

## Enkapsulasi Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan Aktivitasnya Terhadap Jamur *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*

Riskawati<sup>1\*</sup>, Nurul Magfirah<sup>2</sup>, Maswati Baharuddin<sup>2</sup>, Sappewali<sup>2</sup> dan Fitria Azis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University, Perintis Kemerdekaan Street Km. 20 Tamalanrea, Makassar, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Alauddin States Islamic University of Makassar, Jl. Sultan Alauddin No.63, Indonesia

\*Corresponding Author: [riskawati0197@gmail.com](mailto:riskawati0197@gmail.com)

Received: December, 15, 2021 /Accepted: June, 18, 2022

doi: 10.24252/al-kimiav10i1.25723

---

**Abstract:** Oil palm empty bunches is lignocellulose that can be processed into liquid smoke with the content of acid compounds and phenol compounds that function as a natural preservative. The purpose of this study to find out the characteristics of liquid smoke, see the effect of encapsulation on the liquid smoke encapsulation process, and see the antifungal activity of *A. flavus* and *A. niger*. The method used is pyrolysis process at a temperature of 400 °C to produce liquid smoke and encapsulation process by using variation of coating material using spray dryer with micro sized result. The result showed that the liquid smoke characteristics can be seen from its chemical content that is the dominant phenol compound and has the highest phenol content among the parts found in oil palm that is 68,15%. Based on analysis it can be seen that the best encapsulation process is by the addition of chitosan on maltodextrin with water content 5.78%, phenol content of 43.03 ppm and has a high rate of encapsulation efficiency of 45.87%. The liquid smoke microcapsules could inhibit the growth of fungi with the highest value of liquid smoke concentration, that is 3% with inhibitory value of 8.30 mm.

**Key word:** Microcapsul, pyrolysis, and OPEB.

### PENDAHULUAN

Limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) termasuk limbah padat yang masih menumpuk pada perkebunan kelapa sawit dan belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga perlu adanya pengembangan dan pengolahan lebih lanjut agar bernilai ekonomis (Asmawit, 2011). TKKS mengandung senyawa kimia seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Kamal, 2015), salah satu pemanfaatannya dapat diolah menjadi asap cair.

Asap cair yang diperoleh dengan menggunakan metode pirolisis mengandung kelompok senyawa fenol, karbonil, asam, dan senyawa organik lain (Oramahi dan Farah, 2013). Senyawa tertentu dapat digunakan dalam berbagai hal, diantaranya sebagai bahan yang dapat memberi aroma khas pada makanan, memberikan efek pembentukan flavor. Selain itu, dapat digunakan sebagai antimikroba dan antioksidan yang dapat memperpanjang daya simpan suatu produk (Darmadji, 2012).

Produk pangan salah satunya hasil panen biji-bijian biasanya disimpan lebih lama untuk dikonsumsi atau dijadikan sebagai bahan pakan untuk ternak, namun dalam proses penyimpanan tersebut terdapat banyak faktor terjadinya kontaminasi, sehingga dapat merusak ketahanan pangan. Salah satu masalah yang ditemukan adalah tingginya kadar kontaminasi aflatoksin terutama pada produk pangan dari tanaman sereal. Aflatoksin merupakan salah satu jenis senyawa karsinogenik yang mampu menyebabkan terjadinya kanker hati pada manusia dan hewan ternak apabila dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan (Miskiyah dan Widyaningrum, 2008). Sumber autoflaksin tersebut dapat

berasal dari berbagai jenis jamur seperti *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus wentii*, *Aspergillus melleus* dan *Penicillium citrinum* (Budiarti, dkk., 2013).

Senyawa bioaktif didalam asap cair memiliki fungsi sebagai antimikroba (Darmaji, 2012) sehingga pada penelitian ini akan dilakukan uji daya hambat terhadap *Aspergillus flavus* (*A. flavus*) dan *Aspergillus niger* (*A. niger*), akan tetapi diduga senyawa bioaktif didalam asap cair mudah rusak dan terkontaminasi sehingga perlu dilakukan perlindungan dengan cara enkapsulasi menggunakan alat *spray dryer* dengan bantuan bahan penyalut tertentu (Carneiro, 2013).

## METODELOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, tandan kosong kelapa sawit (*E. guineensis* Jacq.) yang diperoleh dari perkebunan kelapa sawit di mamuju utara, akuades ( $H_2O$ ), aluminium foil, asap cair, buffer fosfat, besi(III)klorida ( $FeCl_3$ ) 5%, biakan murni jamur *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*, diklorometana, gum arab (GA), fenol ( $C_6H_5OH$ ) folin ciocalteau, jagung pulut (*Zea mays ceratina*), kitosan (K), kertas cakram, ketokonazole 10%, larutan natrium klorida (NaCl) fisiologis, maltodekstrin (MD), media *potato dekstro agar* (PDA), natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ) 5%, waterone, dan zeolit

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu spektrofotometer *GC-MS*, spektrofotometer UV-Vis (Varian 50 conc), *spray dryer*, laminar air flow (*heidolph*), alat pirolisis, alat destilasi, sentrifuge (*Thermo Scientific*), *autoclave* (*astell*), vortex mixer, oven (*mammert*), mikropipet (*biorad*), pH Meter, inkubator, lemari asam, kompor listrik, lemari pendingin, dan alat-alat gelas.

### Prosedur

#### Proses Pembuatan Asap Cair

Tandan kosong kelapa sawit dengan ukuran kecil dipirolisis pada temperatur 400°C. Asap cair *grade 3* yang diperoleh dari kondensasi diendapkan selama 1 minggu. Setelah terendapkan, dipisahkan antara cairan dan endapan, kemudian cairan didestilasi pada suhu 100°C, destilat yang dihasilkan ditampung sebagai asap cair *grade 2*. Asap cair *grade 2* kemudian difiltrasi dengan kertas saring yang diberi zeolit aktif, dilanjutkan filtrasi dengan kertas saring yang diberi karbon aktif (Ariyani, dkk., 2015).

#### Pembuatan Mikrokapsul

Pembuatan mikrokapsul dimulai dengan mencampur asap cair tandan kosong kelapa sawit dengan perbedaan konsentrasi maltodekstrin (MD), Kitosan (K) dan Gum Arab (GA). Variasi enkapsulan dengan formula (MD 10%, MD 9,5%: 05% K, MD 9,5%: 0,5% G.A), dalam asap cair (Ali, dkk., 2014). Asap cair dan maltodekstrin dihomogenkan menggunakan *magnetic stirer* selama 30 menit. Setelah itu, dilakukan proses sentrifugasi (3000 rpm, t = 3 menit) dan akan dihasilkan supernatan. Supernatan tersebut dipanaskan diatas penangas air (suhu 45°C, 15 menit). Selanjutnya, proses mikroenkapsulasi menggunakan *spray dryer* dengan suhu inlet 120°C, suhu outlet sekitar 70°C. Mikrokapsul yang dihasilkan dimasukkan dalam wadah yang tertutup dan kedap udara agar fungsi dan senyawa yang terdapat tidak dipengaruhi oleh udara (Ariestya, dkk., 2016).

#### Karakteristik Mikrokapsul

##### Total Fenolik

Pengujian kadar fenolik dilakukan dengan cara 1 g mikrokapsul asap cair diencerkan dalam 25 mL, diambil 1 mL dan diencerkan lagi dalam 10 mL (faktor pengenceran = 250×). Diambil 2,5 ml diencerkan lagi dalam 10 mL (faktor pengenceran

= 1000×). Hasil pengenceran diambil 1 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi ditambahkan 1 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh dan dibiarkan 10 menit pada suhu kamar. Tambahkan reagen folin ciocalteau 1 mL dan 7,5 mL akuades, dihomogenkan dengan vortex kemudian dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar. Sampel ini diukur pada panjang gelombang 770 nm. Kadar fenol sampel dihitung berdasarkan persamaan kurva standar yang diperoleh (Yusta Ali, dkk., 2014).

#### Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan secara gravimetrik mengikuti metode oven AOAC.

#### Stabilitas pH

Pengujian pH larutan nanopartikel dilakukan dengan menggunakan alat pH-meter pada masing-masing variasi dengan ulangan 3 kali.

#### Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi dapat dihitung berdasarkan total fenol. Perhitungan efisiensi enkapsulasi dihitung sebagai rasio antara kadar fenol dalam mikrokapsul asap cair dengan kadar fenol dalam asap cair (Ali, dkk., 2014).

#### Identifikasi Senyawa Asap Cair TKKS dengan GC-MS

Identifikasi dengan GC-MS diawali dengan preparasi sampel, asap cair *grade 1* disaring dan hasil saringan dipipet sebanyak 5 mL kedalam corong pisah, ditambahkan 5 mL diklorometana dan dihomogenkan selama kurang lebih 5 menit. Fraksi atas ditampung dalam wadah dan fraksi bawah ditambahkan dengan 5 mL diklorometana dan dihomogenkan lagi selama 5 menit, fraksi atas kedua yang diperoleh dicampurkan dengan fraksi atas pertama. Setelah itu, dilakukan injeksi pada alat *GC-MS*.

#### Uji Aktivitas Antijamur

Uji aktivitas antijamur mikrokapsul asap cair dengan cara pengukuran zona hambat metode difusi cakram dan menggunakan berbagai jenis variasi konsentrasi. Media PDA yang telah disterilisasi kemudian dituang ke dalam cawan petri steril dan 1 mL inokulum uji dituang ke dalam cawan petri sambil digoyang-goyangkan dan dibiarkan hingga memadat. Kertas cakram yang telah ditetesi asap cair, mikrokapsul dengan konsentrasi 1, 2, dan 3%, kontrol positif (Ketokonazole 10%) dan kontrol negatif (*water steril*) diletakkan pada media yang telah padat. Setelah itu disimpan pada suhu kamar dan diamati diameter pertumbuhannya pada hari ke 1, 2 dan 3 (Oramahi, 2011).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit

Proses pirolisis adalah cara yang dilakukan untuk menghasilkan asap cair yaitu dengan suhu 400°C, pada suhu ini akan terjadi pirolisa lignin yang terkandung dalam tandan kosong kelapa sawit menjadi senyawa fenol, asam dan turunannya. Asap cair dari hasil pirolisis masih termasuk *grade 3* sehingga dilakukan proses destilasi dan filtrasi untuk memperoleh *grade 1* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil destilasi dan filtrasi asap cair

Asap Cair (mL)	Hasil		Warna
	Destilat (mL)	Filtrasi (mL)	
526	491	444	kuning kecoklatan
333	302	213	Kuning kecoklatan

Berdasarkan Tabel bahwa asap cair yang diperoleh dari hasil pirolisis adalah asap cair *grade* 3 yang berwarna coklat kehitaman dan masih mengandung zat yang bersifat karsinogenik dalam tubuh, salah satunya senyawa aromatik benzopiren yang ditandai dengan adanya zat-zat berwarna kehitaman dalam asap cair, sehingga masih perlu dilakukan pemurnian untuk menghasilkan asap cair *grade* 1 yang dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami pangan dengan cara destilasi untuk menghasilkan asap cair *grade* 2, kemudian dengan filtrasi menggunakan zeolit aktif yang berfungsi untuk menyerap tar yang masih tersisa pada proses destilasi, dan sejumlah molekul sesuai dengan rongga yang dimiliki, juga dilakukan penyaringan menggunakan karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben yaitu untuk mengadsorpsi molekul yang sama atau berukuran lebih kecil dari rongga dengan cara menjebakannya sehingga diperoleh asap cair *grade* 1 dengan bau yang tidak menyengat dan dapat digunakan sebagai pengawet makanan.

Enkapsulasi dilakukan untuk melindungi senyawa bioaktif dalam produk seperti senyawa fenol dalam asap cair. Bahan enkapsulan yang banyak digunakan adalah maltodekstrin yang merupakan bahan yang dihasilkan dari hidrolisis pati (Yuliawaty dan Susanto, 2015). Hasil yang diperoleh dari ketiga variasi bahan penyalut yang digunakan, secara fisik seperti tekstur dan warna tidak memiliki perbedaan yang signifikan, namun perbedaannya dapat dilihat dari beberapa analisis yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Hasil analisis mikrokapsul asap cair TKKS

Komposisi Bahan	Kadar Air (%)	pH	Kadar Fenol	Efisiensi Enkapsulasi (%)
MD 10%	8.16 ± 3,96	4,73±0.57	34,45	36,73
MD 9,5%: K 0,5%	5.78 ± 1,78	4,16±0.57	43,03	45,87
MD 9,5%: G.A 0,5%	5.60 ± 1,81	4,10±0.00	36,6	39,01

### Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh maltodekstrin untuk menyerap kadar air yang terdapat dalam asap cair, karena semakin tinggi kadar air akan menyebabkan turunnya kadar fenol dalam mikrokapsul. Pada Tabel 2. Kadar fenol yang tertinggi diperoleh pada penggunaan bahan penyalut MD 9,5%: 0,5% GA yaitu 5,6% karena bahan ini termasuk penyalut yang memiliki sifat emulsi yang baik dari yang lain. Dengan penambahan kitosan memiliki nilai kadar air rendah setelah gum arab, karena menurut penelitian (Kurniasih, 2016) bahwa rendahnya kadar air dari MD 9,5%: 0,5% K dibandingkan dengan MD 10% diduga karena zat padat larut dalam larutan asap cair sebelum dilakukan *spray dryer*.

### Kadar Fenol

Kadar fenol dalam mikrokapsul sangat dibutuhkan karena fenol dapat digunakan sebagai antioksidan dan antibakteri yang mampu memperpanjang masa simpan suatu produk. Hasil uji menunjukkan bahwa kadar fenol yang tertinggi terdapat pada penggunaan penyalut MD 9,5%: 0,5% K yaitu 43,03%. Hal tersebut terjadi karena konsentrasi kitosan dapat mengurangi kadar air dan semakin rendah kadar air dari mikrokapsul, maka kadar fenol semakin meningkat. Menurut Kurniasih (2016: 12), bahwa maltodekstrin selain paling banyak digunakan sebagai enkapsulan, namun juga memiliki kekurangan, yaitu tidak begitu kuat dalam melindungi senyawa fenol ketika proses *spray dryer* dilakukan dengan suhu tinggi sehingga kandungan fenol banyak yang hilang.

### Stabilitas pH

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui karakteristik suatu bahan seperti asap cair, yang mana semakin rendah pH dari suatu sampel menunjukkan bahwa asap cair tersebut bersifat asam sehingga dapat mencegah atau menghambat tumbuhnya bakteri patogen. Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh (Tabel 2) bahwa nilai pH yang terendah adalah pada penambahan maltodekstrin dan kitosan yaitu 4,1. Hal tersebut disebabkan karena kitosan memiliki muatan positif yang secara kimiawi reaktif dalam mengikat ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ), sehingga proses pengikatan tersebut menyebabkan jumlah  $\text{OH}^-$  terdisosiasi menjadi lebih sedikit karena terikat oleh muatan positif yang ada pada kitosan sehingga menjadi tidak terdisosiasi (Fessenden dan Fessenden, 1986).

### Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi di uji dengan tujuan untuk melihat berapa persen senyawa aktif seperti fenol yang dilindungi dalam kapsul (Ali, dkk., 2014). Berdasarkan uji efisiensi enkapsulasi (Tabel 2) nilai yang tertinggi pada penggunaan penyalut MD 9,5%: 0,5% K yaitu 45,87%. Hal ini juga dapat dilihat pada penelitian (Kurniasih, dkk., 2016) bahwa dengan penambahan maltodekstrin saja tidak kuat untuk melindungi fenol pada saat dikapsulkan, sehingga banyak fenol yang ikut terbuang pada saat proses *spray dryer*, menguap bersama kadar air karena dipengaruhi oleh suhu dan juga laju alir. Begitupun pada penelitian tersebut dengan penggunaan kitosan dapat meningkatkan tingkat efisiensi, sehingga banyak fenol yang dapat terkapsulkan. Namun berbeda dengan penelitian Ali, dkk., (2013: 27) bahwa peningkatan konsentrasi kitosan dapat menyebabkan kitosan jadi tidak larut, hal ini menyebabkan celah-celah pada lapisan, sehingga komponen flavor berdifusi keluar melalui celah-celah yang terbentuk sehingga menyebabkan kadar fenol yang dapat terkapsulkan rendah.

### Identifikasi Senyawa Asap Cair dengan GC-MS

Tabel 3. Kandungan kimia asap cair tandan kosong kelapa sawit

No. Puncak	Nama Senyawa	Relatif Komponen (%)
1	8,9,9,10,10,11-Hexafluoro-4,4-Dimethyl-3,5-Dioxatetracyclo[5.4.1	1.12
2	1-Propanol, 2-Etoksi	1.45
3	Piridina	3.44
4	2-Furanol, tetrahydro	2.46
5	2-metil piridin	4.42
6	2-Furanmetanol	0.22
7	3-Hexyn-1-ol	2.4
8	3-Metil Piridin	1.91
9	2,6-dimetil piridin	1.06
10	Metoksi-penil-oksime	1.82
11	2-etil piridin	0.61
12	Asam butanoat, 4-hidroksi	1.31
13	3,5-dimetil piridin	1.8
14	2,3-dimetil piridin	0.95
15	Fenol	68.15
16	2-Etil, 6-Metil piridin	0.34
17	2-Etil, 6-Metil piridin	0.41
18	2-Metil fenol	2.41
19	Heksametiltetrakisiloksan	0.38
20	4-Metil fenol	0.9
21	2-Metoksi fenol	1.9
22	Benzena, 1-Metoksi-4-[[Metiltio]Metoksi]Metil]	0.23
23	Asam tetradekanoat, Metil ester	0.49
24	Asam heksadekanoat, Metil ester	0.89
25	Asam 9-oktadekanoat, Metil ester	0.38

Tabel 3 menunjukkan senyawa-senyawa yang terdeteksi dalam asap cair yang dihasilkan dari pirolisis TKKS. Berdasarkan penelitian sebelumnya terlihat bahwa bagian dari kelapa sawit yang mengandung senyawa fenol tertinggi terdapat pada tandan kosong sebesar 68,15%. Kandungan senyawa fenol sangat berperan sebagai bahan pengawet pangan alami karena mampu mencegah tumbuhnya mikroorganisme dan dapat memberikan aroma dalam produk pengasapan. Selain itu, senyawa guaikol (2-metoksi fenol) dalam asap cair berfungsi sebagai pemberi aroma dan antioksidan (Girard, 1992).

Berdasarkan beberapa variasi enkapsulan yang digunakan, dapat dilihat bahwa yang memiliki kualitas mikrokapsul yang baik adalah dengan adanya penambahan maltodekstrin dan kitosan.

### Uji Aktivitas Antijamur Mikrokapsul Asap Cair Terhadap *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*

**Tabel 4.** Hasil uji daya hambat asap cair dan mikrokapsul asap cair TKKS pada *A. flavus*

Kontrol	Daya Hambat	
	Asap Cair (mm)	Mikrokapsul (mm)
3%	6.31 ± 0.70	6.37 ± 0.87
2%	5.98 ± 0.51	5.85 ± 0.39
1%	5.78 ± 0.37	5.49 ± 0.16
+	6.40 ± 0.78	6.27 ± 0.29
-	5.70 ± 0.36	5.49 ± 0.63

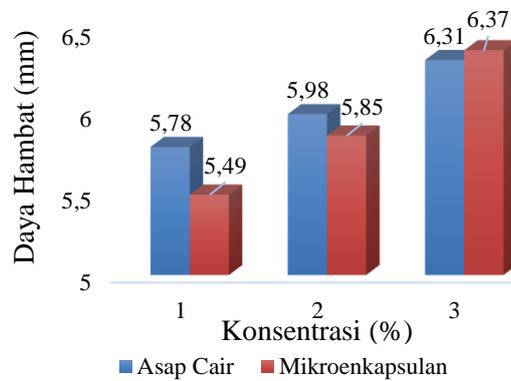
**Tabel 5.** Hasil uji daya hambat asap cair dan mikrokapsul asap cair TKKS pada *A. niger*

Kontrol	Daya Hambat	
	Asap Cair (mm)	Mikrokapsul (mm)
3%	8.30 ± 0.40	6.50 ± 0.94
2%	7.52 ± 0.50	6.40 ± 0.71
1%	6.40 ± 0.50	5.20 ± 0.62
+	6.50 ± 0.62	6.40 ± 0.10
-	5.40 ± 0.67	5.10 ± 0.17

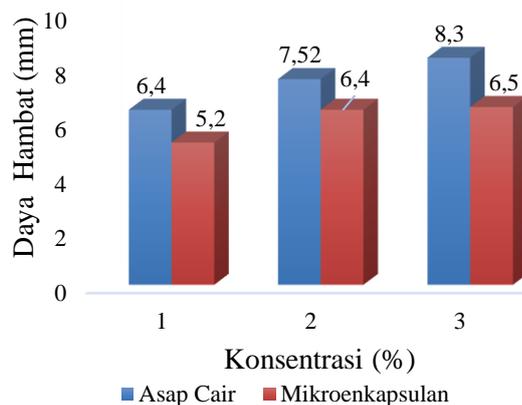
Hasil pengukuran diameter daya hambat asap cair TKKS pada *Aspergillus flavus* dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa asap cair dengan konsentrasi 3% memiliki zona bening atau daya hambat terbesar terhadap dengan nilai 6,31 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair, semakin tinggi zona hambat yang dihasilkan terhadap pertumbuhan jamur *A. flavus*. Hal ini disebabkan pada konsentrasi yang semakin rendah maka semakin rendah pula kandungan senyawa fenol dan asam yang terdapat dalam asap cair. Senyawa fenol yang terkandung dapat mendenaturasi enzim yang terlibat dalam proses germinasi spora sehingga proses germinasi spora akan terhambat (Fitriani, dkk, 2013). Terhambatnya proses germinasi spora ini akan mengakibatkan berkurangnya jamur yang tumbuh sehingga daya hambat yang dihasilkan semakin besar.

Hasil uji daya hambat asap cair dan mikrokapsul asap cair TKKS pada *A. niger* tidak jauh berbeda pada *A. flavus* seperti yang tertera pada Tabel 5, yaitu terjadi kenaikan

daya hambat dari mikrokapsul asap cair TKKS pada setiap kenaikan konsentrasi. Konsentrasi mikrokapsul asap cair TKKS yang memiliki nilai daya hambat yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 3% dengan nilai 6.37 mm. Daya hambat yang tinggi pada konsentrasi 3% dikarenakan jumlah senyawa fenol pada konsentrasi 3% juga semakin banyak sehingga pertumbuhan jamur akan lebih berkurang (Munawaroh, 2016). Hal ini sesuai dengan teori Theappar, dkk., (2016) yang menyatakan bahwa senyawa fenol memainkan peranan yang paling penting dalam penghambatan pertumbuhan jamur pada beberapa jenis jamur pembusuk pada kayu. Senyawa fenol adalah senyawa hidrokarbon aromatik monosubstitusi yang memiliki sifat toksik terhadap jamur dan bakteri, sehingga fenol banyak dimanfaatkan sebagai desinfektan. Selain itu pada penelitian Jothiyangkoon, dkk (2015), menyatakan bahwa asap cair hasil pirolisis mampu menghambat pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* yang menyerang kacang tanah.



**Gambar 1.** Hubungan Antara Diameter Zona Hambat Asap Cair dan mikrokapsul asap cair TKKS Terhadap *A. flavus*



**Gambar 2.** Hubungan Antara Diameter Daya Hambat Asap Cair dan Mikrokapsul Asap Cair TKKS terhadap *A. niger*

Hasil perhitungan dari perbedaan nilai menggunakan ANOVA diperoleh nilai signifikan yaitu 0,05 yang menandakan bahwa dari hasil tersebut terdapat perbedaan yang nyata antara asap cair dan mikrokapsul asap cair TKKS terhadap penekanan pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* dan 0,173 yang juga menunjukkan adanya perbedaan nyata antara asap cair dan mikrokapsul asap cair TKKS terhadap penekanan pertumbuhan jamur *Aspergillus niger*. Hal ini disebabkan karena pada saat dilakukan proses homogenisasi sebelum enkapsulasi masih ada senyawa inti yang belum terlapisi dengan

enkapsulan sehingga saat proses mikrokapsulasi, senyawa inti tersebut ikut terbang. Sesuai dengan penelitian Hidayah (2016), yang menyatakan bahwa pada proses mikrokapsulasi dengan menggunakan alat *spray drayer*, senyawa inti mudah untuk lepas apabila tidak adanya bahan penyalut yang mengikat, terutama penyalut yang terbuat dari bahan dengan kelarutan air yang tinggi. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa penggunaan mikrokapsul asap cair TKKS mempengaruhi komponen senyawa kimia yang terdapat di dalam asap cair jika bahan penyalut yang digunakan tidak bekerja dengan maksimal (Rasyid, 2010).

## SIMPULAN

1. Asap cair dari hasil pirolisis tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* J.) mengandung banyak senyawa kimia berdasarkan hasil analisis *GC-MS*, kandungan tertinggi yaitu senyawa fenol dengan konsentrasi 68,15%, senyawa ini dapat berfungsi sebagai bahan pengawet.
2. Penambahan enkapsulan dengan tiga variasi dalam proses enkapsulasi asap cair dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari mikrokapsul. Berdasarkan 3 variasi enkapsulan yang digunakan diperoleh kualitas yang baik pada penambahan maltodekstrin 9,5%: 0,5% Kitosan dengan kadar air  $5,78 \pm 1,78$ , pH sebesar  $4,16 \pm 0,57$ , kadar fenol 43,03 ppm dan memiliki tingkat efisiensi enkapsulasi yang tinggi sebesar 45,87.
3. Aktivitas antijamur dari asap cair dan mikrokapsul asap cair TKKS dapat menghambat pertumbuhan dari dua jenis jamur uji yang digunakan yaitu *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*, semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi pula daya hambat terhadap jamur. Dengan nilai konsentrasi asap cair TKKS yang paling tinggi yaitu 3% dengan nilai daya hambat 8,30 mm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariesty, D. I., Swastawati, F., Susanto, E. 2016. Antimicrobial Activity of Microencapsulation Liquid Smoke on Tilapia [*Oreochromis Niloticus* (Linnaeus, 1758)] Meat for Preservatives in Cold Storage ( $\pm 5\text{ C}^\circ$ ), *Aquatic Procedia*, 7, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.003>.
- Ariyani, D., Mujiyanti, D. R., Umaningrum, D., Harlianto, Y. A. 2015. *Studi Kajian Kandungan Senyawa Pada Asap Cair dari Sekam Padi The Study Of Compounds In The Liquid Smoke From Rice Husk Dahlena Ariyani , Dwi Rasy Mujiyanti , Dewi Umaningrum Yuda Arimba Harlianto*. 3–4.
- Asmawit, A., Hidayati, H., Supriyatna, N. 2011. Pemanfaatan asap cair dari tandan kosong kelapa sawit pada pengolahan karet mentah. *Biopropal Industri*, 02(01), 7–12.
- Budiarti, S., W. 2013. Kontaminasi Fungi *Aspergillus* Sp. Pada Biji Jagung Ditempat Penyimpanan dengan Kadar Air yang Berbeda. *Seminar Nasional Serealia*, 482-487.
- Carneiro, H. C. F., Tonon, R. V., Grosso, C. R. F., Hubinger, M. D. 2013. Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. *Journal of Food Engineering*, 115(4), 443–451.
- Darmadji, P., Saloko, S., Setiaji, B., Pertanian, F. T., Mada, U. G., Mada, U. G. 2012. *Inovasi prototipe produk nanoenkapsulasi biopreservatif asap cair sebagai*

*pengawet pangan alami*. 62–68.

- Fitriani, S., Raharjo, R., Trimulyono, G. 2013. Aktivitas Antifungi Ekstrak Daun Kedondong (*Spondias pinnata*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Aspergillus flavus*, *Lentera Bio*, 2(2), 125–129.
- Hidayah, N. 2016. Perbandingan berbagai teknik mikroenkapsulasi pakan dalam menghasilkan daging sapi sehat. *Seminar Nasional Dan Gelar Produk*, 0736, 143–151.
- Hu, Y., Zhang, J., Kong, W., Zhao, G., Yang, M. 2017. Mechanisms of antifungal and anti-aflatoxigenic properties of essential oil derived from turmeric (*Curcuma longa* L.) on *Aspergillus flavus*, *Food Chemistry*, 220, 1–8.
- Kamal, N. 2012. Karakterisasi dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit. *Itenas Library*, 61–68.
- Kurniasih, R. A., Darmadji, P., Pranoto, Y. 2016. Pemanfaatan Asap Cair Terenkapsulasi Maltodeskrin-Kitosan Sebagai Pengawet Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(1), 9–16.
- Miskiyah, M., & Widaningrum, W. (2013). Pengendalian aflatoksin pada pascapanen jagung melalui penerapan HACCP. *Jurnal Standardisasi*, 10 (1), 1. <https://doi.org/10.31153/js.v10i1.2>.
- Ningsih, L. S. 2011. Pembuatan Asap Cair dari Sekam Padi dengan Proses Pirolisa untuk Menghasilkan Insektisida Organik. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 01 (No. 2), 23.
- Munawaroh, R. 2016. Uji Aktivitas Jamu Madura “Empot Super” terhadap Jamur *Candida Albicans*”. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malik Malang.
- Oramahi, H. A., & Diba, F. 2013. Maximizing the Production of Liquid Smoke from Bark of Durio by Studying its Potential Compounds. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.012>.
- Oramahi, H. A., Diba, F., & Wahdina. 2011. Antifungal Activity of Liquid Smoke from (*Acacia mangium* WILLD) and (*Vitex pubescens* VAHL) Wood Wastes, *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*, 13 (1), 79–84.
- Al Rasyid, Harun. 2020. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengawet Ikan Teri Nasi (*Stolephorus commersonii*, Lac.) Segar Untuk Tujuan Transportasi. Bogor, Institut Pertanian Bogor Fakultas Teknologi Pertanian.
- Suarni & M., Yasin. 2011. Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Iptek Tanaman Pangan* 6(1), 41-56.
- Steiner, C., Das, K. C., Garcia, M., Förster, B., & Zech, W. 2008. Charcoal and smoke extract stimulate the soil microbial community in a highly weathered xanthic Ferralsol, *Pedobiologia*, 51(5-6),359-366.
- Theapparath, Y., A., Chandumpai, W., Leelasuphakul & N., Laemsak. 2015. Pyrolygneous Acids from Carbonisation of Wood And Bamboo: Their Components and Antifungal Activity. *Journal of Tropical Forest Science* 27(4), 517–526.
- Yuliaty, S. T., & Susanto, W. H. 2015. Effect of Drying Time and Concentration of

Maltodextrin on The Physical Chemical and Organoleptic Characteristic of Instant Drink Noni Leaf (*Morinda citrifolia*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 41–51.

Yusa Ali, D., Darmadji, P., & Pranoto, Y. 2014. Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Response Surface Methodology Dan Karakterisasi Nanokapsul. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(1), 23–30.