



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SILIWANGI  
PASCASARJANA**



Jln.Siliwangi Nomor 24 Kota Tasikmalaya Kode Pos 46115  
Tlp.(0265) 330634,333092 Faximile (0265) 325812  
Laman : [www.unsil.ac.id](http://www.unsil.ac.id) Posel : [info@unsil.ac.id](mailto:info@unsil.ac.id)

**SERTIFIKAT**

**Nomor: 294/UN58.17/KM/2020**

**Direktur Pascasarjana Universitas Siliwangi Tasikmalaya  
Memberikan Sertifikat Kepada:**

***Prof. Dr. H. Budy Rahmat, Ir., M.S.***

**SEBAGAI:  
NARASUMBER**

**Seminar Program Pascasarjana Universitas Siliwangi via Zoom Meet  
dengan tema “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan”  
yang diselenggarakan oleh Prodi Magister Agroekoteknologi Program Pascasarjana Universitas Siliwangi  
pada Tanggal 15 September 2020**



**Direktur,**

**Dr. H. Ade Komaludin, SE., M.Sc**

**NIDN 04-2009-6201**

# KONVERSI LIMBAH PERTANIAN MENJADI PRODUK BERMANFAAT DALAM MENUNJANG PERTANIAN BERKELANJUTAN

oleh : **Budy Rahmat**

Link : <https://www.youtube.com/watch?v=E-bH0aS7qWE&t=11657s>



**WEBINAR**  
Prodi Magister Agroekoteknologi Pascasarjana Universitas Siliwangi  
dan PERAGI Komda Jawa Barat  
“Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma  
dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan”



**SAMBUTAN**  
**Dr. H. Ade Komaludin, S.E., M.Sc.**  
Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Siliwangi



**MODERATOR**  
**Dr. Adam Saepudin, Ir., M.Si.**  
Ketua Prodi Agroekoteknologi  
Program Pascasarjana  
Universitas Siliwangi



**NARASUMBER**  
**Prof. Dr. H. Budy Rahmat, Ir., M.P.**  
Dosen Prodi Agroteknologi  
Wakil Rektor III  
Universitas Siliwangi  
*Konversi Limbah Pertanian  
Menjadi Produk Bermanfaat Dalam  
Mendukung Pertanian Berkelanjutan.*



**Dr. Cecep Hidayat, Ir., M.P.**  
UIN Sunan Gunung Jati  
PERAGI Komda JABAR.  
*Pemanfaatan bahan organik dan  
mikoriza dalam budidaya tanaman  
pada lahan pasca galian C.*



**Dr. Santi Rosniawaty, S.P., M.P.**  
Universitas Padjadjaran  
PERAGI Komda JABAR.  
*Potensi Limbah Perkebunan  
untuk Mendukung  
Pertanian Berkelanjutan.*

Hari/ Tanggal : Selasa, 15 September 2020  
Pukul : 08.00-13.00 WIB

  **YouTube** Free E-Sertifikat

Contact person:  
082240460501 (Deri)

Pendaftaran:  
<http://gg.gg/PPS-PVS-MagisterAgroekoteknologi>

# KONVERSI LIMBAH PERTANIAN MENJADI PRODUK BERMANFAAT DALAM MENUNJANG PERTANIAN BERKELANJUTAN

BUDY RAHMAT



**Webinar Prodi S2 Agroteknologi UNSIL dan PERAGI Jabar**

**UNIVERSITAS SILIWANGI, 15 September 2020**

# Sampah pemukiman

= 1,5 kg/hari/kapita (Azalina dan Idris, 2009)

UU no 18 Tahun 2008; PP No 81 Tahun 2012; Protokol Kyoto 2009

- \* Tanggung-jawab masyarakat
- \* Reduksi sejak dari sumbernya (cegah emisi C, sanitasi)
- \* Konversi limbah menjadi zat yang bermanfaat



## Limbah Kayu (lignoselulosa)

Rahmat *et al.* (2015) berupa serbuk gergaji, serpihan serutan, dan tatal = 5.16, 3.80 dan 7.10 %. Potensi limbah dapat dikonversi menjadi: asap cair, briket arang, dan ter secara terpadu. Limbah tandan, tongkol,nyumplung/cangkang buah, dll.

- \* Reduksi sejak dari sumbernya (cegah emisi C, sanitasi)
- \* Konversi limbah menjadi zat yang bermanfaat



## PENGELOLAAN SAMPAH DI INDONESIA

- **Semula** : hanya bertumpu pada pendekatan kumpul-angkut-buang
- **Diubah menjadi** : *Reduce at source* dan *resource recycle* melalui penerapan 3R (*reuse, recycle, reduce*).
- **Tujuan** : memperkecil aliran sampah ke tempat penimbunan sementara (TPS) dan tempat penimbunan akhir (TPA) : dengan konversi sampah / limbah menjadi bahan-bahan yang berguna

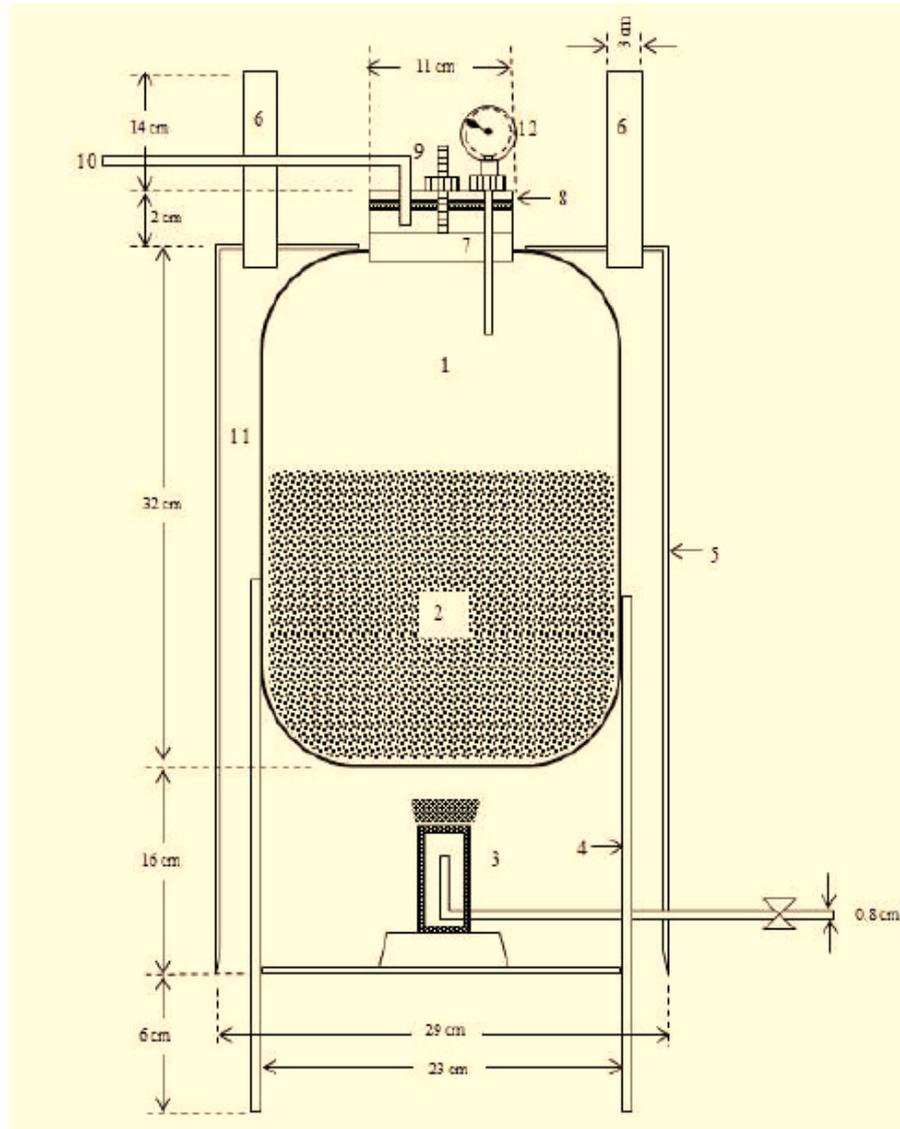
## Konversi sampah dan limbah melalui proses :

- 1) Dekomposisi aerob** : penguraian bahan organik oleh mikroba menjadi dekomposat cair/pupuk organik cair (POC) dan kompos.
- 2) Dekomposisi termal (Pirolisis)** : penguraian bahan organik lignoselulosa sampah menjadi asap cair, ter, dan arang.

## **Keunggulan dekomposisi termal (pirolisis) :**

- Dapat konversi bahan organik yang sulit / tidak didekomposisi oleh mikroba.
- Bahan berkayu (lignoselulosa) dapat dikonversi menjadi : asap cair, ter, arang dan minyak.

# Tungku Pirolisis (Rahmat et al., 2014)



# Perangkat Pirolisis



# Proses Pirolisis dan Redistilasi



# Produk Pirolisis (dekomposisi termal) :



# Produk Asap Cair sebagai Pestisida



# Efektivitas Asap Serbuk Gergaji terhadap Mortalitas Keong Mas (*Pomacea canaliculata*)



# Hasilnya

Asap cair dengan pada konsentrasi 15 % memiliki efek moluskisida yang signifikan terhadap *Pomacea canaliculata* dalam kondisi laboratorium.

Link : <https://thescipub.com/abstract/ajabssp.2019.69.74>

# Efek Asap cair sebagai Insektisida terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)



# Uji laboratorium



## Efek Asap cair terhadap ulat *S. litura* pada 9 hari setelah inkubasi

Treatments	Mortality (%)		Antifeedant activity (%)		Number of cannibalized larvae *	
$k_0$ (0.0%)	00.0±0.00	a	13.72±0.76	a	1.00±0.00	a
$k_1$ (1.0%)	10.0±0.00	ab	18.34±1.28	ab	1.25±0.43	a
$k_2$ (1.5%)	15.0±8.66	bc	20.28±4.35	b	1.54±0.37	a
$k_3$ (2.0%)	17.5±8.29	c	20.10±4.33	b	1.74±0.46	a
$k_4$ (2.5%)	17.5±4.33	c	21.08±2.22	b	1.49±0.52	a
$k_5$ (3.0%)	17.5±4.33	c	21.30±1.63	b	1.31±0.54	a

ATJ pada konsentrasi 2,5 hingga 3,0% menunjukkan aktivitas larvasida bagi Ulat Grayak yang rendah, tetapi memiliki sifat *antifeedant* yang memadai.

Link : <https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article>

# EFEKTIVITAS ASAP CAIR SERUTAN KAYU JATI TERHADAP PATOGEN REBAH KECAMBAH (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) PADA KEDELAI



## Efek Asap Cair Serutan Kayu Jati terhadap Indeks Antifungi

Konsentrasi Asap Cair	Indeks Antijamur (%)			
	1 HSI	2 HSI	3 HSI	4 HSI
0,5%	100	73,469	66,667	46,389
1%	100	100	100	100
1,5%	100	100	100	100
2%	100	100	100	100
2,5%	100	100	100	100

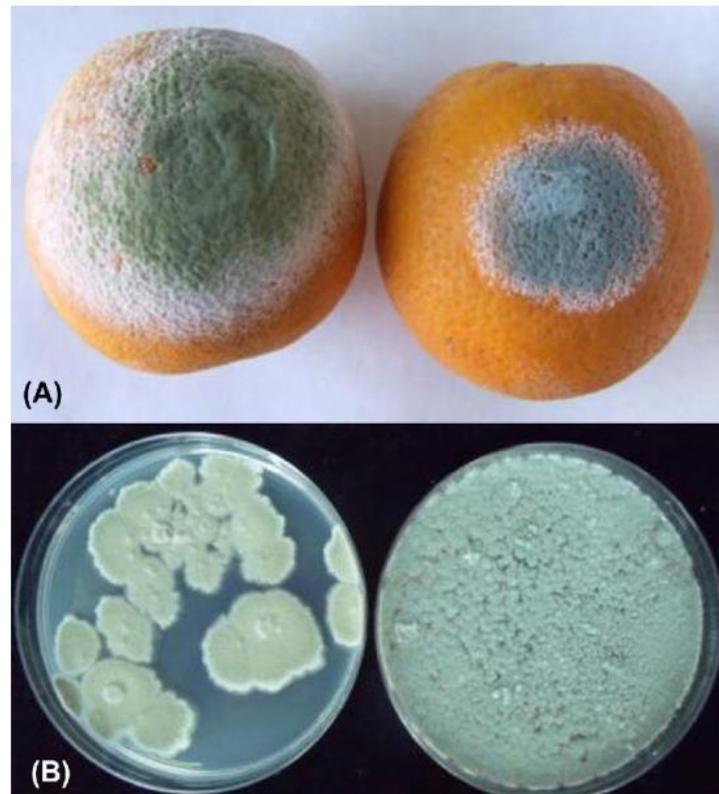
# Pengaruh Konsentrasi terhadap Tingkat Kejadian Penyakit

Konsentrasi asap cair	Persentase Kejadian Penyakit pada								
	1 HSA		2 HSA		3 HSA		4 HSA		
<b>Akuades (kontrol)</b>	70,36	a	100,00	a	100,00	a	0	c	a
<b>AK1 (1%)</b>	0,00	b	32,50	b	42,50	b	47,50	b	
<b>AK2 (2%)</b>	0,00	b	9,17	c	21,67	c	32,50	b	
<b>AK3 (3%)</b>	0,00	b	4,17	c	16,07	c	25,24	bc	
<b>AK4 (4%)</b>	0,00	b	3,57	c	10,71	c	10,71	cd	
<b>AK5 (5%)</b>	0,00	b	0,00	c	0,00	d	4,17	d	
<b>AK6 (6%)</b>	0,00	b	0,00	c	0,00	d	3,57	d	

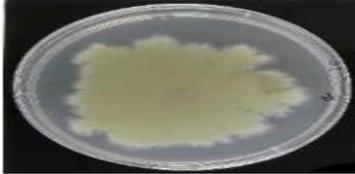
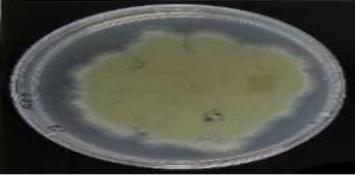
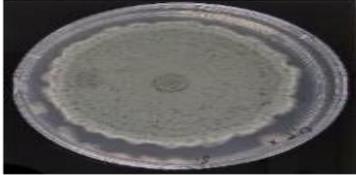
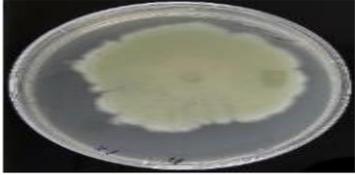
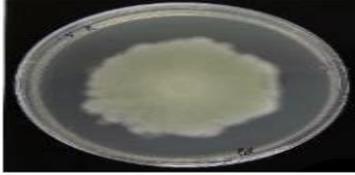
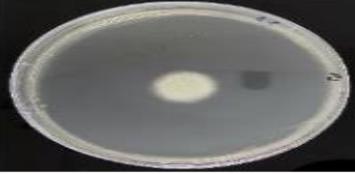
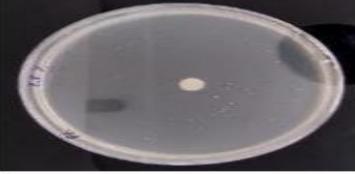
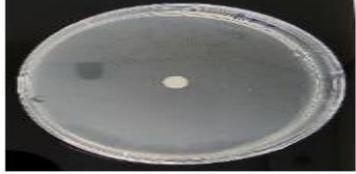
## Simpulan :

- Asap cair serutan kayu jati efektif sebagai antifungi bagi patogen *Sclerotium rolfsii*, yaitu penghambatan terhadap : diameter koloni, kejadian penyakit, serta pertambahan panjang lesi.
- Konsentrasi asap cair serutan kayu jati mulai dari 4% efektif sebagai antifungi bagi penyebab penyakit rebah kecambah kedelai.

Aksi fungisida asap cair limbah kelapa muda terhadap penyakit busuk buah hijau (*Penicillium digitatum*) dan biru (*Penicillium italicum*) pada buah jeruk



# Uji *in vitro* Patogen Busuk Buah Jeruk

Konsentrasi	<i>P. digitatum</i>	<i>P. italicum</i>
0%		
0,5%		
1%		
1,5%		
2%		
2,5%		

# Uji *in vivo* Patogen Busuk Buah Jeruk

Konsentrasi	<i>P. digitatum</i>	<i>P. italicum</i>
0%		
25%		
50%		
75%		
100%		

## Peningkatan Diameter Lesi pada 24, 48, 72 dan 96 jam Setelah Inkubasi

Perlakuan		Waktu Inkubasi (jam)				
Patogen	LS (%)	28	48	72	96	
<i>P. digitatum</i>	0	2.07 b	5.36 a	8.62 a	10.19 a	
		B	B	B	B	
	25	1,45 ab	4.64 a	7.83 a	10.85 a	
		B	B	B	B	
	50	1.49 ab	4.74 a	8.03 a	11.14 a	
		B	B	B	B	
	75	1.21 a	4.32 a	7.67 a	11.41 a	
		B	B	B	B	
	100	1.38 ab	4.76 a	7.85 a	10.62 a	
		B	B	B	B	
	<i>P. italicum</i>	0	1.30 b	2.03 b	2.54 b	3.38 b
			A	A	A	A
25		0.24 a	0.72 a	1.31 ab	1.90 ab	
		A	A	A	A	
50		0.20 a	0.48 a	0.77 a	1.09 a	
		A	A	A	A	
75		0.30 a	0.38 a	0.49 a	0.78 a	
		A	A	A	A	
100		0.23 a	0.43 a	0.66 a	0.97 a	
		A	A	A	A	

# Penghambatan Infeksi pada 24, 48, 72 dan 96 jam Setelah Aplikasi

Perlakuan		Waktu Penghambatan (jam)			
Patogen	LC (%)	24 h	48 h	72 h	96 h
	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	25	23.1	13.7	7.7	-8.2
<i>P. digitatum</i>	50	19.5	11.9	6.4	-10.9
	75	42.7	18.6	8.8	-12.3
	100	22.5	10.7	8.3	-3.9
	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	25	81.6	63.7	47.9	43.0
<i>P. italicum</i>	50	84.0	76.1	69.6	67.9
	75	76.3	80.5	80.2	76.1
	100	83.2	79.5	74.1	71.3

# Simpulan :

- Perlakuan asap cair dapat menghambat pertumbuhan kapang *Penicillium digitatum* dan *Penicillium italicum* penyebab busuk berkapang pada buah jeruk secara *in vitro* dengan penghambatan 100% pada konsentrasi 2,5%.
- Pada pengujian *in vivo*, perlakuan asap cair mampu menekan 76,1 % pertambahan diameter lesi pada penyakit busuk berkapang biru (*Penicillium italicum*) dengan daya hambat 75%. Sedangkan pada penyakit busuk berkapang hijau tidak terdapat penghambatan.

# Rencana penelitian tahun 2021

- Produksi dan kelayakan briket arang limbah lignoselulosa
- Uji efektivitas ter terhadap rayap dan serangga perusak kayu

# Manfaat Dekomposisi

- **Upaya sanitasi** di tengah makin rumitnya penanganan sampah
- **Menurunkan biaya** penanganan sampah kota, seperti : operasional petugas dan armada sampah; penyediaan dan pemeliharaan sarana/prasarana TPA, dll.
- **Substitusi pupuk buatan** oleh tersedianya pupuk organic.
- **Pengendalian gas metana** agar tidak lepas ke udara
- **Penyiapan energi alternatif** yang akan menumbuhkan kepercayaan masyarakat terhadap produksi energi secara mandiri bersumber dari bahan yang tersedia lokal.

*Sekian*

*Terimakasih atas perhatiannya ...*

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/353678168>

# KONVERSI LIMBAH PERTANIAN MENJADI PRODUK BERMANFAAT DALAM MENUNJANG PERTANIAN BERKELANJUTAN

Conference Paper · September 2020

---

CITATIONS

0

1 author:



Budy Rahmat

Siliwangi University

11 PUBLICATIONS 56 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Biomass pyrolysis [View project](#)

# KONVERSI LIMBAH PERTANIAN MENJADI PRODUK BERMANFAAT DALAM MENUNJANG PERTANIAN BERKELANJUTAN

Oleh

**Budy Rahmat**

Makalah

pada

Webinar

PERSATUAN AHLI AGRONOMI INDONESIA (PERAGI)  
KOMDA JAWA BARAT  
DAN  
PASCASARJANA UNIVERSITAS SILIWANGI  
15 SEPTEMBER 2020



\* Makalah dipresentasikan pada Webinar "*Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan*". PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

# KONVERSI LIMBAH PERTANIAN MENJADI PRODUK BERMANFAAT DALAM MENUNJANG PERTANIAN BERKELANJUTAN \*

**Budy Rahmat**

Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi  
email: [budyrahmat@unsil.ac.id](mailto:budyrahmat@unsil.ac.id)

## **Abstrak**

Pola pertanian berkelanjutan sesuai dengan pertimbangan menekan perubahan iklim dan mendorong pembangunan dan peningkatan pemanfaatan bentuk energi baru dan terbarukan, teknologi penyerapan pengurangan karbondioksida, dan penemuan teknologi baru yang ramah lingkungan. Pirolisis adalah teknik proses konversi limbah berkayu atau biomassa secara termal, yang bertujuan produksi material yang berbasis sumber daya lokal, berupa limbah hasil pertanian dan kehutanan untuk memproduksi : (a) pestisida nabati untuk perlindungan tanaman; (b) briket arang untuk bahan bakar alternatif; dan (c) tar sebagai zat pengawet kayu yang ramah lingkungan. Hasil pirolisis cangkang kelapa muda dengan kuantitas 1.000 g dihasilkan komposisi produk asap cair, ter, dan arang masing-masing adalah 325 mL, 53 mL, dan 302 g. Asap cair memiliki efek pada berbagai organisme sasaran yang bervariasi, yaitu : (i) meningkatkan diameter batang bibit pepaya, yang bekerja sebagai zat pengatur tumbuh; (ii) bekerja sebagai penolak serangga bagi *Sitophilus zeamais* pada penyimpanan biji jagung; (iii) berfungsi sebagai larvasida yang rendah bagi ulat grayak (*Spodoptera litura*), tapi memiliki kerja sebagai penolak makan (*antifeedant*) yang memadai; (iv) Pemberian asap cair tempurung kelapa 2% menunjukkan aktivitas mengurangi jumlah buah stoberi yang terinfeksi busuk lunak (*Rhizopus stolonifer*); (v) efek penghambatan pertumbuhan miselium patogen busuk buah jeruk (*Penicillium sp.*), yang meningkat efeknya seiring naiknya konsentrasi; (vi) memiliki efek moluskisida terhadap hama keong mas (*Pomacea canaliculata*); dan (vii) terhadap patogen rebah bibit kedelai (*Sclerotium rolfsii*) pada uji *in vivo* menunjukkan perlakuan konsentrasi asap cair 1 sampai 2,5% memberikan indeks antifungi sebesar 100%. Sedangkan pada uji *in vivo* pada buah, perlakuan konsentrasinya efektif terhadap penghambatan pertumbuhan miselium fungi, penekanan kejadian penyakit, dan penekanan perluasan infeksi.

**Kata Kunci:** asap cair, limbah berkayu, pestisida nabati, pirolisis

## **PENDAHULUAN**

Limbah berkayu berasal dari pengolahan hasil pertanian dan kehutanan pada umumnya belum tertangani secara baik. Limbah cangkang buah dan limbah kayu dari pengrajin mebel hanya menumpuk di tempat pembuangan sampah dan bila tidak sempat dibakar akan terangkut oleh angkutan sampah kota dan ditimbun di tempat pembuangan sampah akhir. Menurut Purwanto (2011) limbah kayu dari industri penggergajian terdiri dari: sebetan kayu, potongan kayu dan serbuk kayu masing-masing sebesar 22, 8, dan 10% dari volume kayu batangan. Angka-angka tersebut belum termasuk volume limbah yang dihasilkan pada taraf pembentukan akhir seperti mebel, yakni serutan, serbuk dan potongan kayu.

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

Kegiatan pembakaran dan penimbunan untuk mereduksi limbah kayu (lignoselulosa) tersebut tidak selaras dengan tuntutan produksi bersih, ramah lingkungan dan industri keberlanjutan. Pembakaran limbah kayu berdampak meningkatnya emisi gas CO<sub>2</sub> yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Demikian pula, penimbunan limbah biomassa di permukaan atau dalam tanah akan terjadi proses dekomposisi anaerob yang menghasilkan gas metana (CH<sub>4</sub>), yang secara kualitatif memiliki dampak lebih kuat terhadap pemanasan global dibanding gas CO<sub>2</sub> (Tiilikkala dan Tiilikkala, 2010; Prodest, 2012).

Pirolisis adalah proses dekomposisi termal terhadap bahan berkayu (lignoselulosa atau biomassa) sehingga dihasilkan : zat padat berupa arang, gas yang terkondensasi (asap cair dan tar), dan gas yang tidak terkondensasi (Yokoyama *et al.*, 2008).

Asap cair dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan (sebagai pengawet pengganti pengawet formalin pada produk tahu), industri perkebunan (industri karet), industri kayu, dll. Asap memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, fenol dan karbonil. Pirolisis tempurung kelapa menghasilkan asap cair dengan kandungan senyawa fenol sebesar 4,13%, karbonil 11,3% dan asam 10,2% (Asmawit dan Hidayati, 2016).

Melimpahnya limbah lignoselulosa yang dihasilkan oleh hasil pertanian dan industri pengolahan kayu, maka penelitian konversi lignoselulosa menjadi biomaterial dan bioenergi memiliki peran yang penting karena dapat menjawab dua permasalahan sekaligus, yaitu : (i) solusi bagi akumulasi limbah menuju proses produksi bersih yang bebas limbah (*zero waste*) ; dan (ii) memperkecil ketergantungan pada material dan energi yang berasal dari sumber yang tidak terbarukan.

## **KONVERSI LIMBAH PERTANIAN**

### **2.1. Konversi secara Pirolisis**

#### **2.1.1. Proses Pirolisis Limbah Kayu untuk Menghasilkan Asap cair, Arang, dan Ter**

Pirolisis adalah teknik proses konversi lignoselulosa atau biomassa secara termal yang diperlakukan pada suasana iner dalam ketiadaan udara atau oksigen dengan suhu akhir sekitar 500 °C. Hasil prosesnya berupa: zat padat berupa arang, gas yang terkondensasi (asap cair dan tar), dan gas yang tidak terkondensasi (Burnette, 2010; Tiilikkala and Tiikkala, 2010).

Penelitian pembuatan arang dan asap cair secara terpadu telah dilakukan oleh Komarayati *et al.* (2011) dengan menggunakan tungku terbuat dari drum ganda yang dikombinasikan dengan teknik kondensasi sehingga tidak hanya arang yang dihasilkan, tapi juga diperoleh cairan destilat

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

yang biasa disebut asap cair atau asap cair. Bahan yang digunakan untuk membuat arang dan asap cair adalah limbah industri pengolahan kayu. Dari hasil penelitian itu diketahui bahwa, rendemen arang berkisar 9,90 hingga 21,18% dan rendemen asap cair 4,95 hingga 7,35%.

### 2.1.2. Pembuatan Briket Arang

Penelitian Hanandito *et al.* (2011) bertujuan mengetahui pengaruh variasi jenis perekat (tapioka, rerigu, molase, silikat), konsentrasi perekat (10%, 15%, 20%) dan ukuran arang (20, 30, 40 mesh). Parameter yang diamati meliputi : (i) nilai kalor; (ii) stabilitas briket; dan (iii) ketahanan briket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : tepung tapioka merupakan perekat terbaik dibanding tepung terigu, molase, dan silikat. Nilai kalor tertinggi yaitu 6.748,69 kal/g diperoleh pada kadar perekat 20% dengan ukuran arang 20 mesh. Ketahanan briket terbaik diperoleh pada kadar perekat 20% berukuran partikel 40 mesh karena hanya kehilangan partikel sebesar 0,11%.

Isa *et al.* (2012) telah meneliti pembuatan briket arang tongkol jagung dengan menambahkan perekat pada arang tongkol jagung yang telah dihaluskan, kemudian dicetak dengan bentuk silinder dengan bantuan alat pengepres. Sedangkan pembuatan arang aktif dilanjutkan dengan proses aktivasi arang dengan dua cara, meliputi: (i) secara kimia, yaitu dengan penambahan larutan NaOH; dan (ii) secara fisika, yaitu dengan pemanasan dalam tungku (furnace) pada suhu tinggi yaitu 650– 850 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kalor yang dihasilkan berkisar 2.912– 6.757 kal/g. Arang aktif yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bioabsorben pada penyaringan minyak goreng bekas. Hal ini terlihat dari penurunan asam lemak bebas, angka peroksida, dan angka penyabunan minyak goreng bekas tersebut.

Patabang (2012) meneliti sifat briket sekam padi dengan variasi kadar bahan perekat dari tepung tapioka meliputi : 7, 10, dan 15 %. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa, efisiensi pembakaran yang terbaik pada campuran bahan perekat 7% yaitu 59,07%. Pada kadar ini pula memiliki sifat nilai pemanasan 2.789 kal/g; kadar air 2,67%; kadar abu 39,06; bahan menguap 42,92%; dan kadar karbon tetap 15,53%.

### 2.1.3. Pemanfaatan Tar Kayu

Tar adalah substansi yang diperoleh dari berbagai bahan organik melalui distilasi. Tar dapat diproduksi dari batu bara, kayu, minyak bumi, atau gambut. Tar berwarna hitam, dan terdiri dari berbagai campuran hidrokarbon dan karbon bebas (Muin *et al.*, 2010).

Tar terdiri dari : flavonoid dan asam (contoh nordihidroguaiaretat); senyawa netral (contoh lilin), basa (misalnya alkaloid), dan senyawa asam (misalnya fenolat). Bagian fenolat sendiri terdiri

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

dari: 83 hingga 91%, sedangkan asam nordihidroguaiaretat menyumbang 5 hingga 10% dari berat kering daun (Geberding, 2002).

Tar kayu, kresot, dan minyak adalah campuran yang kompleks. Konstituen utamanya adalah terpena yang mudah menguap, minyak, minyak netral bertitik didih tinggi, dan fenol, kresol, dan guaiakol. Hidrokarbon polisiklik ada dalam jumlah yang berbeda. Kandungan benzo(a)pirena bervariasi dari 1 sampai 15 ppm (SCCNFP, 2003).

Kegunaan utama tar adalah dalam melindungi kapal kayu terhadap pembusukan. Pengguna terbesar saat itu adalah angkatan laut. Permintaan tar menurun dengan munculnya kapal besi dan baja. Di Eropa Utara tar merujuk terutama kepada zat yang berasal dari kayu dan akar pinus. Pada zaman Nigeria sebelumnya itu sering digunakan sebagai pelapis anti-air untuk kapal, perahu, dan atap kayu karena tar kayu memiliki efek sebagai mikrobisida (Muin *et al.*, 2010).

## 2.2. Komposisi Produk Proses Pirolisis

**Tabel 1.** Produk proses pirolisis 1.000 g CKM

Waktu (menit)	Suhu Pirolisis (°C)	Volume Asap Cair Kasar (mL)
0-15	175	52
16-30	340	134
31-45	400	80
46-60	440	41
61-75	450	17
76-90	450	1
		Total ACKM 325 mL
		Arang 302 g
		Ter 53 mL

Rahmat *et al.* (2014) mengatakan bahwa, pirolisis adalah proses dekomposisi termal komponen organik dalam biomassa tanpa adanya oksigen pada suhu proses 300 hingga 400 °C. Produk pirolisis biomassa adalah kombinasi yang kompleks dari produk pirolisis selulosa, hemiselulosa, lignin dan ekstraktif; setiap komponen memiliki karakteristik kinetiknya sendiri. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang optimal, suhu harus dijaga pada kisaran karbonasi (tidak melebihi 500 °C). Selanjutnya, dilaporkan bahwa komposisi produk karbonisasi adalah sebagai berikut: gas (35%), cair (30%), dan padat (35%). Jika suhu melebihi 500 °C atau

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

bahkan mencapai 800 °C, gasifikasi akan terjadi dan menghasilkan gas (85%), cairan (tar 5%), dan padat (10%) (Brigwater, 2005).

## 2.3. Pemanfaatan Asap Cair

### 2.3.1. Konsep Pertanian Berkelanjutan

Pertanian Berkelanjutan adalah pertanian sering memberikan tekanan yang signifikan pada sumber daya alam dan lingkungan. Praktik pertanian berkelanjutan dimaksudkan untuk melindungi lingkungan, memperluas basis sumber daya alam, dan memelihara serta meningkatkan kesuburan tanah. Berdasarkan tujuan multi-cabang, pertanian berkelanjutan berusaha untuk: (i) meningkatkan pendapatan pertanian yang menguntungkan; (ii) mempromosikan kepedulian lingkungan; (iii) meningkatkan kualitas hidup keluarga petani dan masyarakat; dan (iv) Meningkatkan produksi untuk kebutuhan pangan dan serat manusia.

Pertanian berkelanjutan seringkali mencakup berbagai praktik produksi pertanian secara konvensional dan organik. Konsep ini meliputi sistem praktik produksi tanaman dan hewan yang terintegrasi yang dirancang untuk menghasilkan hasil jangka panjang, seperti: (i) produksi makanan, pakan, serat, dan bahan bakar manusia yang cukup untuk memenuhi kebutuhan populasi yang meningkat tajam; (ii) perlindungan lingkungan dan perluasan pasokan sumber daya alam; dan (iii) keberlanjutan kelayakan ekonomi sistem pertanian (USDA, 2002).

Protokol Kyoto (UN,1998) yang mencantumkan bahwa setiap pihak atau negara yang termasuk dalam Lampiran I protokol ini untuk mencapai komitmen pembatasan dan pengurangan jumlah emisi karbon berdasarkan Pasal 3 agar mendorong pembangunan berkelanjutan, antara lain wajib: (i) Pola pertanian berkelanjutan sesuai dengan pertimbangan perubahan iklim; dan (ii) Penelitian yang mendorong pembangunan dan peningkatan pemanfaatan bentuk energi baru dan terbarukan, teknologi penyerapan pengurangan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) ,dan penemuan teknologi baru yang ramah lingkungan.

Limbah kayu yang melimpah yang dihasilkan dari pengolahan hasil pertanian dan kehutanan pada umumnya belum tertangani dengan baik. Limbah tersebut hanya ditimbun di tempat pembuangan akhir, tidak terbakar kemudian diangkut oleh armada sampah kota dan dibuang di TPA (Rahmat *et al.*, 2014). Pembakaran limbah kayu berdampak pada meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Demikian pula dengan biomassa TPA di permukaan atau di dalam tanah akan terjadi proses dekomposisi anaerobik yang menghasilkan gas metana (CH<sub>4</sub>), yang secara kualitatif memiliki dampak pemanasan global yang lebih kuat dibandingkan CO<sub>2</sub> (Tiilikkala and Tiilikkala, 2010; Prodest, 2012).

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

### 2.3.2. Sebagai zat pengatur tumbuh tanaman (ZPT) dan penolak serangga

Pirolisis pada suhu konstan 350 °C selama 90 menit terhadap 1.000 g limbah serutan kayu jati dihasilkan asap cair, tar, bio-oil, dan arang masing-masing 487,67 mL, 41,76 g, 2,93 mL, dan 222 g. Asap cair tersebut memiliki sifat fisik pH 3,6, massa jenis 1.021 g/mL, dan warna coklat kekuningan. Aplikasi asap cair dengan konsentrasi 50 mL/L terbukti meningkatkan diameter batang bibit papaya. Aplikasi asap cair dalam penyimpanan jagung sebagai penolak serangga hama penyimpanan biji jagung (*Sitophilus zeamais*), terbukti meningkatkan mortalitas serangga tersebut dan menurunkan jumlah biji jagung yang rusak (Rahmat *et al.*, 2014).

### 2.3.3. Sebagai Insektisida nabati bagi ulat grayak (*Spodoptera litura*)

Penelitian Rahmat *et al.* (2015) menunjukkan bahwa, pengrajin sandal kayu (kelom) dari bahan balok kayu mahoni menghasilkan limbah kayu sebesar 16,12% dari total balok diolah. Proses pirolisis selama 45 menit terhadap 1.000 g limbah kayu tersebut dihasilkan asap cair, bio-oil, tar, dan arang dengan kuantitas masing-masing 442,68 g, 36,5 g, 4,04g, dan 251 g.

**Tabel 2.** Efek asap cair limbah kayu mahoni terhadap *S. litura* pada 9 hari setelah inkubasi

Perlakuan Asap Cair	Mortalitas Larva (%)	Antifeedant (%)	Jumlah Larva Terkanibal
k <sub>0</sub> (0,0%)	00,0±0,00 a	13,72±0,76 a	1,00±0,00 a
k <sub>1</sub> (1,0%)	10,0±0,00 ab	18,34±1,28 ab	1,25±0,43 a
k <sub>2</sub> (1,5%)	15,0±8,66 bc	20,28±4,35 b	1,54±0,37 a
k <sub>3</sub> (2,0%)	17,5±8,29 c	20,10±4,33 b	1,74±0,46 a
k <sub>4</sub> (2,5%)	17,5±4,33 c	21,08±2,22 b	1,49±0,52 a
k <sub>5</sub> (3,0%)	17,5±4,33 c	21,30±1,63 b	1,31±0,54 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata menurut uji berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 5%.

Asap cair yang dihasilkan digunakan sebagai larvasida terhadap *Spodoptera litura* pada konsentrasi 1,5 hingga 3,0 %, ternyata memperlihatkan fungsi sebagai larvasida yang rendah, yaitu dengan nilai LC50 sebesar 12,82%, tapi memiliki kerja sebagai penolak makan (*antifeedant*) yang memadai.

### 2.3.4. Asap cair tempurung kelapa terhadap patogen busuk lunak *Rhizopus stolonifer* buah stroberi (Rahmat *et al.*, 2016)

Hasil pengamatan persentase buah yang terinfeksi pada 4 hari setelah inkubasi (HSI) menunjukkan adanya pengaruh dari kedua perlakuan, akan tetapi tidak menunjukkan adanya

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar "Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan". PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

interaksi. Persentase buah yang terinfeksi pada perlakuan tanpa asap cair tempurung kelapa menunjukkan persentase yang terbesar, yaitu sebesar 11,11% pada 4 HSI. Pemberian asap cair tempurung kelapa 2% sudah menunjukkan aktivitas yang positif dalam mengurangi jumlah buah yang terinfeksi, dengan persentase infeksi sebesar 0,28% pada 4 HSI.

**Tabel 3.** Pengaruh konsentrasi asap cair tempurung kelapa dan perlakuan terhadap persentase buah yang terinfeksi *Rhizopus stolonifer*.

Perlakuan		Persentase Buah yang Terinfeksi (%)			
		Waktu Inkubasi			
		4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI
Konsentrasi Asap cair	k <sub>0</sub> (0%)	11,11 b	13,89 b	25,00 a	55,56 b
	k <sub>1</sub> (2%)	0,28 a	5,56 ab	11,11 a	55,56 b
	k <sub>2</sub> (3%)	0,00 a	0,00 a	8,34 a	25,00 a
	k <sub>3</sub> (4%)	5,56 a	5,56 a	13,89 a	36,11 ab
	k <sub>4</sub> (5%)	2,78 a	2,78 a	11,11 a	27,78 ab
	k <sub>5</sub> (6%)	0,00 a	0,00 a	2,78 a	16,67 a
Perlakuan	p <sub>0</sub> (tidak dilukai)	0,93 A	0,93 A	5,56 A	29,63 A
	p <sub>1</sub> (dilukai)	5,65 B	8,33 B	18,52 B	42,59 B

Keterangan : Data yang dianalisis adalah data hasil transformasi  $\sqrt{x + 0,5}$ , dan angka-angka yang ditandai huruf yang sama pada setiap waktu inkubasi tidak berbeda menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Persentase terkecil terjadi pada perlakuan k<sub>2</sub> dan k<sub>5</sub> yaitu sebesar 0%. Hasil tersebut menunjukkan adanya aktivitas antifungi dari asap cair tempurung kelapa. Aktivitas asap cair terhadap fungi *Rhizopus stolonifer* ini, diduga karena adanya peran senyawa fenol yang terkandung di dalam asap cair tersebut.

Hasil pengamatan pada 5 HSI menunjukkan adanya pengaruh kedua perlakuan yang diberikan, akan tetapi tidak menunjukkan adanya interaksi. Persentase terbesar masih sama seperti pada 4 HSI yaitu terjadi pada perlakuan tanpa asap cair tempurung kelapa, dan yang terendah terjadi pada perlakuan k<sub>2</sub> dan k<sub>5</sub>. Hasil berbeda terjadi pada konsentrasi 2% (k<sub>1</sub>), menunjukkan k<sub>1</sub> tidak berbeda dengan k<sub>0</sub>. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi 2% sudah tidak lagi efektif pada 5 HSI, dan pengaruh hanya terlihat pada konsentrasi 3%.

Penurunan kemampuan asap ini dimungkinkan karena sebagian senyawa aktif mengalami reaksi akibat adanya kontak dengan udara, dan penguapan. Selain itu, ada kemungkinan fungsi *Rhizopus stolonifer* dapat mentoleransi keberadaan fenol dalam konsentrasi yang relatif rendah, sehingga dapat tumbuh dengan cukup baik pada 5 HSI. Hal tersebut memperkuat dugaan bahwa

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar "Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan". PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

kemampuan daya hambat asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi rendah dapat mengalami penurunan seiring berjalanya waktu.

Hasil pengamatan persentase buah terinfeksi pada 6 HSI menunjukkan hasil yang berbeda dengan hasil pengamatan sebelumnya. Hal ini dimungkinkan karena adanya penurunan kemampuan daya hambat dari asap cair. Kemungkinan lain yang terjadi adalah adanya faktor fisiologis tumbuhan yang berubah karena terjadinya perubahan kematangan buah. Selain itu, faktor infeksi patogen lain pun diduga dapat memberikan pengaruh terhadap ketidak efektifan dari asap cair. Dimungkinkan infeksi fungi lain akan mempengaruhi perkembangan fungi uji, sehingga akan mempengaruhi data yang diambil.

Walaupun bila melihat persentase terbesarnya masih terjadi pada perlakuan  $k_0$  dengan persentase sebesar 25%, dan terendah pada  $k_5$  yaitu sebesar 2,78%. Hal ini menunjukkan bahwa potensi daya hambat dari asap cair masih ada, dan hal terlihat pada pengamatan 7 HIS.

#### 2.3.5. Asap cair cangkang kelapa muda (ACKM) sebagai fungisida nabati bagi *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp (Rahmat dan Setiawan, 2019)

**Tabel 4.** Efek konsentrasi ACKM terhadap penghambatan miselium *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp

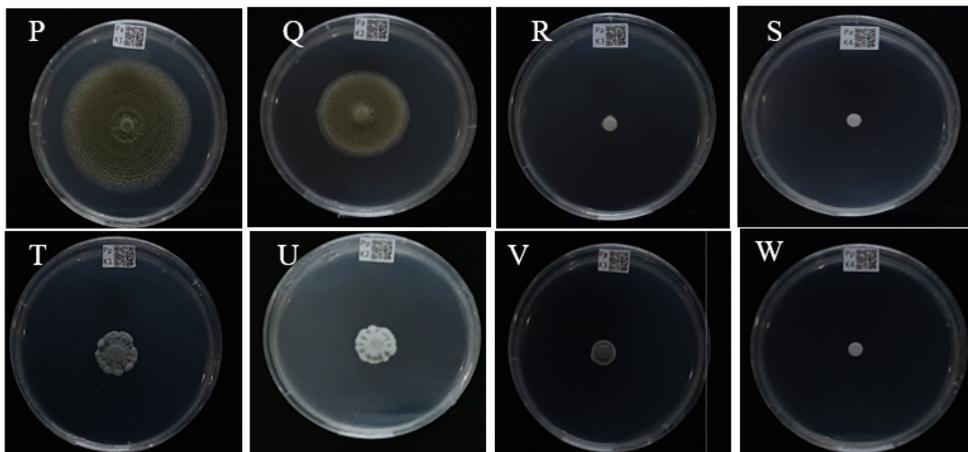
Patogen	Perlakuan	Luas miselium pada hari setelah inkubasi		
	Konsentrasi ANKM	2	4	6
<i>Aspergillus</i> sp	0% (P)	2,44 a	3,60 a	5,54 a
	1% (Q)	0,85 b	2,51 b	3,56 b
	2% (R)	0,67 f	0,00 f	0,05 f
	3% (S)	0,30 f	0,00 f	0,00 f
<i>Penicillium</i> sp	0% (T)	0,00 c	1,10 c	1,44 c
	1% (U)	0,00 d	0,80 d	1,21 d
	2% (W)	0,00 f	0,18 e	0,63 e
	3% (Y)	0,00 f	0,00 f	0,00 f

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata menurut uji berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 5%.

Seperti terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 1 efek penghambatan ACKM terhadap pertumbuhan miselium kedua fungi tersebut meningkat seiring naiknya konsentrasi, kecuali konsentrasi 2 dan 3% ACKM terhadap *Aspergillus*. Hal ini memberikan harapan bahwa, ACKM dapat dikembangkan menjadi fungisida untuk pengendalian patogen biji-bijian di penyimpanan. Sebagaimana dilaporkan Rahmat *et al.* (2016) bahwa asap tempurung kelapa efektif terhadap

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

pengendalian pengendalian busuk basah buah stroberi yang disebabkan oleh *Rhizopus stolonifer*.



**Gambar 1.** Hasil uji *in vitro* pertumbuhan *Asepergillus* sp (P sampai S) dan *Penicillium* sp (T hingga W) pada media agar pada variasi konsentrasi asap cair cangkang kelapa muda.

### 2.3.6. Asap cair serutan kayu jati sebagai moluskisida nabati bagi keong mas (*Pomacea canaliculata*)

Percobaan efektivitas asap cair serutan kayu jati (ASKJ) terhadap hama padi keong mas (*P. canaliculata*). Perlakuan konsentrasi asap cair 0, 5, 10, dan 15 % diaplikasikan dengan metode *bioassay* dengan teknik celup terhadap daun talas segar sebagai pakan. Hasilnya dilaporkan bahwa, perlakuan konsentrasi asap cair konsentrasi 15 % menunjukkan aksi moluskisida (Rahmat *et al.*, 2019).

**Tabel 5.** Efek asap cair serutan kayu jati sebagai moluskisida nabati bagi keong mas (*P. canaliculata*)

Konsentrasi Asap Cair	Mortalitas (%)	Penurunan Pakan (g)	Peningkatan Bobot Keong (g)
A (kontrol)	0,00 ± 0,0000 <sup>a</sup>	19,15 ± 0,1015 <sup>b</sup>	0,00 ± 0,0000 <sup>a</sup>
B (5 %)	0,00 ± 0,0000 <sup>a</sup>	18,70 ± 0,1385 <sup>b</sup>	0,48 ± 0,0360 <sup>a</sup>
C (10 %)	6,67 ± 0,0693 <sup>a</sup>	15,49 ± 0,1385 <sup>b</sup>	0,59 ± 0,0360 <sup>a</sup>
D (15 %)	35,00 ± 2,6458 <sup>b</sup>	8,09 ± 0,1479 <sup>a</sup>	6,82 ± 0,1217 <sup>b</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata menurut uji berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 5%.

Kematian *P. canaliculata* tertinggi dicapai pada perlakuan ASKJ dengan konsentrasi 15% yang berbeda dengan semua perlakuan lainnya. Selain perlakuan ASKJ 15%, semua perlakuan tidak berbeda dengan kontrol, dan semua perlakuan tidak berbeda mortalitasnya. Semua

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

perlakuan kecuali perlakuan ASKJ dengan konsentrasi 15% tidak memberikan perbedaan penurunan bobot pakan dibandingkan kontrol. Perlakuan konsentrasi ASKJ 15% memberikan pengaruh penurunan bobot pakan yang berbeda dengan semua perlakuan lainnya.

Penurunan bobot keong tertinggi terjadi pada perlakuan ASKJ konsentrasi 15% yang berbeda dengan semua perlakuan lainnya. Selain perlakuan ASKJ 15%, semua perlakuan tidak berbeda dengan kontrol dan tidak memberikan perbedaan penurunan bobot *P. canaliculata*.

### 2.3.7. Asap cair serutan kayu jati (ASKJ) sebagai fungisida nabati bagi *Sclerotium rolfsii*

Studi untuk menghasilkan ASKJ dan untuk mengetahui efektivitas sebagai antifungi pada *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit rebah bibit (*damping off*) kedelai. Hasil percobaan menunjukkan bahwa, pada uji *in vivo* menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asap cair 1 sampai 2,5% memberikan indeks antifungi sebesar 100%. Sedangkan pada uji *in vivo* pada buah jeruk, perlakuan konsentrasi asap cair efektif terhadap penghambatan pertumbuhan koloni fungi, penekanan kejadian penyakit, dan penekanan perluasan infeksi (Rahmat *et al.*, 2020).

Hasil pengukuran aksi fungisida seperti dapat dilihat pada Tabel 6, ternyata pertumbuhan maksimum *S. rolfsii* pada media PDA berada pada kisaran 4 dan 7 HSI. Selanjutnya pengukuran laju aksi fungisida perlakuan asap cair hanya dilakukan selama empat hari.

**Tabel 6.** Efek ASKJ terhadap indeks antijamur patogen *Sclerotium rolfsii*

Konsentrasi	Indeks Antijamur (%)			
	1 HSI	2 HSI	3 HSI	4 HSI
0,5%	100	73,469	66,667	46,389
1%	100	100	100	100
1,5%	100	100	100	100
2%	100	100	100	100
2,5%	100	100	100	100

Tabel 7 menunjukkan bahwa sejak 1 HSA terdapat perbedaan kejadian penyakit antara kontrol dan semua perlakuan konsentrasi asap cair. Kejadian pada kontrol 70,36%, sedangkan pada semua perlakuan konsentrasi asap cair mampu bertahan 0%. Hal ini menunjukkan bahwa pada asap cair terdapat aktivitas anti jamur dan dapat menekan pertumbuhan *S. rolfsii*.

Tidak ada kejadian penyakit sejak 1 hari setelah aplikasi pada semua perlakuan asap cair, karena senyawa aktif dalam asap cair berada pada tingkat intoleransi terhadap kehidupan jamur. Pada 2 HSA mulai terlihat perbedaan kejadian penyakit yaitu penurunan kejadian dengan bertambahnya konsentrasi fenol dan asam organik dalam larutan asap cair.

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

**Tabel 7.** Efek asap cair serutan kayu jati terhadap persentasi kejadian paenyakit pada patogen rebah bibit

Konsentrasi asap cair	Persentase Kejadian Penyakit pada							
	1 HSA		2 HSA		3 HSA		4 HSA	
Akuades	70,36	a	100,00	a	100,00	a	c	a
AK1 (1%)	0,00	b	32,50	b	42,50	b	47,50	b
AK2 (2%)	0,00	b	9,17	c	21,67	c	32,50	b
AK3 (3%)	0,00	b	4,17	c	16,07	c	25,24	bc
AK4 (4%)	0,00	b	3,57	c	10,71	c	10,71	cd
AK5 (5%)	0,00	b	0,00	c	0,00	d	4,17	d
AK6 (6%)	0,00	b	0,00	c	0,00	d	3,57	d

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata menurut uji berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 5%.  
HSA : hari setelah aplikasi

Fakta tersebut di atas menunjukkan bahwa asap cair paling efektif sebagai antijamur dalam mempengaruhi tingkat kejadian penyakit akibat *S. rolfsii* pada konsentrasi 4 sampai 6%. Pada konsentrasi tersebut, jumlah senyawa fenolik diduga mampu menghambat perkembangan jamur. Perbedaan konsentrasi asap cair yang diberikan menyebabkan perbedaan jumlah senyawa yang ada dalam asap cair. Semakin tinggi konsentrasi asap cair, semakin tinggi aktivitas antijamurnya. Dengan demikian penelitian yang melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair yang diterapkan mampu menurunkan persentase stroberi yang terinfeksi cendawan *Rhizopus stolonifer* (Setiawan, 2015). Selanjutnya penelitian lain melaporkan bahwa pada konsentrasi 5% asap cair tempurung kelapa mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dan *Colletotrichum gloeosporioides* (Aisyah *et al.*, 2013).

Peran senyawa fenol dan turunannya dikaitkan dengan gangguan integritas dan permeabilitas membran sel jamur yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada dinding dan membran sel. Pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) mengenai pengaruh eugenol terhadap *Zygosaccharomyces rouxii* dengan hasil menunjukkan bahwa eugenol pada konsentrasi hambat minimum (0,4 l/ml) mampu menyebabkan permukaan sel menyusut, sekaligus meningkatkan ke konsentrasi fungisida minimum (0,8 l/ml) menyebabkan kerusakan sel dan adanya permukaan sel yang sobek (Cai *et al.*, 2019).

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

## KESIMPULAN

Konversi limbah pertanian dengan proses pirolisis dapat mengurangi sampah perkotaan dan industri pertanian menjadi bahan yang bermanfaat, seperti: pestisida nabati, zat pengatur tumbuh, ter, arang, dan biooil.

Pirolisis limbah pertanian, yaitu cangkang kelapa muda dengan kuantitas 1.000 dihasilkan komposisi produk asap cair, ter, dan arang masing-masing adalah 325 mL, 53 mL, dan 302 g.

Ternyata asap cair memiliki efek pada berbagai organisme sasaran yang bervariasi, yaitu : (i) meningkatkan diameter batang bibit pepaya, yang bekerja sebagai zat pengatur tumbuh; (ii) bekerja sebagai penolak serangga bagi *Sitophilus zeamais* pada penyimpanan biji jagung; (iii) berfungsi sebagai larvasida yang rendah bagi ulat grayak (*Spodoptera litura*), tapi memiliki kerja sebagai penolak makan (*antifeedant*) yang memadai; (iv) Pemberian asap cair tempurung kelapa 2% menunjukkan aktivitas mengurangi jumlah buah stoberi yang terinfeksi busuk lunak (*Rhizopus stolonifer*); (v) efek penghambatan terhadap pertumbuhan hifa *Penicillium sp.* meningkat seiring naiknya konsentrasi; (vi) memiliki efek moluskisida terhadap keong mas (*Pomacea canaliculata*); dan (vii) terhadap patogen rebah bibit kedelai (*Sclerotium rolfsii*) pada uji *in vivo* menunjukkan perlakuan konsentrasi asap cair 1 sampai 2,5% memberikan indeks antifungi sebesar 100%. Sedangkan pada uji *in vivo* pada buah, perlakuan konsentrasinya efektif terhadap penghambatan pertumbuhan koloni fungi, penekanan kejadian penyakit, dan penekanan perluasan infeksi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis sangat berterima kasih atas dukungan Direktorat Riset dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Pendidikan Tinggi Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi RI pada Perjanjian Hibah Penelitian Dasar No.209/SP2H/LT/DRPM/2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, I., Juli, N. dan G. Pari, G., 2013. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung kelapa untuk Mengendalikan Jamur Penyebab Penyakit Antraknosa dan Layu *Fusarium* pada mentimun, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(2): 170-178..
- Asmawit dan Hidayati, 2016. Karakteristik Destilat Asap Cair dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Proses Redistilasi. *Majalah BIAM*, 12 (2):8-14.
- Bridgwater, A.V., 2005. Biomass Fast Pyrolysis. *Thermal Science*, 8(2): 21-49
- Burnette, R., 2010, An Introduction to Wood Vinegar, *ECHO Asia Regional Office*.
- Cai, R., Hu, M., Zhang, Y., Niu, C., Yue, T., Yuan, Y. and Wang, Z., 2019. *Antifungal activity and mechanism of citral, limonene and eugenol against Zygosaccharomyces rouxii*" *LWT-Food Science and Technology*.
- Hanandito, L., Willy, L., Anggoro, D., 2011. Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa dari Sisa Bahan bakar pengasapan Ikan. Tersedia di [http://eprints.undip.ac.id/36696/1/3.Artikel\\_Ilmiyah.pdf](http://eprints.undip.ac.id/36696/1/3.Artikel_Ilmiyah.pdf). Diakses 20 April 2017.

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar "Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan". PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

- Isa, I.; Lukum, H., Arif, I.H., 2012. *Briket Arang dan Arang Aktif dari Limbah Tongkol Jagung*. Laporan Penelitian Tersedia di : <file:///D:/Downloads/Briket-Arang-Dan-Arang-Aktif-Dari-Limbah-Tongkol-Jagung.pdf>. Diakses 02 April 2017.
- Geberding, T. 2002. *Toxicological Profile for Wood Creosote, Coal Tar Creosote, Coal Tar, Coal Tar Pitch Volatiles*. US Dept. of Health and Human Service. 1600 Clifton Road NE, E-29. Atlanta, Georgia 30333
- Komarayati, S., Gusmailina, dan Pari, G., 2011. Produksi Cuka Kayu Hasil Modifikasi Tungku Arang Terpadu. *J. Penelitian Hasil Hutan*, (5):1-4.
- Muin, M., Arif, A., Syahidah, 2014. *Deteriorasi dan Perbaikan Sifat Kayu*. Buku Laporan Kegiatan. Fak. Kehutanan Unhas. 146 hal. Tersedia di <https://unhas.ac.id/fahutan/index.php/id/buku-ajar.html> . Di akses 15 Maret 2017
- Patabang, D. (2012). Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perikat. *Jurnal Mekanisasi*, 3(2): 286-292
- Prodest, E., 2012, Methane gas: Its Role as Greenhouse Gas. Article on *Greenhouse Gasses Professional Development Workshop*, California, April 21, 2012: 23pp.
- Purwanto, D., 2011, Pembuatan Balok dan Papan dari Limbah Industri Kayu. *Jurnal Riset Industri* 5(1):13-20.
- Rahmat, B., Pangesti, D., Natawijaya, D., Suyadi, D., 2014 b, Generating Wood-waste Vinegar and Its Effectiveness as A Plant Growth Regulator and Insect Pest Repellent. *BioResources J.* 9(4):6350-6360.
- Rahmat, B., Fitri, K., Hartini, E., 2015. Mahogany Wood-waste Vinegar as Larvacide for *Spodoptera litura*. *BioResources Journal*, 10(4): 6741-6750.
- Rahmat, B., Natawijaya, D., Setiawan, W., 2016. *Efektivitas Cuka Kayu Tempurung Kelapa pada Pengendalian Patogen Busuk Lunak (Rhizopus stolonifer) pada Buah Stroberi*. Prosiding Semnas Hasil Penelitian Pertanian VI UGM, 368-372.
- Rahmat, B. dan Setiawan, W., 2019. Produksi dan Uji Efektivitas Asap Cair Nyumplung Kelapa Muda terhadap Patogen Biji Kedelai (*Aspergillus flavus* dan *Penicillium italicum*) *in Vitro*. Prosiding Semnas Hasil Penelitian Pertanian VI UGM, 368-372.
- Rahmat, B., Kurniati, F., Pajar, L., 2019. Effectiveness of Teak Wood-Sawdust Liquid Smoke and Areca-Nut Extract as a Pesticide on *Pomacea canaliculata*. *American Journal of Agricultural and Biological Science* 14(1): 69-74
- Rahmat, B., Hermawan, P., Natawijaya, D., Surahman, E., 2020. Production and Fungicidal Activity Assessment of Wood-waste Liquid Smoke; *International Journal of Research-Granthaalayah*, 8(10) : 285-291.
- SCCNFP , 2003. *Wood Tars and Wood Tars Preparations*. Opinion of Scientific Committee on Cosmetic Products and Non- Food products Intended for Consumer. Adopted by SCCNFP during 23th Plenary Meeting of 18 March 2003
- Setiawan, W., 2015. Pengaruh asap cair tempurung kelapa terhadap patogen busuk lunak (*Rhizopus stolonifer*) pada stroberi (*Fragaria ananassa*), Skripsi. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.
- Tiilikkala, K., Fagernäs, L., and Tiilikkala, J., 2010, History and Use of Wood Pyrolysis Liquids as Biocide and Plant Protection Product. *The Open Agriculture Journal*, 4 (-): 111-118.

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.

United Nations, "Kyoto Protocol to The United Nation Framework Convention on Climate Change". 1998. Acceced March 2015. Available at :  
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.

USDA, 2002. Importance Sustainable Agriculture. National Institute of Food and Agriculure.  
Diakses 29 Juli 2021. Tersedia di : <https://nifa.usda.gov/topic/sustainable-agriculture>

Yokoyama,S., 2008, The Asian Biomass Handbook, A Guide to The biomass Production and Utilization. *The Japan Institute of Energy*. 324 pp.

\* Makalah dipresentasikan pada Webinar "*Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan*". PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.



# WEBINAR

Prodi Magister Agroekoteknologi Pascasarjana Universitas Siliwangi dan PERAGI Komda Jawa Barat

## “Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Gulma dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan”



**SAMBUTAN**  
**Dr. H. Ade Komaludin, S.E., M.Sc.**  
 Direktur Program Pascasarjana Universitas Siliwangi



**MODERATOR**  
**Dr. Adam Saepudin, Ir., M.Si.**  
 Ketua Prodi Agroekoteknologi Program Pascasarjana Universitas Siliwangi



**NARASUMBER**  
**Prof. Dr. H. Budy Rahmat, Ir., M.P.**  
 Dosen Prodi Agroteknologi Wakil Rektor III Universitas Siliwangi  
*Konversi Limbah Pertanian Menjadi Produk Bermanfaat Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan.*



**Dr. Cecep Hidayat, Ir., M.P.**  
 UIN Sunan Gunung Jati PERAGI Komda JABAR.  
*Pemanfaatan bahan organik dan mikoriza dalam budidaya tanaman pada lahan pasca galian C.*

**Hari/ Tanggal : Selasa, 15 September 2020**  
**Pukul : 08.00-13.00 WIB**

**LIVE WEBINAR** **YouTube** **Free E-Sertifikat**



**Dr. Santi Rosniawaty, S.P., M.P.**  
 Universitas Padjadjaran PERAGI Komda JABAR.  
*Potensi Limbah Perkebunan untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan.*

**Contact person:**  
**082240460501 (Deri)**

**Pendaftaran:**  
**<http://gg.gg/PPS-PVS-MagisterAgroekoteknologi>**

*Berkelanjutan”. PERAGI Komda Jabar dan Pascasarjana UNSIL, 15 September 2020.*