

PEMBINAAN PENGOLAHAN POTENSI LIMBAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ASAP CAIR SEBAGAI DISINFECTAN DI DESA SAKATIGA

B.D. Afrah^{1*}, M.I. Riady², T.I. Sari¹, F. Hadiah¹, Novia¹, D. Santoso², J. Yanto², M. Z. Nugraha¹, K. R. Alwiono¹, J. P. Arsadha¹, R. Rimadhina¹, I. H. Enggar¹, J. Utami¹, S. I. Pratiwi¹, dan M.A.A. Fathan¹

¹ Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: bazlina.afrah@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi pohon kelapa yang sangat melimpah. Persebaran perkebunan kelapa di pulau Sumatera terbilang tinggi menurut data ILO-PCdP2 UNDP yaitu dengan areal 1,2 juta hektar. Melimpahnya jumlah pohon kelapa tersebut berkorelasi dengan banyaknya limbah tempurung kelapa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa di Desa Sakatiga hanya sebatas untuk bahan bakar arang sementara limbah tempurung kelapa memiliki potensi untuk diolah menjadi asap cair untuk disinfektan. Tahapan pertama kegiatan adalah preparasi bahan baku berupa limbah tempurung kelapa yang dilakukan oleh mahasiswa dengan bantuan masyarakat. Kegiatan dilanjutkan dengan proses pembakaran tempurung kelapa dalam reaktor pirolisis menghasilkan asap yang dikondensasi oleh radiator untuk menghasilkan asap cair. Asap cair yang diperoleh dimurnikan untuk mendapatkan asap cair *grade 1* pada suhu 100°C dan *grade 2* pada suhu 110°C. Selanjutnya sosialisasi dilakukan untuk menjelaskan pengolahan limbah tempurung kelapa secara teori dengan kehadiran ±25 masyarakat. Masyarakat yang datang diharapkan dapat menjadi penggerak dan pelaksana pengolahan limbah tempurung kelapa menggunakan rangkaian alat pirolisis secara mandiri. Produk asap cair yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai disinfektan *indoor* dan *outdoor* oleh masyarakat desa.

Kata Kunci: Limbah Tempurung Kelapa, Pirolisis, Asap Cair, Disinfektan

ABSTRACT: Indonesia is an archipelagic country that has abundant potential for coconut trees. The distribution of coconut plantations on the island of Sumatra is fairly high according to ILO-PCdP2 UNDP data, with an area of 1.2 million hectares. The abundance of coconut trees is correlated with the amount of coconut shell waste that has not been used optimally. Utilization of coconut shell waste in Sakatiga Village is only limited to charcoal fuel while coconut shell waste has the potential to be processed into liquid smoke for disinfectant. The first stage of the activity is the preparation of raw materials in the form of coconut shell waste carried out by students with the help of the community. The activity continued with the process of burning coconut shells in a pyrolysis reactor to produce smoke which was condensed by the radiator to produce liquid smoke. The liquid smoke obtained was purified to obtain grade 1 liquid smoke at 100°C and grade 2 at 110°C. Furthermore, socialization was carried out to explain the theoretical processing of coconut shell waste with the presence of ±25 people. The people who come are expected to be the movers and implementers of coconut shell waste processing using a series of pyrolysis tools independently. The resulting liquid smoke products can be used as indoor and outdoor disinfectants by the village community.

Key Words: Coconut Shell Waste, Pyrolysis, Liquid Smoke, Disinfectant

PENDAHULUAN

Wabah virus COVID-19 masih menjadi masalah yang menimbulkan kekhawatiran masyarakat Indonesia dalam segala aspek terutama aktivitas sehari-hari. Era *new normal* kini menjadi titik balik untuk mengubah

kebiasaan masyarakat agar lebih mengedepankan keamanan, kesehatan, dan kebersihan. Salah satu budaya yang mulai ditumbuhkan di antara masyarakat adalah kebiasaan untuk senantiasa membawa disinfektan sebagai upaya sanitasi. Hal ini menyebabkan peningkatan kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap ketersediaan

disinfektan. Pada praktiknya, distribusi disinfektan masih terbatas bahkan masih sangat sedikit menyentuh masyarakat pedesaan khususnya Desa Sakatiga, Kecamatan Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan.

Desa Sakatiga memiliki luas daerah sekitar 220 ha dengan jumlah dusun sebanyak 8 dusun. Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala desa, jumlah penduduk Desa Sakatiga sebanyak 3.500 jiwa yang terdiri dari 1.700 kepala keluarga dengan mayoritas pekerjaan sebagai pedagang, guru dan petani perkebunan. Hasil wawancara dan survei lapangan yang dilakukan oleh anggota tim disimpulkan bahwa salah satu potensi desa yang dapat menjadi peluang dan sumber ekonomi masyarakat adalah potensi pohon kelapa yang dapat dijumpai setiap 50 m.

Dalam memenuhi kebutuhan pangan dan ekonomi masyarakat Desa Sakatiga sangat sering mengonsumsi buah kelapa dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Sampai saat ini masih banyak limbah tempurung kelapa yang belum dioptimalkan dengan baik selain sebagai bahan bakar seperti arang. Seharusnya limbah ini dapat dioptimalkan lebih baik dengan mengolahnya menjadi bahan baku pembuatan disinfektan untuk pemenuhan kebutuhan sanitasi masyarakat pada masa pandemi COVID-19 ini.

Pengabdian masyarakat di Desa Sakatiga mengambil topik pengolahan potensi limbah tempurung kelapa menjadi asap cair sebagai disinfektan. Pengoptimalan limbah tempurung kelapa menjadi disinfektan didasarkan pada unsur penyusunnya yaitu kandungan selulosa 34%, hemiselulosa 21%, dan lignin 27% yang nantinya akan diproses melalui proses pirolisis untuk mendapatkan produk asap cair (Rasi et al., 2017).

Asap cair yang dihasilkan akan dilanjutkan dimurnikan dalam proses distilasi yang bertujuan untuk memisahkan asap cair dari residu pengotornya termasuk senyawa PAH seperti tar dan *benzo(a)pyren* (Retnowati, 2007). Adanya kadar fenol dan kadar asam pada asap cair dapat menghambat pertumbuhan mikroba, sehingga bersifat antimikroba dan antioksidan yang bisa dijadikan antiseptik (disinfektan) (Erlytasari, 2019). Semakin tinggi kadar fenol dan asam pada asap cair, maka kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme akan semakin baik (Noor et al., 2014).

Sumatera Selatan menjadi salah satu pulau dengan tingkat produksi kelapa yang tinggi yakni 55,40 ribu ton pada tahun 2020 (BPS, 2020). Menurut Harsono (2018), dalam 58,3 kg buah kelapa akan menghasilkan limbah tempurung kelapa sebesar 19,3 kg atau 33% dari buah. Berdasarkan pernyataan tersebut, pada tahun 2020 diperkirakan Provinsi Sumatera Selatan akan menghasilkan limbah tempurung kelapa sebesar 18,282 ribu ton. Jika tidak dikelola lebih lanjut, limbah tersebut

dapat memberikan ketidaknyamanan bagi masyarakat serta dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu kegiatan ini ditujukan untuk membuat alat pirolisis untuk menghasilkan asap cair dari limbah tempurung kelapa yang berpotensi menjadi disinfektan. Melalui kegiatan ini diharapkan masyarakat Desa Sakatiga dapat mengurangi pencemaran lingkungan oleh limbah tempurung kelapa serta dapat memproduksi disinfektan secara mandiri dalam rangka meningkatkan kelengkapan protokol kesehatan COVID-19.

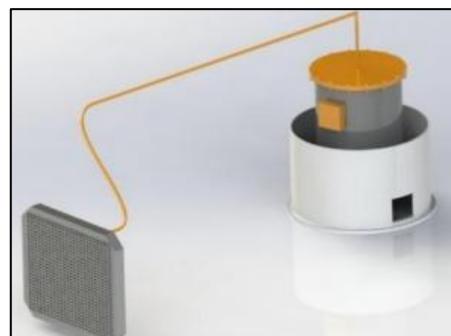
METODE PENELITIAN

Studi Lapangan

Kegiatan pengabdian ini dimulai dengan melakukan analisa situasi dan membangun kerjasama dengan kepala Desa Sakatiga. Analisa situasi dilakukan untuk menentukan target dan sasaran tujuan pengabdian terhadap kebutuhan masyarakat yaitu dengan meninjau keadaan dan kondisi potensi yang ada di desa setempat.

Perancangan Alat

Perancangan dan instalasi pembuatan alat pirolisis untuk pengolahan limbah tempurung kelapa menjadi asap cair dimulai dengan menentukan spesifikasi teknis alat. Gambar 1 menunjukkan desain alat produksi asap cair yang terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *furnace*, reaktor, dan radiator. *Furnace* atau ruang bakar digunakan untuk memanaskan reaktor dimana reaksi kimia terjadi. Gas hasil pirolisis kemudian dialirkan melalui pipa dan didinginkan oleh radiator. Radiator bertindak sebagai sistem pendingin dimana proses pertukaran kalor terjadi sehingga dihasilkan asap cair.



Gambar 1. Rancangan alat produksi asap cair dengan teknik pirolisis (Afrah dkk, 2020).

Kerangka Pemecahan Masalah

Pemecahan permasalahan limbah tempurung kelapa di Desa Sakatiga dilakukan melalui tahapan berikut:



Gambar 2. Bagan pemecahan permasalahan limbah tempurung kelapa.

Rancangan Evaluasi

Evaluasi akan dilakukan terhadap masyarakat Desa Sakatiga di akhir sosialisasi pembuatan asap cair. Evaluasi ini dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada masyarakat Desa Sakatiga, Kabupaten Ogan Ilir. Kriteria dan indikator pencapaian kegiatan ini terlihat dari tingkat pemahaman warga desa terhadap sosialisasi penggunaan alat dan produksi asap cair serta cara pemanfaatan produk asap cair sebagai penggumpal lateks. Hasil dari evaluasi ini akan dijadikan tolak ukur yang menyatakan keberhasilan dari kegiatan dan tujuan yang ditargetkan.

Waktu dan Rencana Jadwal Kegiatan

Kegiatan direncanakan berlangsung selama delapan bulan terhitung dari bulan Mei 2021 sampai dengan Desember 2021. Rangkaian kegiatan pengabdian ini dibagi ke dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Pembuatan materi dalam waktu sekitar 5 minggu.
2. Analisa situasi dalam waktu 2 minggu.
3. Persiapan dan sosialisasi program dalam waktu sekitar 6 minggu.
4. Pendataan penerima program selama 2 minggu.
5. Proses pembuatan disinfektan dalam waktu 7 minggu.
6. Proses pengujian disinfektan selama 3 minggu.
7. Pengolahan data dalam waktu 3 minggu.
8. Demonstrasi alat yang dilakukan selama 2 minggu.
9. Publikasi Artikel Pengabdian dalam waktu 2 minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang Diperoleh

Proses pirolisis 3 kg tempurung kelapa sebanyak 3 kg menghasilkan aliran asap yang dikondensasi dan dialirkan

menuju dua pipa, yaitu pipa bawah untuk aliran asap cair dan pipa atas untuk aliran gas. Aliran gas yang dihasilkan dapat menghasilkan nyala api ketika disulut oleh api sedangkan aliran asap cair dari pipa bawah akan menjadi produk yang diolah lebih lanjut untuk menjadi disinfektan.



(a) (b)

Gambar 3. (a) Proses pembakaran dalam reaktor; (b) Proses kondensasi oleh radiator.



(a) (b)

Gambar 4. (a) Proses pengambilan sampel asap cair untuk disinfektan; (b) Nyala api gas hasil pirolisis.



Gambar 5. Asap cair hasil pirolisis raw (belum dipurifikasi).

Hasil asap cair yang diperoleh masih belum murni karena masih mengandung *char*. Proses purifikasi sampel asap cair untuk bahan pembuatan disinfektan dilakukan di Laboratorium Separasi dan Purifikasi Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Proses purifikasi tersebut dilakukan melalui metode distilasi untuk memisahkan dan memurnikan senyawa asap cair tempurung kelapa sehingga memenuhi standarisasi *grade 1* dan *grade 2*.

Asap cair *grade 1* memiliki karakteristik yang aman

bagi manusia, hewan peliharaan dan lingkungan. Senyawa fenol yang terkandung dalam asap cair efektif membasmi dan menghambat perkembangan berbagai jenis mikroorganisme dan kuman penyakit seperti bakteri, jamur, dan virus. Sebagai antiseptik, asap cair *grade 1* dapat digunakan sebagai *hand sanitizer*, penyemprotan ke bagian tubuh lainnya, dan hewan. Asap cair *grade 1* juga dapat berfungsi sebagai disinfektan *indoor*, yaitu untuk sterilisasi barang di dalam atau dari rumah yang berpotensi terpapar kuman penyakit.

Asap cair *grade 2* juga memiliki karakteristik aman bagi manusia, hewan peliharaan dan lingkungan. Dosis tertentu asap cair ini dapat mengatasi bau yang tidak sedap yang berasal dari sampah, selokan/got, dan kandang hewan peliharaan. Asap cair ini dapat digunakan dalam proses sterilisasi barang di sekitar rumah yang menjadi sumber kuman atau berkemungkinan terpapar kuman penyakit



Gambar 6. Proses distilasi asap cair hasil pirolisis menghasilkan standar asap cair *grade 1* dan *grade 2*.



Gambar 7. Sampel produk asap cair: (a) *Grade-1*; dan (b) *Grade-2*.

Sosialisasi Hasil

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat Desa Sakatiga ini dilakukan pada 21 September 2021 dalam bentuk pemaparan materi dan demonstrasi alat metode penyuluhan dan dilanjutkan dengan demonstrasi alat dan produk disinfektan yang dihasilkan.

Ketua tim memberikan penyuluhan mengenai pengoptimalan limbah tempurung kelapa menjadi disinfektan dengan menggunakan metode ceramah dan

dilanjutkan pada sesi tanya jawab. Gambar 8 menunjukkan penyuluhan yang telah dilakukan dengan memberikan penjelasan mengenai potensi limbah kelapa menjadi disinfektan, proses pembuatan disinfektan, dan aplikasi disinfektan yang dihasilkan. Materi yang disampaikan terkait mengenai preparasi bahan baku tempurung kelapa, yang selanjutnya dilanjutkan pada proses pembuatan dan pengujian sehingga akan dihasilkan disinfektan. Proses demonstrasi alat dilakukan dengan memperlihatkan alat yang digunakan kepada masyarakat peserta pelatihan. Demonstrasi alat dilakukan melalui video pembuatan disinfektan dengan menggunakan alat pirolisis.



Gambar 8. Pemaparan materi kepada warga Desa Sakatiga di Balai Desa.



Gambar 9. Rangkaian alat pirolisis yang ditunjukkan kepada warga Desa Sakatiga.

Kegiatan selanjutnya yaitu pihak tim pengabdian memberikan pertanyaan kepada peserta mengenai materi yang disampaikan untuk melihat sejauh mana peserta dapat menyerap penyampaian materi yang disampaikan. Peserta pelatihan yang mampu menjawab pertanyaan dengan tepat akan diberikan bingkisan oleh tim pelaksana kegiatan sebagai bentuk apresiasi kepada peserta. Sesi penyuluhan ditutup melalui penyebaran kuesioner kepada peserta pelatihan yang digunakan sebagai umpan balik terhadap penyuluhan yang telah dilaksanakan.

Evaluasi Kegiatan Sosialisasi

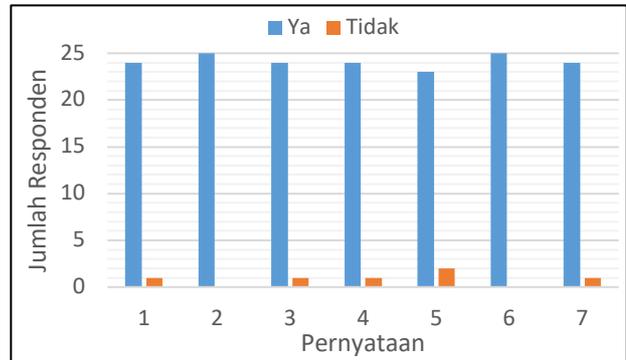
Evaluasi akhir kegiatan telah dilakukan dengan menyebar lembar kuesioner kepada masyarakat Desa Sakatiga yang menghadiri kegiatan pembinaan. Pengisian kuesioner dilakukan oleh peserta pelatihan yang terdiri dari 25 orang sebagai responden. Kuesioner yang diberikan memuat tujuh pernyataan terkait cara penyampaian materi dari Tim Pengabdian serta manfaat dari pengabdian dan sosialisasi yang diberikan dengan pilihan “Ya” atau “Tidak” yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi hasil responden peserta pelatihan di Desa Sakatiga.

No.	Pernyataan	Jumlah Respon	
		Ya	Tidak
1.	Presentasi topik dan demonstrasi alat yang disampaikan oleh tim pengabdian dapat dimengerti	24	1
2.	Kami merasa mendapat manfaat dengan adanya pengabdian dari Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	25	0
3.	Produk disinfektan yang dihasilkan sangat dibutuhkan saat ini bagi masyarakat Desa Sakatiga	24	1
4.	Kami dapat memahami cara mengoperasikan alat yang didemonstrasikan oleh tim pengabdian	24	1
5.	Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini mampu memberdayakan kami sehingga kami dapat berkarya secara mandiri dengan informasi yang diberikan	23	2
6.	Kami merasa pengolahan limbah tempurung kelapa yang digunakan dapat mengurangi limbah di Desa Sakatiga	25	0
7.	Masyarakat ingin tahu lebih lanjut lagi mengenai materi pengabdian lain yang dilakukan oleh Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya di lain waktu	24	1

Perbandingan hasil respon “Ya” dan “Tidak” untuk setiap pernyataan dalam kuesioner yang disebar secara lebih jelas digambarkan pada gambar 10. Diagram pada

gambar 10 menunjukkan respon positif peserta pelatihan terhadap materi pengolahan limbah tempurung kelapa melalui pirolisis yang didemonstrasikan serta produk disinfektan yang dihasilkan.



Gambar 10. Diagram batang rekapitulasi hasil responden peserta pelatihan di Desa Sakatiga.



Gambar 11. Pengisian kuesioner oleh warga Desa Sakatiga.

Tercatat 24 responden menjawab “Ya” untuk “Pernyataan 1” dan hanya satu responden yang menjawab “Tidak”. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa masyarakat dapat mengerti topik yang disampaikan melalui presentasi dan demonstrasi alat tim pengabdian sehingga target tim untuk meningkatkan pemahaman masyarakat Desa Sakatiga mengenai pemanfaatan limbah tempurung kelapa menjadi disinfektan dapat tercapai.

Hasil responden peserta untuk “Pernyataan 2” menunjukkan bahwa seluruh peserta pelatihan yang berjumlah 25 responden menjawab “Ya”. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh warga Desa Sakatiga yang menjadi peserta pelatihan mendapatkan manfaat dari adanya pengabdian yang dilakukan oleh Tim Pengabdian Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Produk disinfektan yang dihasilkan juga dinilai sangat dibutuhkan masyarakat Desa Sakatiga terutama di masa pandemi saat ini yang dibuktikan dengan hasil kuesioner dimana sebanyak 24 responden menjawab “Ya” dan hanya satu responden menjawab “Tidak”.

“Pernyataan 4” disetujui oleh 24 responden dan tidak disetujui oleh 1 responden. Hasil ini menunjukkan bahwa hampir seluruh peserta pelatihan sudah mampu memahami cara pengoperasian alat pirolisis yang digunakan untuk mengkonversi limbah tempurung kelapa menjadi asap cair untuk disinfektan. Melalui kegiatan pembinaan ini, masyarakat diberdayakan secara mandiri untuk membuat produk asap cair untuk disinfektan di kemudian hari. Hal ini dibuktikan dengan hasil kuesioner untuk “Pernyataan 5” dimana sebanyak 23 responden menjawab “Iya” dan dua responden menjawab “Tidak”.

Hasil kuesioner juga menunjukkan bahwa seluruh peserta pelatihan menjawab “Iya” untuk “Pernyataan 6”. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian yang dilakukan oleh Tim Pengabdian Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya mempunyai urgensi yang tinggi dan sangat bermanfaat untuk mengurangi limbah tempurung kelapa yang belum dioptimalkan potensinya di Desa Sakatiga. Hasil respon untuk “Pernyataan 7” pada kuesioner menunjukkan bahwa masyarakat Desa Sakatiga mayoritas sangat tertarik untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pengabdian lain yang dilakukan oleh Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dimana sebanyak 24 peserta pelatihan menjawab “Iya” dan hanya 1 peserta menjawab “Tidak”.

Setelah pemberian materi dan demonstrasi alat dari tim pengabdian, kegiatan dilanjutkan dengan sesi tanya jawab dan pemberian hadiah kepada peserta pelatihan yang telah antusias mendengarkan dan menyimak pemaparan materi serta aktif bertanya terkait topik pengabdian yang telah disosialisasikan



Gambar 12. Produk asap cair untuk disinfektan.

Di akhir kegiatan penyuluhan dan sosialisasi yang dilakukan, produk asap cair *grade 1* dan *grade 2* komersial dengan merk “Victory” serta produk disinfektan hasil pengencerannya diberikan kepada warga setempat untuk dapat dimanfaatkan baik sebagai antiseptik, disinfektan *indoor* dan *outdoor*, serta penghilang bau dalam upaya sanitasi lingkungan. Produk komersial ini merupakan asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa dengan konsentrasi 100%. Pemberian

produk asap cair komersial ini dilakukan karena produk tersebut telah teruji dan dijual kepada konsumen secara luas sehingga lebih aman untuk dibagikan dan digunakan oleh masyarakat desa setempat.



Gambar 13. Penyerahan Piagam kepada Perwakilan Masyarakat Desa Sakatiga.



Gambar 14. Foto bersama Tim Pengabdian Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan masyarakat Desa Sakatiga.

KESIMPULAN

Dari kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pirolisis limbah tempurung kelapa dari Desa Sakatiga dapat memberikan manfaat yang baik bagi penduduk desa. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa yang mayoritas hanya digunakan sebagai bahan bakar arang dapat dioptimasi dengan pengolahan limbah tempurung kelapa menjadi asap cair. Asap cair yang diperoleh dapat dimanfaatkan sebagai disinfektan *indoor* dan *outdoor* oleh warga.
2. Topik yang disampaikan oleh Tim Pengabdian Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dinilai sangat mudah dipahami dan sangat bermanfaat bagi penduduk desa. Hal ini ditunjukkan oleh hasil kuesioner yang disebar dan dijawab oleh peserta pelatihan.

3. Penduduk Desa Sakatiga antusias atas kedatangan Tim Pengabdian Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan penduduk desa terbuka untuk Program Pengabdian sejenis di tahun-tahun berikutnya. Hal ini ditunjukkan dari hasil kuesioner yang diisi oleh peserta pelatihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih juga kami tujukan kepada UPPM Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya untuk pendanaan PNBPN yang diberikan sehingga kegiatan ini dapat dilaksanakan. Pengabdian masyarakat ini dapat diselenggarakan dengan baik akibat adanya kerjasama dari Kepala Desa dan masyarakat Desa Sakatiga, Kecamatan Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan serta mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya yang turut membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrah, B. D., Riady, M. I., Cundari, L., Rizan, M. A., dan Aryansyah, A. D. 2020. Rancang Bangun Alat Produksi Asap Cair dengan Metode Pirolisis Menggunakan Software Fusion 360. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 3(26): 113-121.
- Erlzystasari, D.D., Wibisono, G., dan Hapsari, R. 2019. Efektivitas Asap Cair Berbagai Konsentrasi sebagai Disinfektan Alat Klinik Gigi. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*. Vol. 8(4): 1114-1123.
- Harsono, S. S. (2018). Inovasi teknologi pembuatan asap cair dari tempurung kelapa di Kabupaten Situbondo. *Warta Pengabdian*. Vol. 11(4): 157-169.
- Noor, E., Luditama, C., dan Pari, G. 2014. Isolasi Pemurnian Asap Cair Berbahan Dasar Tempurung dan Sabut Kelapa secara Pirolisis dan Distilasi. *Prosiding Konferensi Nasional Kelapa VIII*. Jambi, 21-22 Mei 2014: Hal. 93-102.
- Rasi, A. J. L., Seda, Y. P., & Anggraini, S. P. A. 2017. Potensi Teknologi Asap Cair Tempurung Kelapa terhadap Keamanan Pangan. *eUREKA: Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia*. Vol. 1(1): 1-10.