

Analisis Pembakaran Droplet Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Tempurung Kelapa Sebagai Karbon Aktif

A.A.Ngurah Bagus Prananjaya K, I Ketut Gede Wirawan, dan Si Putu Gede Gunawan Tista

Jurusan Teknik Mesin-Universitas Udayana,Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Minyak jelantah merupakan hasil dari penggunaan minyak goreng berulang yang mengandung senyawa berbahaya dan berpotensi mencemari lingkungan apabila dibuang sembarangan. Salah satu solusi pengelolaannya adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan karbon aktif berbasis dasar tempurung kelapa terhadap karakteristik pembakaran droplet minyak jelantah. Tempurung kelapa dipilih karena memiliki kandungan karbon tinggi dan struktur berpori yang efektif sebagai katalis alami dalam proses pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan karbon aktif tempurung kelapa berpengaruh signifikan terhadap karakteristik pembakaran droplet minyak jelantah. Semakin besar konsentrasi karbon aktif yang ditambahkan, semakin tinggi laju pembakaran (burning rate) dan semakin cepat waktu tunda penyalaan (ignition delay), disertai dengan penurunan temperatur maksimum pembakaran. Selain itu, peningkatan kadar karbon aktif menyebabkan dimensi api menjadi lebih kecil, menandakan proses pembakaran yang lebih efisien.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa mampu meningkatkan performa pembakaran minyak jelantah dengan meningkatkan efisiensi reaksi oksidasi serta berpotensi besar sebagai katalis alami dalam pengembangan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

Kata kunci: karbon aktif, tempurung kelapa, minyak jelantah, pembakaran droplet, efisiensi pembakaran.

Abstract

Waste cooking oil is a by-product of repeated frying that contains harmful compounds and can cause environmental pollution if improperly discarded. One solution for managing it is to utilize it as an alternative fuel. This study aims to analyze the effect of adding activated carbon derived from coconut shells on the combustion characteristics of waste cooking oil droplets. Coconut shell-based activated carbon was chosen due to its high carbon content and porous structure, which make it effective as a natural catalyst in the combustion process.

The experimental results show that the addition of coconut shell activated carbon significantly influences the combustion characteristics of waste cooking oil droplets. Increasing the activated carbon concentration increases the burning rate and shortens the ignition delay, accompanied by a decrease in the maximum combustion temperature. Furthermore, higher activated carbon content leads to smaller flame dimensions, indicating a more efficient combustion process.

It can be concluded that coconut shell activated carbon enhances the combustion performance of waste cooking oil by improving oxidation efficiency and has great potential as a natural catalyst in developing environmentally friendly alternative fuels.

Keywords: activated carbon, waste cooking oil, droplet combustion, ignition delay, burning rate.

1. Pendahuluan

Minyak jelantah merupakan limbah hasil penggunaan minyak goreng secara berulang yang mengandung senyawa berbahaya, seperti radikal bebas, lemak trans, serta berbagai produk degradasi termal lainnya. Konsumsi makanan yang digoreng menggunakan minyak jelantah secara terus-menerus terbukti meningkatkan risiko gangguan kesehatan, termasuk hipertensi dan penyakit kardiovaskular [1]. Selain berdampak pada kesehatan, volume produksi minyak jelantah yang terus meningkat di Indonesia juga menimbulkan persoalan lingkungan. Pembuangan minyak jelantah secara sembarangan dapat mencemari tanah dan air, mengubah karakteristik kimia tanah, menghambat penetrasi cahaya di perairan, serta memicu proses eutrofikasi yang berdampak pada ekosistem akuatik [2]. Oleh

karena itu, pengelolaan minyak jelantah secara tepat menjadi kebutuhan mendesak, salah satunya melalui pemanfaatannya sebagai bahan bakar alternatif.

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai sumber energi menuntut adanya peningkatan kualitas dan karakteristik pembakarannya. Salah satu pendekatan yang potensial adalah penggunaan karbon aktif sebagai katalis atau adsorben untuk memperbaiki sifat minyak sebelum proses pembakaran berlangsung. Tempurung kelapa merupakan salah satu bahan baku karbon aktif yang banyak digunakan karena memiliki kandungan karbon tinggi, struktur berpori, serta stabilitas termal yang baik. Proses pirolisis tempurung kelapa menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan dan volume pori yang besar, sehingga efektif digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti penjernihan air, pengolahan limbah, hingga adsorpsi logam berat [3].

Dalam konteks pemurnian minyak, karbon aktif tempurung kelapa telah terbukti memiliki performa adsorpsi yang baik. Batdjedelik dan Sumardiyono menunjukkan bahwa karbon aktif dari tempurung kelapa mampu memenuhi standar kualitas industri setelah aktivasi kimia, sehingga efektif dalam menghilangkan kontaminan minyak [4]. Selain itu, karbon aktif tempurung kelapa juga dapat menurunkan kadar asam lemak bebas (Free Fatty Acids/FFA) dalam minyak jelantah, yang merupakan indikator utama kerusakan minyak akibat oksidasi dan pemanasan berkepanjangan. Pengurangan FFA ini penting untuk meningkatkan stabilitas termal minyak serta mendukung proses pembakaran yang lebih efisien [5].

Melihat berbagai potensi tersebut, penelitian mengenai pemanfaatan karbon aktif tempurung kelapa tidak hanya relevan dalam aspek pemurnian minyak jelantah, tetapi juga penting untuk dikembangkan dalam konteks teknologi pembakaran. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memahami karakteristik pembakaran minyak adalah melalui studi pembakaran droplet. Analisis pembakaran droplet memungkinkan evaluasi langsung terhadap laju pembakaran, waktu tunda penyalaan, ukuran nyala, dan temperatur pembakaran, sehingga dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai pengaruh penambahan karbon aktif terhadap perilaku termal minyak jelantah.

Penelitian ini berfokus pada analisis pembakaran droplet minyak jelantah dengan penambahan karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa. Tempurung kelapa dipilih karena sifatnya yang ramah lingkungan, ketersediaannya yang melimpah di Indonesia, serta efektivitasnya sebagai katalis alami yang mampu meningkatkan reaksi oksidasi selama pembakaran. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pemanfaatan limbah minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif yang lebih bersih dan efisien, serta mendukung inovasi dalam pengembangan teknologi energi berkelanjutan.

2. Dasar Teori

2.1 Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan minyak goreng yang mengalami kerusakan akibat pemanasan berulang yang menyebabkan oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi. Proses ini menghasilkan senyawa berbahaya seperti peroksida, hidroperoksida, aldehida, keton, dan asam lemak bebas (FFA) yang dapat menurunkan kualitas bahan bakar serta meningkatkan viskositasnya [6]. Peningkatan FFA juga dipengaruhi oleh proses hidrolisis trigliserida akibat air dan aktivitas enzim lipase [7].

Selama proses pemanasan berulang, polimerisasi menyebabkan pembentukan molekul besar yang memperburuk kualitas minyak dan memengaruhi sifat pembakarannya [8]. Dengan berbagai bentuk degradasi tersebut, pemanfaatan

minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif memerlukan perbaikan kualitas melalui pemurnian atau penambahan aditif tertentu.

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah material karbon berpori dengan luas permukaan yang besar yang berfungsi sebagai adsorben berbagai senyawa organik maupun anorganik [9]. Aktivasi karbon aktif secara fisik atau kimia bertujuan membuka pori-pori sehingga meningkatkan daya serapnya [10].

Karbon aktif dari tempurung kelapa memiliki kandungan karbon tinggi dan berbagai gugus fungsi permukaan seperti fenol, lakton, dan karboksil yang meningkatkan kemampuan adsorpsinya [11]. Batdjedelik & Sumardiyono (2024) membuktikan bahwa karbon aktif tempurung kelapa mampu menurunkan kandungan FFA dan kontaminan dalam minyak jelantah, sehingga meningkatkan kualitas bahan bakar.

Selain itu, penelitian Purnami (2019) menunjukkan bahwa karbon aktif dapat meningkatkan kecepatan pembakaran bahan bakar nabati, membuktikan perannya sebagai katalis alami dalam reaksi oksidasi [12].

2.3 Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Karbon Aktif

Tempurung kelapa memiliki kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang tinggi, menjadikannya bahan baku ideal untuk produksi karbon aktif [13]. Hemiselulosa terdegradasi pada suhu 200–300°C, selulosa pada 270–310°C, dan lignin pada 300–500°C, menghasilkan struktur berpori yang menjadi ciri khas karbon aktif berkualitas tinggi [14].

Silaban (2018) menunjukkan bahwa karbon aktif dari tempurung kelapa mampu memenuhi standar SNI 06-3730-1995 dan efektif dalam menyerap logam berat seperti Cd, Cu, dan Pb, sehingga membuktikan kualitasnya sebagai adsorben [15].

Dengan stabilitas termal yang baik dan porositas tinggi, tempurung kelapa sangat cocok digunakan sebagai adsorben untuk pemurnian minyak jelantah maupun sebagai aditif dalam proses pembakaran.

2.4 Katalis dalam Proses Pembakaran

Katalis merupakan zat yang mempercepat laju reaksi kimia dengan menurunkan energi aktivasi tanpa mengalami perubahan permanen. Dalam konteks bahan bakar cair, karbon aktif berperan sebagai katalis heterogen yang menyediakan situs aktif pada permukaannya untuk mempercepat reaksi oksidasi [16].

Dengan meningkatnya reaksi oksidasi, proses pembakaran menjadi lebih efisien dan menghasilkan nyala yang lebih stabil.

2.5 Pembakaran Droplet

Pembakaran droplet termasuk pembakaran difusi di mana bahan bakar menguap lalu bereaksi dengan oksigen di sekitar permukaan tetesan. Parameter penting dalam pembakaran droplet meliputi:

1. Ignition delay, yaitu waktu dari pemanasan awal hingga muncul nyala api [17].
2. Burning rate, yaitu laju pengurangan diameter droplet selama pembakaran [18].
3. Temperatur pembakaran, yaitu suhu maksimum selama proses pembakaran [18].
4. Visualisasi nyala, yang menggambarkan kecepatan reaksi pembakaran melalui ukuran dan bentuk api.

2.6 Microexplosion

Microexplosion adalah fenomena ledakan mikro yang disebabkan oleh perbedaan titik didih komponen di dalam droplet. Ketika komponen volatil menguap cepat dan terperangkap dalam droplet, tekanan meningkat hingga menyebabkan droplet pecah [19].

Fenomena ini mempercepat atomisasi, memperluas area reaksi, dan meningkatkan burning rate. Sasongko (2018) juga melaporkan bahwa microexplosion dapat terjadi pada campuran biodiesel–minyak goreng bekas akibat kandungan air sehingga berpengaruh pada kestabilan nyala.

3. Metode Penelitian

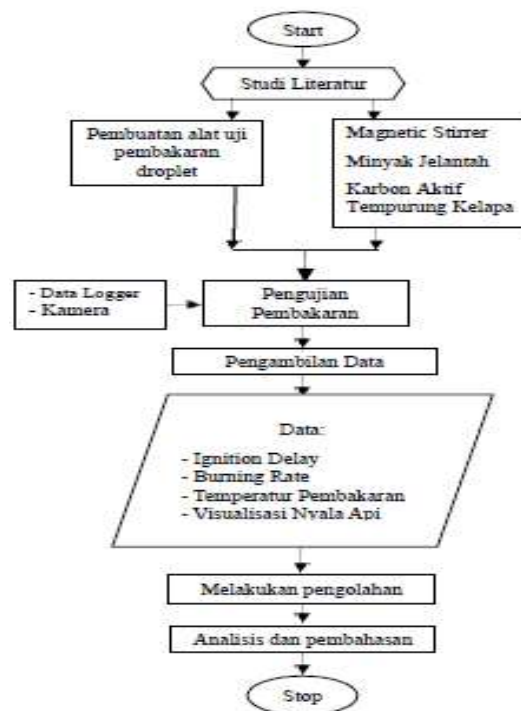
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh penambahan karbon aktif tempurung kelapa terhadap karakteristik pembakaran *droplet* minyak jelantah. Pengujian dilakukan melalui pengamatan langsung proses pembakaran *droplet* menggunakan variasi konsentrasi karbon aktif.

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Magnetic Stirrer
2. Spite
3. Transformator
4. Thermocouple
5. Data Logger
6. Kamera High Frame Rate
7. Heater
8. Gelas Ukur
9. Laptop

3.2 Diagram Alir Penelitian



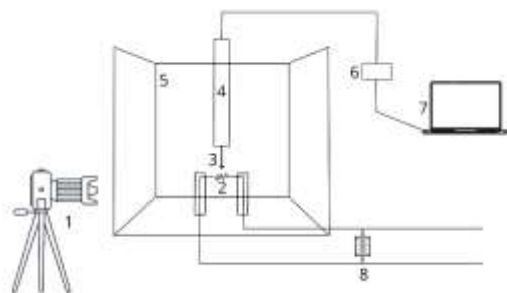
3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Proses Pembuatan *Droplet* Campuran Minyak Jelantah Dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Berikut proses pembuatan *droplet* campuran minyak jelantah dengan karbon aktif bambu :

1. Minyak jelantah dicampur dengan karbon aktif tempurung kelapa dengan konsentrasi:
 - 100 ppm = 20 mg / 200 ml
 - 200 ppm = 40 mg / 200 ml
 - 300 ppm = 60 mg / 200 ml
 - 400 ppm = 80 mg / 200 ml
 - 500 ppm = 100 mg / 200 ml
2. Campuran dipanaskan pada 100°C menggunakan heater dan diaduk dengan magnetic stirrer pada 600 rpm selama 30 menit.
3. Campuran didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam untuk proses pengendapan.
4. Campuran disaring menggunakan kertas saring atau filter vakum untuk memisahkan sisa karbon aktif.
5. Minyak hasil penyaringan disimpan dalam wadah bersih dan tertutup.

3.3.2 Prosedur Pengujian Pembakaran *Droplet*



Gambar 2. Skema Instalasi Alat Penelitian

Keterangan :

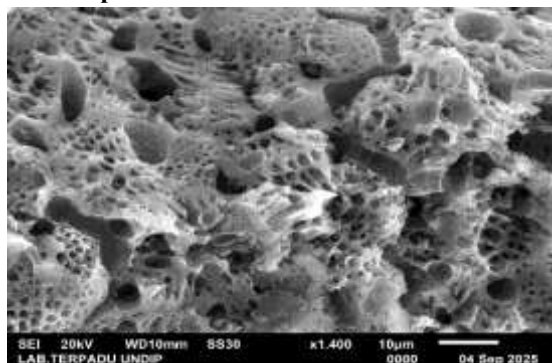
1. Kamera
2. Heater
3. Thermocouple
4. Thermocouple Holder
5. Ruang Uji
6. Data Logger
7. Laptop
8. Transformator

Berikut prosedur pengujian pembakaran *droplet* :

1. Pasang seluruh peralatan sesuai skema instalasi uji.
2. Letakkan kamera pada posisi fokus ke ujung thermocouple.
3. Hubungkan thermocouple dengan data logger dan laptop yang menjalankan LabVIEW.
4. Bentuk *droplet* menggunakan spate, lalu letakkan di ujung thermocouple.
5. Rekam ukuran droplet awal menggunakan kamera.
6. Tekan tombol Start pada LabVIEW dan nyalakan heater bersamaan dengan mulai merekam kamera.
7. Matikan heater setelah api menyala dan hentikan proses perekaman.
8. Simpan seluruh data, baik rekaman temperatur maupun rekaman visual.

4. Hasil Dan Pembahasan

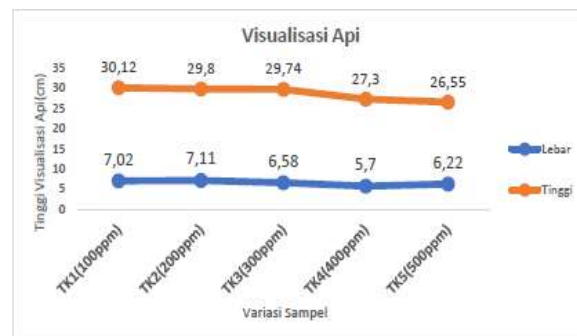
4.1 Karakteristik Karbon Aktif Tempurung Kelapa



Gambar 3. Struktur SEM Karbon Aktif Tempurung Kelapa x1400

Hasil uji SEM menunjukkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa memiliki struktur berpori yang merata, menandakan kemampuannya sebagai adsorben dan katalis selama proses pembakaran. Hasil uji EDS memperlihatkan bahwa unsur penyusun terbesar adalah karbon (96,09%), diikuti oksigen dan unsur mineral lain dalam jumlah kecil. Kandungan karbon yang tinggi inilah yang berperan dominan dalam peningkatan reaktivitas bahan bakar.

4.2 Visualisasi Api

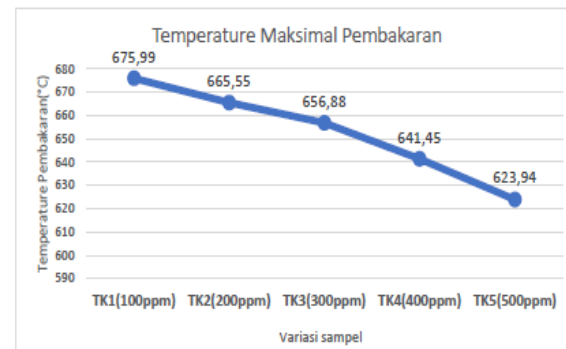


Gambar 4. Grafik Data Ukuran Lebar dan Tinggi Api

Berdasarkan pengamatan, penambahan karbon aktif memengaruhi bentuk dan ukuran api droplet. Variasi 100 ppm (TK1) menghasilkan nyala api terbesar (tinggi 30,12 mm; lebar 7,02 mm), sedangkan variasi 500 ppm (TK5) menghasilkan dimensi api terkecil. Api yang lebih kecil dan stabil pada konsentrasi tinggi menunjukkan bahwa proses pembakaran berlangsung lebih cepat dan lebih efisien karena reaksi oksidasi terjadi lebih intens.

Namun, pada TK5 terjadi *microexplosion*, yang menyebabkan lebar api sedikit meningkat akibat ketidakseragaman kandungan campuran minyak-karbon aktif. *Microexplosion* dipicu oleh perbedaan titik didih komponen minyak jelantah yang saling terikat, sehingga menimbulkan gelembung uap yang pecah secara tiba-tiba.

4.3 Temperatur Pembakaran



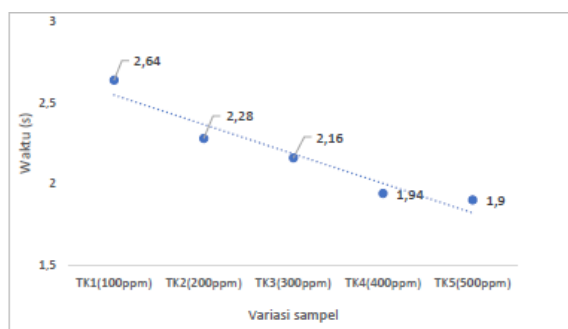
Gambar 5. Grafik Temperature Maksimal Pembakaran

Data menunjukkan bahwa semakin besar penambahan karbon aktif, semakin rendah temperatur

maksimum pembakaran. Variasi TK1 menghasilkan temperatur tertinggi ($675,99^{\circ}\text{C}$), sedangkan TK5 memiliki temperatur maksimum terendah ($623,94^{\circ}\text{C}$).

Penurunan temperatur ini mengindikasikan bahwa karbon aktif menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga pembakaran dapat berlangsung pada suhu lebih rendah. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar katalis yang mempercepat reaksi tanpa harus menaikkan temperatur sistem. Dalam penelitian ini, karbon aktif dengan struktur berpori memperluas area kontak antara minyak dan oksigen, sehingga proses reaksi berlangsung lebih efisien pada temperatur lebih rendah.

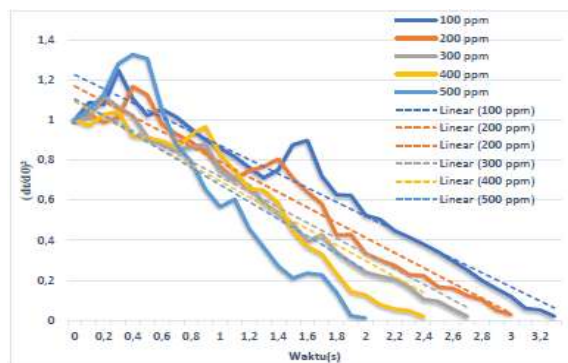
4.4 Ignition Delay



Gambar 6. Grafik Data Ignition Delay

Data ignition delay menunjukkan tren penurunan seiring meningkatnya konsentrasi karbon aktif. Nilai ignition delay tertinggi terdapat pada TK1 (2,64 s), sedangkan yang terendah pada TK5 (1,90 s). Fenomena ini menunjukkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa mempercepat proses awal pembakaran. Sifat adsorptif karbon aktif membuatnya mampu menarik gugus karbon dari minyak jelantah, sehingga memperbaiki struktur molekul yang rusak akibat proses pemanasan berulang. Hal ini membuat ikatan hidrokarbon dalam minyak menjadi lebih reaktif dan mudah menyala pada energi aktivasi yang lebih rendah.

4.5 Burning Rate



Gambar 7. Grafik Burning Rate

Hasil pengujian burning rate menunjukkan bahwa penambahan karbon aktif tempurung kelapa

berpengaruh signifikan terhadap percepatan proses pembakaran droplet minyak jelantah. Grafik perubahan diameter droplet memperlihatkan adanya fluktuasi ukuran yang tajam akibat fenomena *microexplosion*, yaitu ledakan mikro yang terjadi karena perbedaan titik didih komponen minyak sehingga droplet tiba-tiba membesar lalu menyusut drastis. Fenomena ini turut mempercepat proses penguapan dan memperbesar laju pembakaran.

Variasi konsentrasi karbon aktif yang lebih tinggi (400–500 ppm) menghasilkan burning rate terbesar, ditandai dengan penurunan gradien diameter droplet yang lebih curam dibandingkan variasi 100–300 ppm. Efisiensi pembakaran ini dipengaruhi oleh tingginya kandungan karbon dan struktur berpori karbon aktif yang meningkatkan luas permukaan reaksi serta mempercepat difusi oksigen ke dalam bahan bakar. Gugus fungsi oksigen pada permukaan karbon aktif juga bertindak sebagai situs aktif katalitik yang menurunkan energi aktivasi, sehingga reaksi oksidasi berlangsung lebih cepat dan droplet terbakar lebih intens. Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi karbon aktif yang ditambahkan, semakin besar pula burning rate yang dihasilkan.

5. Kesimpulan

Penambahan karbon aktif tempurung kelapa terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik pembakaran droplet minyak jelantah. Karbon aktif dengan kandungan karbon tinggi dan struktur berpori berperan sebagai katalis alami yang mampu meningkatkan efisiensi reaksi oksidasi selama pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi karbon aktif yang ditambahkan, semakin tinggi burning rate yang dihasilkan, disertai penurunan temperatur maksimum pembakaran dan waktu tunda penyalaan (*ignition delay*).

Peningkatan konsentrasi karbon aktif juga menyebabkan dimensi api menjadi lebih kecil dan stabil, menunjukkan bahwa proses pembakaran berlangsung lebih cepat, efisien, dan terkontrol. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa karbon aktif tempurung kelapa berpotensi besar dimanfaatkan sebagai aditif katalitik dalam peningkatan performa pembakaran minyak jelantah, sekaligus mendukung pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1]. Kristinawati, E., Getas, I. W., Resnhaleksmana, E., & Laraeni, Y. (2023). **Kampung Sehat "Si Meli" melalui Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Upaya Pencegahan Insiden Hipertensi.** *GEMAKES: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 115-120

- [2]. Umiatin, U., Nugrahaningsih, T. H., Hermin, F., Rahayu, S., & Rahim, N. I. A. (2022). **Daur Ulang Minyak Jelantah sebagai Upaya Mewujudkan Eco Green Society.** *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(6), 1589–1594. <https://doi.org/10.54082/jamsi.480>
- [3]. Tuada, D. (2022). **Penggunaan Karbon Nano Fiber Dari Tempurung Kelapa Untuk Pengolahan Limbah Tahu.** *Jurnal Fisika Papua*, 1(2), 81-84
- [4]. Batdjedelik, A. N., & Sumardiyono. (2024). **Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Pemurnian Minyak Jelantah.** *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 4(2), 65–70.
- [5]. Vicentini-Polette, C. M., Ramos, P. R., Gonçalves, C. B., & De Oliveira, A. L. (2021). **Determination of free fatty acids in crude vegetable oil samples obtained by high-pressure processes.** *Food Chemistry: X*, 12, 100168. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100168>
- [6]. Dwiloka, B., B. E. Setiani, & D. Karuniasih. (2021). **Pengaruh Penggunaan Minyak Goreng Berulang Terhadap Penyerapan Minyak, Bilangan Peroksida Dan Asam Lemak Bebas Pada Ayam Goreng.** *Science Technology and Management Journal*, 1(1), 13–17. <https://doi.org/10.53416/stmj.v1i1.7>
- [7]. Moentamaria, D., Agaian, G., Ridhawati, M. M., Chumaidi, A., & Hendrawati, N. (2016). **Hidrolisis minyak kelapa dengan Lipase terimobilisasi Zeolit pada pembuatan perisa alami.** *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(2), 84–91. <https://doi.org/10.15294/jbat.v5i2.7507>
- [8]. Sera, R, Lesmana, D, & Maharani, A (2019). **Pengaruh Temperatur Dan Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Dari Bagas The Influence Of Temperature And Contact** *Jurnal Kelitbangan*, academia.edu, <https://www.academia.edu/download/79059833/114.pdf>
- [9]. Dewi, R., Azhari, A., & Nofriadi, I. (2021). **Aktivasi karbon dari kulit pinang dengan menggunakan aktivator kimia KOH.** *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12.
- [10]. Maharani, T., Dinda, H., Adedo, & Oka. (2022). **Pengolahan limbah ampas teh, cangkang telur, dan styrofoam sebagai adsorben untuk meningkatkan kualitas limbah laundry (air deterjen).** *Seminar Nasional Fisika*, 2(1), 242–249.
- [11]. Lempang, M. (2014). **Pembuatan Dan Kegunaan Arang Aktif.** *Info Teknis EBONI*. vol. 11 No. 2. Desember 2014. Hal : 66 dan 71.
- [12]. Purnami, T (2019). **PENGARUH KARBON AKTIF TERHADAP KECEPATAN API PEMBAKARAN PREMIXED MINYAK KELAPA.** *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*
- [13]. Arena, N ., Lee, J. & Clift, R. (2016). **Life Cycle Assessment of activated carbon production from coconut shells.** *Journal of Cleaner Production*, Vol 125, page 68-77
- [14]. Ekawati, C. (2023). **Alternatif Bahan Baku Arang Aktif.** *Renata Cipta Mandiri*, Malang. ISBN: 978-623-543-178-9.
- [15]. Silaban, D. P. (2018). **Sintesis karbon aktif dari arang tempurung kelapa limbah mesin boiler sebagai bahan penyerap logam Cd, Cu dan Pb.** *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 29(2), 119–127.
- [16]. Saputri, N. S. (2019). **Pembuatan Katalis Berbasis Karbon Aktif Dari Serbuk Gergaji Kayu Akasia Diimpregnasi Koh (Variasi Konsentrasi Dan Waktu Impregnasi).** *Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- [17]. Maulana, A., dan Mursadin, A. (2022). **Uji Karakteristik Pembakaran Crude Palm Oil – Minyak Diesel Dengan Menggunakan Droplet.** *Rotary*. 4(1): 63-75.
- [18]. Pratama. (2017). **Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Dengan Bioaditif Minyak Kayu Putih Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Kelapa Sawit.** *Skripsi. Teknik Mesin, Universitas Brawijaya*
- [19]. Refael, D., & Nugroho, W. (2018). **Studi Microexplosion pada Pembakaran Droplet Campuran Minyak Nabati dan Alkohol.** *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2), 85-90.



A.A.Ngurah Bagus Prananjaya
menyeselesaikan studi S1 di jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali dari tahun 2021 sampai 2025 ia menyelesaikan program sarjana dengan topik penelitian Analisis Pembakaran Droplet Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Tempurung Kelapa Sebagai Karbon Aktif di bidang konversi energi