

# Pengaruh Waktu Pirolisis Biomassa Limbah Pengolahan Kelapa Sawit Terhadap Ph Asap Cair

Egi Lestari<sup>a</sup>, Purwo Subekti<sup>b\*</sup>, Aprizal<sup>b</sup>, Yose Rizal<sup>b</sup>, Ahmad Fathoni<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian

<sup>b</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian

---

## INFO ARTIKEL

Histori artikel:  
Tersedia Online Oktober 2025

---

## ABSTRAK

Limbah kelapa sawit yang sangat besar baik limbah padat maupun limbah cair jika limbah diurus dengan salah, itu akan mencemari lingkungan. Teknologi alternatif yang dapat menjadi solusi bagi penanganan permasalahan limbah pabrik pengolahan kelapa sawit ialah dengan teknik pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan waktu dan hasil asap cair dari pirolisis limbah pabrik kelapa sawit serta pH yang dihasilkan. Metode eksperimental digunakan dengan pengujian kontinyu dan pembukaan reaktor. Hasil menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengujian, semakin tinggi volume asap cair yang dihasilkan: TKKS (120 menit) 112 mL, POME (15 menit) 188 mL, serabut (120 menit) 96 mL, dan cangkang (180 menit) 115 mL. Nilai pH dari asap cair TKKS adalah 3.01, POME 3.11, serat 3.00, dan cangkang 3.02.

**Kata kunci:** Pirolisis, tandan kosong kelapa sawit, cangkang, serat, POME

---

## E – MAIL

[lestariegi515@gmail.com](mailto:lestariegi515@gmail.com)  
[purwos73@gmail.com](mailto:purwos73@gmail.com)  
[ijalupp@upp.ac.id](mailto:ijalupp@upp.ac.id)  
[yose\\_punya@yahoo.com](mailto:yose_punya@yahoo.com)  
[ahmadfathoniupp@gmail.com](mailto:ahmadfathoniupp@gmail.com)

---

## ABSTRACT

*Palm oil waste is very large, both solid and liquid waste, if the waste is managed incorrectly, it will pollute the environment. Alternative technology that can be a solution to handling the problem of solid palm oil waste is the pyrolysis technique. This study aims to compare the time and results of liquid smoke from palm oil mill waste and the pH produced. The experimental method is used with continuous testing and opening the reactor. The results show that the longer the test time, the higher the volume of liquid smoke produced: EFB (120 minutes) 112 mL, POME (15 minutes) 188 mL, fiber (120 minutes) 96 mL, and shell (180 minutes) 115 mL. The pH value of EFB liquid smoke is 3.01, POME 3.11, fiber 3.00, and shell 3.02.*

**Kata kunci:** Pyrolysis, empty oil palm bunches, shells, fibers, and POME.

---

## I. PENDAHULUAN

Limbah kelapa sawit yang sangat besar baik limbah padat maupun limbah cair jika limbah diurus dengan salah, itu akan mencemari lingkungan. Akan mempengaruhi kualitas lingkungan, air, udara maupun tanah [1]. Presentase limbah kelapa sawit sebagai limbah biomassa produk pengolahan kelapa sawit yang cukup besar dapat dijadikan alternatif sumber energi terbarukan dan untuk menjaga kelestarian lingkungan di Indonesia [2].

Teknologi alternatif yang dapat menjadi solusi bagi penanganan permasalahan limbah padat kelapa

sawit dengan teknik pirolisis. Pirolisis merupakan proses pemanasan tanpa kehadiran oksigen yang mendegradasi suatu biomassa menjadi arang, tar dan gas. Dengan teknik pirolisis limbah padat kelapa sawit dapat diolah secara cepat menghasilkan produk berupa arang dan asap. Asap yang dikeluarkan dapat dicairkan menjadi destilasi (asap cair) dengan menggunakan kondensor sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan [3] [4]. Bermanfaat memberikan solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari limbah kelapa sawit dengan

memanfaatkannya sebagai bahan baku untuk produksi asap cair melalui proses pirolisis

Menurut penelitian [5] dalam performansi mesin otto yang menggunakan bahan bakar biogas dari limbah cair sawit dari hasil pengujian dan perhitungan diperoleh bahwa terdapat penurunan daya dan efisiensi termal serta peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik saat mesin menggunakan bahan bakar biogas berkisar 7% - 9%. Namun untuk emisi gas buang yang dihasilkan terjadi pengurangan kadar CO yang cukup signifikan saat mesin otto menggunakan bahan bakar biogas POME.

Berdasarkan penelitian terdahulu [6][7] pengolahan limbah biomassa tandan kosong kelapa sawit secara pirolisis menghasilkan produk asap cair. Pemanfaatan asap cair limbah tandan kosong kelapa sawit menjadi pestisida nabati memberikan keuntungan ganda yaitu pemanfaatan limbah dan alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian terdahulu [8] Pengolahan limbah biomassa cangkang secara pirolisis menghasilkan produk asap cair yang dapat digunakan sebagai bahan penggumpal lateks. Pada kisaran suhu 300 - 400 °C, pH yang dihasilkan sebesar 2,8, kadar asam asetat sebesar 50,54 % dan fenol sebesar 32,59 %. Kelebihan asap cair dibandingkan asam formiat sebagai penggumpal lateks adalah asap cair mengandung senyawa asam asetat, senyawa fenol serta senyawa lainnya yang berpengaruh terhadap pH dan anti bakteri serta ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian terdahulu [9] dalam penelitiannya bahwa pemakaian sabut kelapa sawit dapat digunakan sebagai mediator pertumbuhan mikrobiologi, dimana mikrobiologi yang sangat berperan aktif dalam penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah kelapa sawit adalah bakteri hidrolis. Dalam pemanfaatan serat sabut kelapa sawit sebagai bahan pengolah limbah cair manusawai juga

menyebutkan bahwa pemakaian serat kelapa sawit dapat digunakan sebagai mediator pertumbuhan mikrobiologi, dimana mikrobiologi yang sangat berperan aktif dalam penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah kelapa sawit.

Berdasarkan penelitian terdahulu asap cair memiliki beragam manfaat sesuai grade nya. Asap cair grade 3 diorientasikan untuk pengawetan karet, pengganti asam semut, penyamakan kulit, menghilangkan jamur dan mengurangi bakteri patogen yang terdapat di kolam ikan. Asap cair grade 2 dapat digunakan sebagai pengawetan bahan makanan mentah seperti daging, termasuk daging unggas dan ikan [10].

Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui perbandingan waktu terhadap jumlah asap cair yang dihasilkan dan nilai pH dari pirolisis limbah pabrik pengolahan kelapa sawit. Selain itu, mengetahui nilai pH.

## II. MATERIAL DAN METODE

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan diantaranya sensor *thermocouple*, *thermocouple* keramik, data *logger*, gelas ukur, *stopwatch*, botol plastik, timbangan digital, pH meter. Sedangkan bahan yang digunakan diantaranya gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), tandan kosong kelapa sawit, cangkang, serat, palm oil mill effluent (POME).

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dimana limbah kelapa sawit diuji dengan rencana yang telah direncanakan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasir Pangaraian dengan cara menguji alat pirolisis dengan kapasitas limbah pengolahan kelapa sawit 0,250 kg dengan waktu pengujian 5 menit, 10 menit, 15 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 180 menit dan dengan suhu 500 °C.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pirolisis biomassa limbah pabrik pengolahan kelapa sawit adalah : untuk proses pengujian pirolisis dengan 3 kali variasi waktu. Pengujiannya di lakukan dengan cara kontinyu, dan ada pembukaan reaktor untuk mengeluarkan sisa limbah sebelum memulai kepengujian selanjutnya, dan temperatur reaktor tidak di kembalikan pada temperatur awal. Melakukan proses penimbangan pada gas LPG yang akan digunakan sebelum dan sesudah pengujian. Limbah yang basah seperti tandan kosong, serat, dan cangkang dikeringkan untuk mengurangi kadar air, yang dapat mempengaruhi efisiensi pirolisis. Limbah tandan kosong dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil. Menimbang jumlah limbah biomassa kelapa sawit yang akan di pirolisis. Menyalakan api untuk memanaskan reactor. Mengendalikan stabilitas untuk memanaskan reactor. Memulai pengambilan data pada komputer.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian dapat di lihat pada **Tabel 3.1**. Hasil dari pengujian dengan suhu 500 °C dengan massa bahan baku 0,250 kg, dengan waktu yang bervariasi sebanyak 3 kali di setiap bahan bakunya. Untuk TKKS dan serat dilakukan 3 kali pengujian dengan waktu yang berbeda yaitu : 120 menit menghasilkan asap cair 188 mL, 90 menit menghasilkan asap cair 48 mL, dan 60 menit menghasilkan asap cair 41 mL. Untuk POME dilakukan 3 kali pengujian dengan waktu yang berbeda yaitu : 15 menit menghasilkan asap cair 188 mL, 10 menit menghasilkan asap cair 101 mL, dan 5 menit menghasilkan asap cair 27 mL. Begitu juga pada cangkang dilakukan 3 kali pengujian dengan waktu yang berbeda yaitu : 180 menit menghasilkan asap cair 115 mL, 120 menit menghasilkan asap cair 101, dan 60 menit menghasilkan asap cair 93.

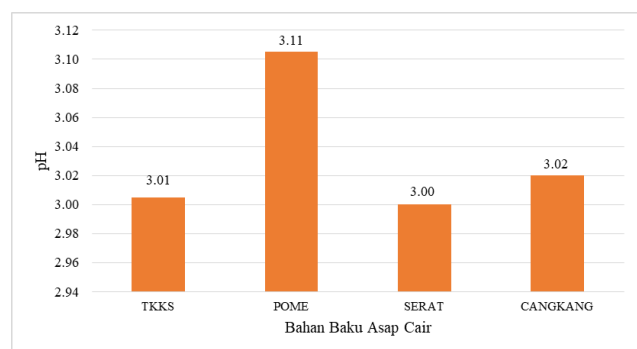
**Tabel 3.1** Hasil Pengujian Pirolisis Limbah Pengolahan Kelapa Sawit

Bahan Baku	Temperatur (C°)	Waktu (menit)	Jumlah Asap Cair (mL)			
			K1	K2	K3	Jumlah
TKKS	500	120	90	22	0	112
TKKS	500	90	48	0	0	48
TKKS	500	60	41	0	0	41
POME	500	15	97	50	41	188
POME	500	10	61	40	0	101
POME	500	5	27	0	0	27
SERAT	500	120	96	0	0	96
SERAT	500	90	69	0	0	69
SERAT	500	60	67	0	0	67
CANGKANG	500	180	95	20	0	115
CANGKANG	500	120	74	27	0	101
CANGKANG	500	60	75	18	0	93

Berdasarkan hasil pengujian pH seperti terlihat pada **Gambar 3.2** untuk hasil limbah dari TKKS nilai pH 3.01, untuk limbah dari POME nilai pH 3.11, kemudian untuk limbah dari serat nilai pH 3.00, dan untuk pH dari limbah cangkang nilainya 3.02. Hasil pengujian pH tersebut di lakukan pada bahan baku asap cair terbanyak dari masing-masing biomassa limbah kelapa sawit.

Selain itu, pengujian pH terhadap asap cair dari limbah cangkang dan serat, hal tersebut dilakukan karena kedua limbah tersebut menghasilkan asap cair yang mencukupi volume untuk pengujian Ph. Hasil dari asap cair cangkang dengan waktu 60 menit nilai pH 3.02, untuk waktu 120 menit nilai pH 3.03, dan untuk waktu 180 menit nilai pH 3.04. Sedangkan untuk hasil pengujian pH limbah dari serat dengan waktu 60 menit nilai pH 3.00, untuk waktu 90 menit nilai pH 3.06, dan untuk waktu 120 menit nilai pH 3.13. Dari hasil pengujian semakin lama waktu pengujian pirolisis nilai pH asap cair yang

dihasilkan semakin kecil dan keasamannya meningkat. Sedangkan asap cair dari limbah TKKS dan pome tidak mencukupi volume alat pengujian pH.



**Gambar 3.2** Hasil Pengujian pH Asap Cair Limbah Pengolahan Kelapa Sawit

#### IV. KESIMPULAN

Peroses pirolisis limbah pabrik pengolahan kelapa sawit TKKS dengan waktu 120 menit menghasilkan asap cair tertinggi 112 ML, untuk POME dengan waktu 15 menit menghasilkan asap cair tertinggi 188 mL, kemudian serat dengan waktu 120 menit menghasilkan asap cair tertinggi 96 mL, dan pirolisis cangkang dengan waktu 180 menit menghasilkan asap cair tertinggi 115 mL. Sedangkan untuk hasil pengujian pH asap cair dari limbah dari TKKS nilainya 3.01, untuk limbah dari POME nilai pH 3.11, kemudian untuk limbah dari serat nilai pH 3.00, dan untuk pH dari limbah cangkang nilainya 3.02.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini, Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian, Bapak Firmansyah, S.T Selaku Teknisi Labor Teknik Mesin, kepada rekan-rekan teknik mesin seperjuangan yang telah membantu dan memberikan arahan serta saran sehingga tersusunlah artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Alamin, "Pengelolaan Limbah Pabrik Kelapa Sawit PT. Bumi Daya Agrotamas Ditinjau Menurut UU NO. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," no. 32, 2022.  
<https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/25154/>
- [2] D. F. Nury, M. Z. Luthfi, and S. Zullaikah, "Pengaruh Kondisi Temperatur Pirolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Komposisi Produk Tar," vol. 3, no. 1, pp. 22–27, 2022.  
<http://reactor.poltekatipdg.ac.id/index.php/reactor/article/view/47>
- [3] A. G. Haji, "Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit," vol. 9, no. 3, 2020.  
<https://jurnal.usk.ac.id/RKL/article/view/779>
- [4] N. Rusli, "Karakteristik Produk Pirolisis Limbah Cangkang Kelapa Sawit," 2022.  
<https://repository.unilak.ac.id/3903/>
- [5] J. Arjuna, T. B. Sitorus, M. Hazwi, and A. Sitio, "Performansi mesin otto yang menggunakan bahan bakar biogas dari limbah cair sawit," vol. 10, no. 1, pp. 17–22, 2017.  
<https://www.academia.edu/download/83935158/22534.pdf>
- [6] S. Utami and S. Siregar, "Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit menjadi pestisida nabati dengan metode pirolisis," vol. 6, no. 6, pp. 7–11, 2022.  
<https://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm/article/view/11403>
- [7] Y. P. Sari, S. Samharinto, and B. F. Langai, "Penggunaan Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Perusak Daun Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)," *EnviroScientiae*, vol. 14, no. 3, p. 272, 2018, doi: 10.20527/es.v14i3.5699.  
<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/article/view/5699>
- [8] A. Priatni, Y. Adiningsih, B. Riset, D. Standardisasi, and I. Samarinda, "Pengaruh berbagai suhu pirolisis asap cair dari cangkang sawit sebagai bahan penggumpal lateks the effect of various pyrolysis temperature of liquid smoke from palm shells as latex coagulant," vol. 12, no. 2, pp. 139–149, 2018.  
[https://www.academia.edu/download/68579825/pdf\\_28.pdf](https://www.academia.edu/download/68579825/pdf_28.pdf)

- [9] A. Haryanti, N. Norsamsi, P. S. Fanny Sholiha, and N. P. Putri, “Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit,” *Konversi*, vol. 3, no. 2, p. 20, 2014, doi: 10.20527/k.v3i2.161. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/konversi/article/view/161>
- [10] S. Maulina, “Pengaruh Suhu , Waktu , Dan Kadar Air Bahan Baku Terhadap Pirolisis Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Effect of Temperature , Time , and Water Content of Raw Material on the Pyrolysis of Palm Midrib Powder,” *J. Tek. Kim.*, vol. 6, no. 2, pp. 35–40, 2017. <https://core.ac.uk/download/pdf/270239355.pdf>