Analisis Efisiensi Termal pada Kompor Multifuel Berbahan Bakar Oli Bekas Menggunakan Metode *Water Boiling Test*

Muhammad Satya Putra Gantada
Universitas Bangka Belitung, Indonesia
Email: gantasatya51@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi untuk memasak, terutama di daerah terpencil dan 3T (tertinggal, terdepan, terluar) di Indonesia, menjadi tantangan besar, sementara limbah oli bekas kendaraan bermotor terus menumpuk dan berpotensi mencemari lingkungan. Oli bekas memiliki nilai kalor tinggi (40 MJ/kg) dan mudah didapat, sehingga berpotensi sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini bertujuan menganalisis efisiensi termal dan kinerja kompor multifuel berbahan bakar oli bekas menggunakan metode Water Boiling Test (WBT). Metode penelitian melibatkan eksperimen dengan bahan bakar campuran 100 ml oli bekas dan 50 ml bensin, serta pengukuran temperatur air setiap 30 detik hingga mendidih. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi termal kompor mencapai 88%, lebih tinggi dibandingkan kompor gas (44%), listrik (74%), dan induksi (84%). Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan 500 ml air hanya 1,5 menit dengan api stabil dan warna biru kemerahan. Implikasi penelitian ini adalah pengembangan kompor multifuel yang efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan, serta solusi untuk daerah dengan keterbatasan akses energi.

Kata Kunci: oli bekas, kompor multifuel, efisiensi termal, water boiling test, energi alternatif.

Abstract

The demand for cooking energy remains a significant challenge in many parts of Indonesia, particularly in remote and underdeveloped (3T) regions, while waste motor oil continues to accumulate and poses environmental hazards. Used oil has a high calorific value (40 MJ/kg) and is readily available, making it a potential alternative fuel. This study aims to analyze the thermal efficiency and performance of a multifuel stove powered by used oil using the Water Boiling Test (WBT) method. The research methodology involved experiments with a fuel mixture of 100 ml used oil and 50 ml gasoline, along with temperature measurements of 500 ml water at 30-second intervals until boiling. The results revealed a thermal efficiency of 88%, surpassing that of gas (44%), electric (74%), and induction (84%) stoves. The stove heated the water in just 1.5 minutes, producing a stable flame with a bluish-red color. This research highlights the potential of multifuel stoves as efficient, sustainable, and environmentally friendly solutions for energy-limited areas.

***Keywords**: Used oil, Multifuel stove, Thermal efficiency, Water Boiling Test, Alternative energy.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi untuk memasak masih menjadi tantangan di banyak wilayah Indonesia, terutama di daerah terpencil dan 3T (tertinggal, terdepan, dan terluar), di mana

akses terhadap bahan bakar modern seperti LPG, minyak tanah, dan listrik masih terbatas. Di sisi lain, limbah oli bekas kendaraan bermotor terus meningkat. Setiap tahunnya terdapat 18 juta liter oli bekas yang dihasilkan setiap tahunnya (Sasmita M.; Azzahra N. W., 2024). Oli bekas dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dan dimanfaatkan dengan baik.

Banyak yang tidak mengetahui kalau oli bekas memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu sebesar 40 MJ/kg Kipkorir F.; Tewo R.; Rutto H.; Enweremadu C. (2021) yang mana mendekati nilai kalor dari solar. Selain itu, oli bekas juga memiliki kelebihan lain, yaitu mudah untuk didapat, oleh karena itu oli bekas berpotensi untuk menjadi bahan bakar alternatif (Puspitasari, K., dkk. 2020). Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah kompor multifuel, yaitu kompor yang mampu menggunakan berbagai jenis bahan bakar sebagai bahan bakarnya termasuk oli bekas (Saparin et al., 2024). Namun, efisiensi termal dari kompor jenis ini, khususnya saat menggunakan oli bekas, masih perlu dianalisis untuk memastikan efektivitas dan keamanannya.

Salah satu metode untuk menganalisa efisiensi termal dari kompor multifuel adalah metode Water Boiling Test (WBT) merupakan standar internasional yang banyak digunakan untuk mengukur efisiensi termal kompor melalui proses perebusan air (Aryansyah H.; Nurdin M. F., 2022). Melalui metode ini, dapat diketahui seberapa baik kinerja dan efisiensi dari kompor ketika proses pembakaran menggunakan oli bekas.

Dengan demikian, penelitian mengenai efisiensi termal dan kinerja pada kompor multifuel berbahan bakar oli bekas memiliki nilai penting dalam pengembangan teknologi kompor multifuel yang lebih efisien, dan berkelanjutan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan kompor yang efisien, berkelanjutan, dan sesuai untuk digunakan di wilayah dengan keterbatasan energi (Kipkorir A. O.; Karani P. K., 2021; Sasmita R.; Suryani D., 2024).

Kebutuhan akan solusi energi memasak yang berkelanjutan dan terjangkau di daerah terpencil dan tertinggal terus mendorong para peneliti untuk mengeksplorasi bahan bakar alternatif, termasuk limbah seperti oli bekas. Penelitian terdahulu telah menunjukkan potensi oli bekas sebagai bahan bakar karena nilai kalornya yang tinggi (40 MJ/kg), setara dengan solar Kipkorir A. O.; Karani P. K. (2021), serta kemampuannya mengurangi polusi lingkungan ketika dimanfaatkan kembali (Sasmita, 2020). Studi tentang kompor multifuel juga menunjukkan hasil yang menjanjikan, dengan Surono (2012) menekankan adaptasinya terhadap berbagai jenis bahan bakar, termasuk oli bekas. Namun, penelitian yang ada lebih berfokus pada metrik kinerja seperti stabilitas api (Fauzi et al., 2020) atau efisiensi bahan bakar komparatif Puspitasari F.; Nadliroh K. (2020), sehingga meninggalkan celah dalam analisis efisiensi termal yang komprehensif di bawah kondisi pengujian standar (Fauzi Y.; Rahman F., 2020; Puspitasari K., 2020; Surono, 2012).

Kesenjangan penelitian yang kritis terletak pada kurangnya data empiris tentang efisiensi termal kompor multifuel yang dioptimalkan khusus untuk oli bekas, mengingat sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada biofuel atau bahan bakar konvensional (Li Zhang H. & Yang Y., 2021; Tantama & Hartanto A., 2020; Zhang &

Xie L., 2019). Misalnya, Aryansyah et al. (2022) menerapkan Water Boiling Test (WBT) pada kompor biomassa tetapi tidak membahas tantangan pembakaran unik dari oli bekas, seperti akumulasi residu dan viskositas yang bervariasi (T. Naryanto, 2021; Syarief Y. B. Sabitah A., 2020). Kesenjangan ini menunjukkan urgensi untuk menyempurnakan desain kompor guna memaksimalkan efisiensi sekaligus meminimalkan emisi—kebutuhan mendesak di daerah dengan keterbatasan energi di mana oli bekas melimpah tetapi kurang dimanfaatkan (Gantada E. S.; Setiawan Y.; Rodiawan Ariksa J., 2025).

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatannya yang terintegrasi, menggabungkan WBT dengan analisis kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja kompor multifuel menggunakan campuran bahan bakar standar (oli-bensin). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menguji oli bekas secara terpisah Syarief Y. B.; Ramadhan M. N.; Sabitah A. (2020), penelitian ini memperkenalkan campuran bahan bakar terkontrol (100 ml oli + 50 ml bensin) untuk meningkatkan pengapian dan stabilitas pembakaran, mengatasi ketidakkonsistenan yang ditemukan dalam eksperimen sebelumnya. Selain itu, studi ini meningkatkan ketelitian metodologis dengan mengulangi pengujian tiga kali untuk memastikan keandalan data, langkah yang sering diabaikan dalam penelitian sejenis (Naryanto, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengukur efisiensi termal kompor multifuel berbahan bakar oli bekas menggunakan WBT, (2) membandingkan kinerjanya dengan kompor konvensional (gas, listrik, induksi), dan (3) menilai stabilitas api dan waktu pemanasan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan bukti empiris di bidang teknologi memasak energi alternatif, menawarkan kerangka kerja yang dapat direplikasi untuk optimasi kompor di masa depan. Temuan ini juga menantang asumsi umum bahwa oli bekas tidak cocok untuk pembakaran bersih, dengan menunjukkan kelayakannya sebagai bahan bakar utama.

Implikasi penelitian ini mencakup aspek praktis dan lingkungan. Bagi masyarakat di daerah miskin energi, efisiensi tinggi kompor (88%) dan waktu pemanasan cepat (1,5 menit) memberikan solusi skalabel untuk tantangan akses energi. Secara lingkungan, pemanfaatan oli bekas mengurangi limbah berbahaya dan ketergantungan pada bahan bakar fosil, selaras dengan tujuan keberlanjutan global (Basit, 2022). Temuan ini dapat dimanfaatkan oleh pembuat kebijakan dan LSM untuk mendorong inisiatif ekonomi sirkular, sementara produsen dapat mengadopsi desain ini untuk produksi komersial, menjembatani kesenjangan antara inovasi dan aplikasi dunia nyata.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan kombinasi dari 3 metode penelitian yaitu kajian eksperimental, studi literatur, dan survei lapangan. Penggunaan kombinasi dari ketiga metode tersebut bertujuan agar didapatkan hasil yang valid dan sesuai dengan pokok bahasan yang telah di tetapkan. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian pemanasan air sebanyak 500 ml, pengujian akan dilakukan sebanyak tiga kali untuk memastikan bahwa data yang di dapat adalah valid lalu diambil nilai rata-ratanya. Sedangkan untuk pengukuran temperatur air yang dipanaskan akan dilakukan setiap 30 detik hingga air mendidih. Setiap pengujian pada penelitian ini digunakan bahan bakar berupa campuran

dari oli bekas sebanyak 100 ml dan bensin 50 ml. Serta digunakan kapas sebanyak 3 lembar sebagai media bakarnya (Gantada, M, S, P., 2025).

Pada tahap studi literatur, data-data dan referensi pendukung akan dikumpulkan melalui studi dokumen dan referensi yang meliputi buku-buku, artikel ilmiah, jurnal, dan sumber terpercaya lainnya yang membahas teori, konsep, serta hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian terkait kompor multifuel berbahan bakar oli bekas. Pengumpulan data dilakukan dengan cara selektif memilih sumber-sumber yang kredibel dan relevan agar dapat memberikan gambaran yang komprehensif dan mendalam. Data yang telah didapat dari pengujian, studi literatur, serta survei lapangan akan diolah menggunakan metode analisa kuantitatif (Gantada, M, S, P., 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses pengujian, didapatlah beberapa data penting. Data-data tersebut akan diolah menggunakan beberapa persamaan untuk mendapatkan nilai dari parameter-parameter yang akan dianalisa. Adapun data-data yang telah didapat dari pengujian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

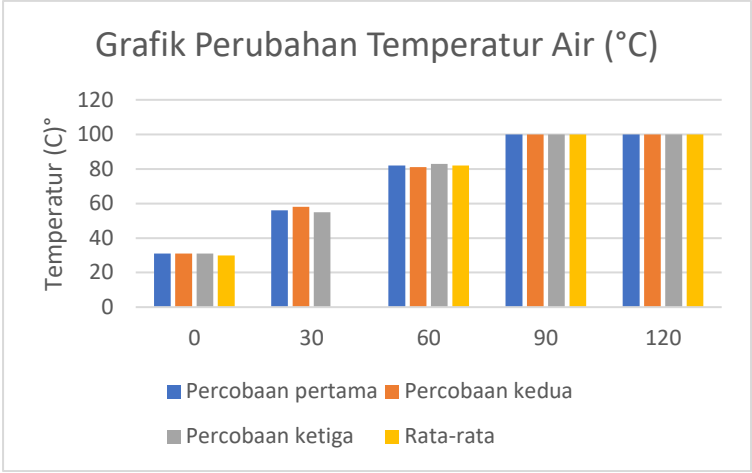
Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Percobaan ke-	Lama Pendidihan Air (menit)	Temperatur Api (°C)	Lama Nyala Api (Menit)	Massa Awal Air (ml)	Massa Akhir Air (ml)
1	1,5	719	16,92	500	450
2	1,5	730	16,71	500	450
3	1,5	725	16,80	500	460
Rata-rata	1,5	724,6	16,81	500	453,3

Sedangkan data untuk perubahan temperatur air selama proses pemanasan yang diukur setiap 30 detik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Perubahan Temperatur Air Setiap 30 Detik

Perubahan Temperatur Air (°C) Setiap 30 detik					
Detik ke-	0	30	60	90	120
Percobaan pertama	31	56	82	100	100
Percobaan kedua	31	58	81	100	100
Percobaan ketiga	31	55	83	100	100
Rata-rata	30	56,3	82	100	100



Gambar 1. Grafik Perubahan Temperatur Air Setiap 30 Detik

Berdasarkan kedua tabel diatas dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan air untuk mendidih adalah 1,5 menit. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa kinerja dari kompor ini telah melampaui kinerja dari kompor gas dan kompor listrik konvensional, sebab kompor gas dan kompor listrik konvensional rata-rata membutuhkan waktu lebih dari 6 menit untuk memanaskan air (Bonab et al., 2023; Wang et al., 2023).

Api yang dihasilkan oleh kompor selama proses pengujian juga sudah baik, yaitu ditandai dengan api yang dapat menyala dengan stabil serta dapat terus menyala selama proses pemanasan air hingga mendidih (Fauzi A.; Koekoeh R. K. W., 2020; Syarief Y. B.; Ramadhan M. N.; Sabitah A., 2020). Selama proses pemanasan air juga tidak terdapat penurunan temperatur air yang dipanaskan.

Adapun warna api yang dihasilkan pada ketiga pengujian adalah sama, yaitu berwarna biru kemerahan. Yang mana dapat mengindikasikan bahwa kinerja dari kompor ini sudah konstan dan stabil, ditunjukkan dengan tidak adanya perbedaan dari warna api yang dihasilkan pada proses pemanasan air (R. F. Naryanto, 2021).



Gambar 2. Foto Api

Perhitungan Efisiensi Termal Kompor

Sebelum menghitung nilai dari efisiensi termal kompor multifuel selama proses pemanasan air, terdapat beberapa parameter lain yang harus dihitung terlebih dahulu, yaitu:

Sensible Heat (SH)

Sensible Heat atau kalor sensibel dapat diartikan sebagai besarnya energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air selama proses pemanasan. Untuk menghitung besarnya nilai kalor sensibel selama proses pemanasan air dapat menggunakan rumus:

$$SH = m \times c \times \Delta T$$

Dimana:
SH = Kalor Sensibel (kkal)
m = Massa Air Yang Dipanaskan (0,5 kg)
c = Kalor Jenis Air (4,2 Kj/kg°c)
ΔT = Perubahan Temperatur Air Selama Proses Pemanasan (°c)

Maka:

$$SH = m \times c \times \Delta T$$
$$SH = 0{,}5\ kg \times 4{,}2\ Kj/kg°c \times 69°c$$
$$SH = 144{,}9\ Kj$$

Sehingga besarnya nilai kalor sensibel yang dibutuhkan untuk mendidikan air selama proses pemanasan adalah sebesar 144,9 Kj.

Latent Heat (LH)

Latent Heat atau kalor laten dapat diartikan sebagai besarnya energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air selama proses pemanasan. Untuk menghitung besarnya nilai kalor laten selama proses pemanasan air dapat menggunakan rumus:

$$LH = mu \times H$$

Dimana:
LH = Kalor Laten Air (Kj)
mu = Massa Air Yang Menguap (kg)
H = Kalor Laten Air (2.257 Kj/kg)

Maka:

$$LH = mu \times H$$
$$LH = 0{,}467\ kg \times 2.257\ Kj/kg$$
$$LH = 1.054{,}02\ Kj$$

Sehingga besarnya nilai kalor laten yang dibutuhkan untuk menguapkan air selama proses pemanasan adalah sebesar 1.054,02 Kj

Efisiensi Termal Kompor (η)

Efisiensi termal dapat diartikan sebagai perbandingan antara nilai kalor yang diterima oleh air dengan nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar yang digunakan selama proses pemanasan air. Untuk menghitung besarnya efisiensi termal kompor selama proses pembakaran dapat menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{Q\ serap\ air}{Q\ bahan\ bakar} \times 100\%$$

Dimana:
η = Efisiensi Termal Kompor

Q serap Air = Kalor yang diserap oleh air selama proses pemanasan (Kj)
Q bahan bakar = Kalor yang terkandung didalam bahan bakar (Kj)

Maka:

$$\eta = \frac{Q\ serap\ air}{Q\ bahan\ bakar} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{SH + LH}{mfuel \times LHV\ fuel} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{144{,}9\ Kj + 1.054{,}02\ Kj}{0{,}015\ kg \times 90.725\ Kj/kg} \times 100\%$$

$$\eta = 88.01\%$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapati bahwa besarnya efisiensi termal dari kompor multifuel selama proses pemanasan air adalah 88,01%. Besarnya efisiensi tersebut menandakan bahwa kinerja dari kompor multifuel ini sudah lumayan baik. Efisiensi dari kompor multifuel ini juga sudah dapat melampaui efisiensi dari kompor gas (44%), kompor listrik (74%), dan kompor induksi (84%) (Basit, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa kinerja kompor multifuel ini sudah lumayan baik, sebab persentase efisiensi termal kompor berada di angka 88%, yang mana sudah melebihi efisiensi dari kompor gas, konpor listrik, dan kompor induksi. Kinerja kompor yang baik telah dibuktikan dengan api yang dihasilkan oleh kompor dapat menyala dengan stabil dan mampu untuk memanaskan air hingga mendidih dalam waktu 1,5 menit, yang mana sudah dapat melampaui kinerja dari kompor gas dan kompor listrik dalam memanaskan air. Selama proses pemanasan air, suhu selalu meningkat dengan konstan dan stabil, sebab tidak terdapat penurunan temperatur air yang dipanaskan. Dalam segi warna api yang dihasilkan juga telah membuktikan bahwa kinerja kompor ini sudah baik, sebab warna api yang dihasilkan pada ketiga kali pengujian adalah sama yaitu biru kemerahan. Sedangkan dalam segi waktu nyala api, dengan bahan bakar sebanyak 150 ml, api dapat menyala selama hampir 17 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Aryansyah H.; Nurdin M. F., M. F. ; S. (2022). Analisis Efisiensi Termal Pada Kompor Biomassa Dengan Menggunakan Water Boiling Test (WBT). *Journal Bearings: Borneo Mechanical Engineering And Science*, *1*(1). https://doi.org/10.35334/bearings.v1i1.2989

Bonab, S. A., Zonouzi, S. A., & Aminfar, H. (2023). Combination of flow boiling cooling by taking advantage of helical pipes and air cooling for thermal management of lithium-ion batteries. *Journal of Energy Storage*, *72*, 108322.

Fauzi A.; Koekoeh R. K. W., M. ; S. (2020). Analisis Flame Regime Pada Pembakaran Butana-udara Di Meso-scale Combustor Dengan Sudden Expansion Dan Wire Mesh. *Jurnal STATOR*, *3*(1), 6–12.

Fauzi Y.; Rahman F., A. ; P. (2020). Performance evaluation of multifuel stoves: Case study on used oil in the Indonesian cooking context. *Energy Reports*, *6*, 1422–1430. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.06.051

Gantada E. S.; Setiawan Y.; Rodiawan Ariksa J., M. S. P. ; W. (2025). The Effect of Combustion Tube Diameter on Flame Characteristics and Water Heating Time on Multifuel Stove. *Enrichment: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, *2*(11). https://doi.org/10.55324/enrichment.v2i11.296

Kipkorir A. O.; Karani P. K., J. H. ; O. (2021). The potential of used oil as an alternative cooking fuel in rural areas of Kenya. *Energy for Sustainable Development*, *58*, 118–128. https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.12.003

Kipkorir F.; Tewo R.; Rutto H.; Enweremadu C., D. ; N. (2021). Properties of waste-distilled engine oil and biodiesel ternary blends. *CellPress Heliyon*, *7*(8). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07858

Li Zhang H. & Yang Y., W. (2021). Thermal Efficiency Evaluation of Multifuel Stoves Using WBT. *International Journal of Energy Research*, *45*(6), 2355–2367.

Naryanto, R. F. (2021). *Teknik Pembakaran*. Literasi Nusantara.

Naryanto, T. (2021). Methodological Improvements in Cooking Stove Research. *Journal of Energy Efficiency*, *15*(2), 85–92.

Puspitasari F.; Nadliroh K., K. ; R. (2020). Analisa Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Antara Biosolar, Minyak Jelantah, Dan Oli Bekas Terhadap Kecepatan Peningkatan Suhu Api. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI*, 159–164. https://doi.org/10.29407/inotek.v4i1.190

Puspitasari K., F. ; N. (2020). Comparative fuel efficiency in cooking systems using alternative fuels: A case study of used oils. *Journal of Cleaner Production*, *255*, 120183. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120183

Saparin, S., Harahap, F., Setiawan, Y., Wijianti, E. S., & Ariksa, J. (2024). Pengaruh Diameter Lubang Nozel Terhadap Karakteristik Api Dan Waktu Pemanasan Air Pada Kompor Multifuel. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, *2*(2), 512–520.

Sasmita M.; Azzahra N. W., A. ; R. (2024). Variasi aktivator H2SO4 dan NaOH untuk pemurnian oli bekas dan emisi pengujian gas buang yang dihasilkan. *Dinamika Teknik Mesin*, *14*(1), 28–35. https://doi.org/10.29303/dtm.v14i1.710

Sasmita, R. S. (2020). Pemanfaatan internet sebagai sumber belajar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, *2*(1), 99–103.

Sasmita R.; Suryani D., S. ; S. (2024). Environmental impacts of used cooking oil as an alternative fuel in rural cooking systems. *Environmental Science & Technology*, *58*(6), 3245–3252. https://doi.org/10.1021/es5027633

Surono, R. (2012). Adaptation of multifuel stoves for household energy needs: A study in rural Indonesia. *Renewable Energy*, *38*(1), 183–191. https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.07.020

Syarief Y. B.; Ramadhan M. N.; Sabitah A., A. ; S. (2020). Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran Untuk Mengoptimalkan Proses Pembakaran Boiler Pt. Pln (Persero) Sektor Pembangkitan Asam Asam Unit 3 & Unit 4. *Info-Teknik*, *21*(1), 85. https://doi.org/10.20527/infotek.v21i1.8966

Syarief Y. B. Sabitah A., R. M. N. (2020). Evaluation of used oil as alternative fuel for cooking. *Energy Research*, *34*(5), 123–134.

Tantama & Hartanto A., A. (2020). Stability of Flame and Combustion in Multifuel Cooking Stoves. *Journal of Environmental Technology*, *18*(4), 156–165.

Wang, W., Tian, H., Huo, D., & Shu, G. (2023). Review of thermally regenerative batteries based on redox reaction and distillation for harvesting low-grade heat as electricity. *Chemical Engineering Journal*, *474*, 145503.

Zhang & Xie L., J. (2019). Alternative Fuels for Cooking Stoves: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *112*(2), 453–462.