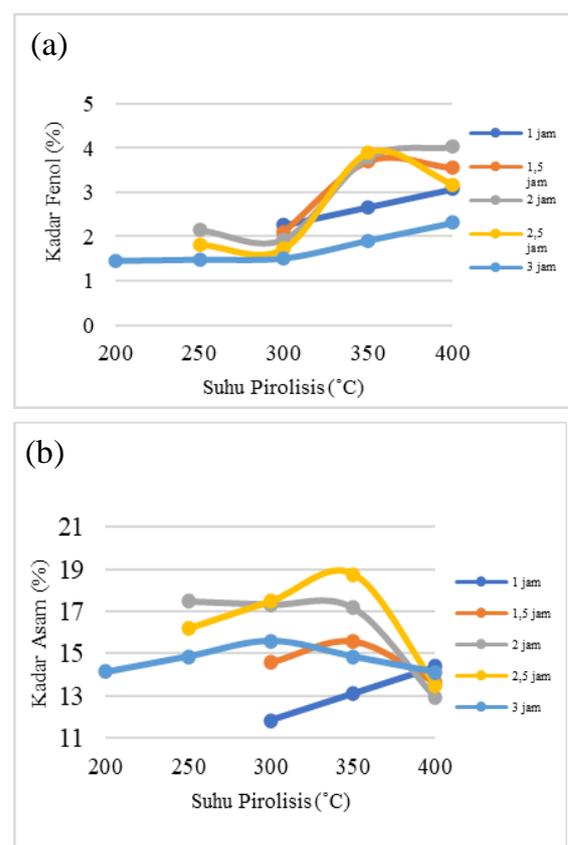
Tabel 3 karena memenuhi 6 dari 7 parameter SNI 8985:2021 dan memiliki kadar asam dan fenol yang paling besar namun masih dalam ambang batas sesuai dengan standar mutu yang ada. Pada parameter *specific gravity* asap cair tidak dapat teranalisis karena dari percobaan menghasilkan sampel kurang dari 1 liter sedangkan analisis *specific gravity* pada laboratorium terpadu membutuhkan sampel minimal 1 liter. Namun 6 dari 7 parameter yang terpenuhi sudah termasuk relatif baik untuk penggunaan asap cair.

Hasil dari penelitian tersebut juga cenderung lebih baik jika dibandingkan penelitian terdahulu oleh Al-Rasyid dkk. [12] mengenai produksi asap cair dari limbah cangkang biji kluwak. Bahan tersebut memiliki komposisi kadar lignin 22,36%, kadar selulosa 36,2%, dan kadar hemiselulosa

sebesar 24,11%. Berdasarkan studi penelitian dapat disimpulkan hasil asap cair terbaik yaitu pada temperatur 300°C. Hasil asap cair yang diperoleh mengandung kandungan asam 48,47% serta kandungan fenol 4,25%. Analisis lain juga dilakukan, yakni uji derajat keasaman (pH) sebesar 4 dengan warna kuning transparan tanpa ada bahan terapung di dalamnya sehingga kadar asam dan juga fenol dalam percobaan tersebut belum sesuai dengan SNI 8985:2021.

Hubungan antara Suhu dan Waktu Pirolisis terhadap Kadar Fenol dan Asam pada Asap Cair

Hubungan antara suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar fenol dan asam pada asap cair disajikan pada **Gambar 2**.

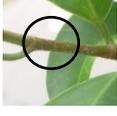


Gambar 2. Hubungan suhu dan waktu pirolisis terhadap (a) kadar fenol dan (b) kadar asam.

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin meningkat suhu pirolisis dan waktu pirolisis kadar fenol dan kadar asam cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan suhu dan durasi pirolisis mempengaruhi hasil asap cair yang diproduksi karena semakin banyaknya hemiselulosa, selulosa, dan lignin yang terurai menjadi fenol dan asam [16]. Pada **Gambar 2** (a) terlihat pula bahwa kadar asam mengalami penurunan pada suhu 350°C. Hal ini dikarenakan senyawa asam diperoleh dari hemiselulosa dan

selulosa yang terdekomposisi pada suhu 200-315°C sehingga pada suhu 350°C kandungan asam dalam asap cair telah menurun [15].

Tabel 4. Hasil Efektivitas Asap Cair sebagai Pestisida Terhadap Hama Kutu Putih

Hari Ke-	Batang 1	Indikator
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Hasil asap cair relatif baik dilakukan uji keefektifan sebagai pestisida nabati untuk hama kutu putih yang menyerang tanaman kemuning yang banyak tumbuh di UPN “Veteran” Jawa Timur dengan cara menyemprotkan asap cair yang telah diencerkan hingga 20% pada dua batang yang diserang hama kutu putih secara merata selama sembilan hari berturut-turut. Pemilihan dosis asap cair sebagai pestisida didasarkan pada peraturan

menteri pertanian No.39/Permentan/SR.330/7/2015 bahwa bahan aktif berupa fenol pada pestisida harus $\leq 0,55\%$ sehingga konsentrasi 20% masih memenuhi standart pestisida karena kadar fenol sebelum pengenceran $\leq 2\%$.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dapat dilihat pada **Tabel 4**, diperoleh data pengamatan bahwa perlakuan pada batang satu dengan dosis asap cair yang sama yaitu sebesar 20% mengalami penurunan jumlah kutu putih hingga hari ke sembilan dan menghasilkan batang yang bersih dari hama kutu putih. Pada batang indikator, batang yang tidak dilakukan penyemprotan asap cair, jumlah kutu putih pada batang semakin tebal dan melebar pada hari kesembilan. Hal ini dikarenakan bahwa asap cair mengandung senyawa aktif yang bersifat toksik terhadap kutu putih karena mengandung senyawa fenol yang dapat merusak pencernaan pada serangga dan semakin tinggi kadar asap cair yang digunakan maka semakin tinggi mortalitas pada kutu putih sehingga perlu menggunakan konsentrasi tinggi untuk menghilangkan secara total kutu putih pada tanaman [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa daun jati kering dapat diolah menjadi produk bermanfaat menggunakan pirolisis. Hasil asap cair terbaik yang sesuai dengan SNI 8985:2021 ialah pada suhu proses 350°C selama 3 jam dengan hasil kadar fenol sebesar 1,915% dan kadar asam sebesar 14,855%. Pestida yang nabati yang dibuat dari asap cair daun jati relatif baik dengan konsentrasi 20% efektif untuk mengendalikan hama kutu putih secara total dalam kurun waktu sembilan hari.

ACKNOWLEDGMENTS

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Suryanti, T. Kusumaningsih, S. D. Marliyana, H. A. Setyono, And E. W. Trisnawati, “Identification Of Active Compounds And Antioxidant Activity Of Teak (*Tectona Grandis*) Leaves,” *Biodiversitas J. Biol. Divers.*, Vol. 21, No. 3, Pp. 946–952, Feb. 2020.
- [2] L. Siti Zulaechah, A. Za, Iimul Chanief, And Dan Deni Tri Wahyudi, “Penggunaan Radiasi Gelombang Mikro Untuk Sintesis Karbon Aktif Dari Limbah Biomassa Dan Aplikasinya Dalam Pengurangan Kadar Congo Red 4bs,” *Unnes Phys. J.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 31–36, 2017.

- [3] Y. P. Sari, B. F. L. Program, S. M. Agronomi, And F. Pertanian, “Penggunaan Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Sebagai Pestisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Perusak Daun Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)” *Envirosciencieae*, Vol. 14, No. 3, Pp. 272–284, Dec. 2018.
- [4] N. K. Erliyanti, H. F. Sangian, S. Susianto, And A. Altway, “The Preparation Of Fixed Carbon Derived From Waste Tyre Using Pyrolysis,” *Sci. Study Res. - Chem. Chem. Eng. Biotechnol. Food Ind.*, Vol. 16, No. 4, Pp. 343–352, 2015.
- [5] K. Ridhuan, D. Irawan, And R. Inthifawzi, “Proses Pembakaran Pirolisis Dengan Jenis Biomassa Dan Karakteristik Asap Cair Yang Dihasilkan,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, Vol. 8, No. 1, Jun. 2019.
- [6] B. D. Afrah, M. I. Riady, L. Cundari, M. A. Rizan, And A. D. Aryansyah, “Rancang Bangun Alat Produksi Asap Cair Dengan Metode Pirolisis Menggunakan Software Fusion 360,” *J. Tek. Kim.*, Vol. 26, No. 3, Pp. 113–121, Nov. 2020.
- [7] N. Montazeri Et Al., “Chemical Characterization Of Commercial Liquid Smoke Products,” *Food Sci. Nutr.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 102–115, Jan. 2013.
- [8] I. Mulyawanti, S. I. Kailaku, A. N. A. Syah, And Risfaheri, “Chemical Identification Of Coconut Shell Liquid Smoke,” *Iop Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, Vol. 309, No. 1, P. 012020, Sep. 2019.
- [9] M. F. B. Mfarrej And F. M. Rara, “Competitive, Sustainable Natural Pesticides,” *Acta Ecol. Sin.*, Vol. 39, No. 2, Pp. 145–151, Apr. 2019.
- [10] F. Arfianto, “Pengendalian Hama Kutu Putih (*Bemisa Tabaci*) Pada Buah Sirsak Dengan Menggunakan Pestisida Nabati Ekstrak Serai (*Cymbopogon Nardus L.*)” *Daun J. Ilm. Pertan. Dan Kehutan.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 17–26, Jun. 2018.
- [11] A. Meilin, *Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Cabai Serta Pengendaliannya*, 1st Ed. Palembang: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, 2014.
- [12] M. C. R. Al Rasyid, H. D. Febriaton, And N. D. Siswati, “Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Cangkang Kluwak,” In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono Xvii*, 2021, Pp. 28–33.
- [13] R. Yulia, W. Arifandi, A. Lamona, T. Makmur, And Y. Yuslinaini, “Karakteristik Asap Cair Dari Limbah Kulit Buah Pinang (*Areca Catechu*) Dengan Berbagai Variasi Suhu Pirolisis Dan Waktu Pirolisis,” *J. Teknol. Agro-Industri*, Vol. 7, No. 1, Pp. 32–46, Jun. 2020.
- [14] K. Amri, B. Ainy Dalimunthe, Y. Sepriani, And F. Syawal Harahap, “Efektivitas Asap Cair Terhadap Mortalitas Kutu Putih (*Bemisia Tabaci* Cream) Pada Tanaman Mentimun,” *J. Pertan. Agros*, Vol. 24, No. 2, Pp. 444–451, Jul. 2022.
- [15] M. Faisal, A. R. Yelviasunarti, And H. Desvita, “Characteristics Of Liquid Smoke From The Pyrolysis Of Durian Peel Waste At Moderate Temperatures,” *Rasayan J. Chem.*, vol. 11, no. 2, pp. 871–876, 2018.
- [16] S. Maulina and F. S. Putri, “Pengaruh Suhu, Waktu, Dan Kadar Air Bahan Baku Terhadap Pirolisis Serbuk Pelepah Kelapa Sawit,” *J. Tek. Kim. USU*, vol. 6, no. 2, pp. 35–40, Jul. 2017.

AUTHOR’S DECLARATION

Authors’ contributions and responsibilities

All authors contribute equally.

Funding

No funding.

Availability of data and materials

All data are available from the authors.

Competing interests

The authors declare no competing interest.

Additional information

No additional information from the authors.