



Uji Performa Prototipe Kompor Surya Tipe Oven Setengah Silinder

Tulus Setiawan^{1✉}, Arlin Maya Sari², Munzir Absa³, Ucia Mahya Dewi⁴, Amam Taufiq Hidayat⁵

(1) Pendidikan Fisika Universitas Malikussaleh

(2) Pendidikan Matematika Universitas Malikussaleh

Email: arlin.ms@unimal.ac.id^{1✉}

Abstrak

Kompor surya merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk memasak atau memanaskan dengan memanfaatkan panas atau radiasi dari cahaya matahari sebagai sumber energi utamanya. Proyek ini dilakukan dengan tujuan: 1) membuat prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder, dan 2) mengetahui performa (daya) prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder melalui pengujian. Prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder berhasil dibuat memiliki ukuran panjang 0,90 m, diameter 0,60 m, dan jari-jari 0,40 m dengan luas reflektor 1,1304 m². Prototipe diuji cobakan dengan dipanaskan di bawah cahaya matahari langsung. Pengujian terhadap prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder mampu menghasilkan performa (daya) rata-rata sebesar 140,73 x 10⁻³ kJ/s dan mencapai suhu maksimal sebesar 68°C dengan selang waktu paling cepat sebesar 80 menit.

Kata Kunci : *prototipe, kompor surya, daya kompor surya, oven setengah silinder*

Abstract

solar cooker is a device used for cooking or heating by utilizing heat or radiation from sunlight as its main energy source. This project was carried out with the objectives of: 1) making a prototype of a half-cylinder oven-type solar cooker, and 2) knowing the performance (power) of a prototype half-cylinder oven-type solar cooker through testing. The prototype of a half-cylinder oven-type solar cooker was successfully made with a length of 0.90 m, a diameter of 0.60 m and a radius of 0.40 m with a reflector area of 1.1304 m². The prototype was tested by heating it under direct sunlight. Tests on a prototype solar stove with a half-cylinder oven type were able to produce an average performance (power) of 140.73 x 10⁻³ kJ/s and reach a maximum temperature of 68° C with the fastest time interval of 80 minutes.

Keyword: *Solar cooker prototype, Solar cooker power, Half cylinder oven*

PENDAHULUAN

Cahaya matahari merupakan salah sumber energi terbarukan dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif karena ketersediaanya yang melimpah dengan tingkat pencemaran sangat rendah terhadap lingkungan. Eksploitasi potensi energi matahari mampu menyediakan kebutuhan energi sepanjang tahun meski dengan konsumsi energi yang dimanfaatkan dalam jumlah besar atau bahkan tanpa batas. Potensi energi matahari sangat besar di wilayah Indonesia, karena berada dalam wilayah khatulistiwa dengan persentase penyinaran cahaya matahari setiap hari sepanjang tahunnya. Energi ini dapat digunakan untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan.

Berdasarkan data riset (Anhar et al., 2017) rata-rata penyinaran cahaya matahari di Indonesia dalam kondisi cuaca cerah selama 8,2 jam per hari. Data penyinaran matahari yang dihimpun oleh Kementerian ESDM (2010), radiasi cahaya matahari di Indonesia dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian wilayah, yakni wilayah barat dan timur Indonesia. Persentase penyinaran di bagian Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 10%. Sedangkan Persentase penyinaran di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi energi matahari rata-rata di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

Energi cahaya matahari dapat dimanfaatkan untuk memproduksi sel surya atau digunakan untuk memanaskan maupun mendinginkan. Beberapa penelitian menjelaskan pemanfaatan radiasi matahari sebagai sumber panas pada kompor surya. Perangkat pertama yang dibuat untuk mengumpulkan cahaya matahari dan digunakan untuk memasak adalah kompor surya tipe kotak. Perangkat ini dibuat oleh Horace de Saussure pada tahun 1767, seorang naturalis berkebangsaan Swis. Perangkat ini digunakan untuk memasak buah-buahan dan tercatat mampu mencapai suhu maksimal 190^o F (Anhar et al., 2017). Berkat penemuannya ini, Horace dijuluki bapak kompor surya.

Kompor merupakan salah satu alat penting untuk mengolah makanan sebelum dikonsumsi. Memasak adalah salah satu kegiatan rumah tangga utama yang membutuhkan energi untuk kelangsungan hidup manusia. Di seluruh dunia, energi untuk memasak bersumber dari berbagai jenis bahan bakar seperti bahan bakar fosil, kayu bakar, arang, dll. Karena kenaikan biaya gas, bahan bakar fosil, dan juga sifat epilepsi pasokan listrik di negara berkembang, sebagian besar masyarakat pedesaan dan perkotaan di beberapa negara masih menggunakan kayu bakar untuk memasak. Pembakaran kayu bakar, arang, atau sisa tanaman, pertanian, dan penggundulan hutan menyumbang

setidaknya 5–20% dari semua emisi karbon di seluruh dunia. Penggunaan bahan bakar yang tidak ramah lingkungan dan ramah lingkungan seperti bahan bakar fosil, kayu bakar, arang, dll dapat menimbulkan dampak buruk pemanasan global dan dapat menimbulkan berbagai penyakit pernafasan (Scott & Reilly, 2019). Pemanfaatan energi terbarukan (Matahari) yang bersih, aman, dan tersedia untuk memasak telah menjadi isu panas dan alternatif paling menarik. Sejarah memperjelas bahwa ide menggunakan energi matahari untuk memasak dimulai pada tahun 1650 sebagai akibat dari kekurangan bahan bakar dan penajatan yang timbul dari perang dunia kedua (Wentzel & Pouris, 2007).

Kompore dengan tenaga surya dapat menghilangkan atau setidaknya mengurangi penyakit pernafasan yang timbul dari paparan asap (Tucker, 1999). Kompore surya pada dasarnya diklasifikasikan secara luas menjadi dua kategori, kotak, dan tipe parabola (Afeed et al., 2016). Tipe kotak memungkinkan radiasi matahari langsung melalui jendela kaca untuk memasak sedangkan tipe parabola menggunakan reflektor cahaya dengan panci memasak diposisikan pada titik fokus di mana sinar matahari difokuskan (Kumaresan et al., 2016; Noman et al., 2019).

Beberapa penelitian tentang berbagai konfigurasi kompore tenaga surya tipe kotak dan parabola telah dilaporkan (Hafez et al., 2016; Komolafe & Okonkwo, 2022; Kumar et al., 2008; Noman et al., 2019). Namun, kedua jenis kompore surya tersebut masih perlu pengembangan. Pada kompore surya tipe kotak, proses pemanasan membutuhkan waktu yang sangat lama sehingga tidak semua bahan makanan dapat diolah menggunakan kompore ini. Sementara, pada kompore surya parabola desai kompore terbuka sehingga panas yang dihasilkan dari pemfokusan radiasi matahari mengalami *loss energy* yang cukup besar. Upaya untuk meningkatkan kinerja sistem kompore surya membutuhkan inovasi untuk menyimpan panas (Afeed et al., 2016). Penyimpanan energi termal menjadi fitur penting dari manajemen panas pada kompore sehingga dapat memanaskan dengan lebih efektif. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan kompore surya berdesain oven setengah silinder.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, penelitian yang dilakukan secara sistematis untuk mengetahui performa (daya) yang dihasilkan oleh prototipe kompore surya tipe oven setengah silinder. Penelitian dilakukan di Kelurahan Kandang Limun Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September. Pengujian performa dilakukan pada saat hari cerah mulai pukul 10.00 – 15.00 WIB. Pemilihan waktu bertujuan untuk mendapatkan panas maksimal dari sinar

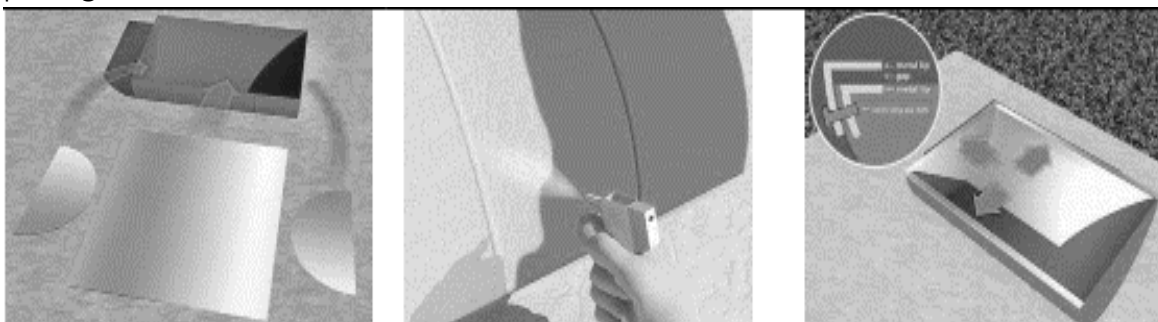
matahari. Pengujian dilakukan dengan meletakkan kompor surya dibawah panas matahari langsung. Catat waktu nol mulai dari ketika kompor diletakkan sampai kompor mencapai suhu maksimal secara stabil (bertahan lebih dari 10 menit). Catat suhu awal kompor dan catat perubahan suhu pada kompor tiap 10 menit.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian uji performa kompor surya tipe oven setengah silinder disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Nama Alat/ Bahan	Jumlah
1	Drum ukuran 90cm x 60cm	1 Buah
2	Kaca polos tebal 3mm ukuran 90cm x 60 cm	1 Buah
3	Cermin tebal 2mm ukuran 90cm x 150cm	1 Buah
4	Besi silinder panjang 380cm	1 Buah
5	Besi siku panjang 320cm	1 Buah
6	Termometer oven	1 Buah
7	Termometer raksa	1 Buah
8	Panci berisi air 1 liter	1 Buah
9	Lux meter	1 Buah
10	Pengukur waktu	1 Buah
11	Gelas ukur	1 Buah

Rancangan pembuatan prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Desain kompor surya setengah silinder

Kerangka terbuat dari drum ukuran 90 cm x 60 cm yang dibelah dua. Kemudian kerangka dilapisi reflektor cermin datar ukuran lebih kurang 2,6 m x 1,0 m, dan dibentuk mengikuti kerangka drum setengah silinder.

Bagian luar kompor kemudian di cat seluruhnya dengan warna hitam, bertujuan supaya kompor mampu menahan panas dari dalam kompor dan mampu menyerap panas dari luar kompor. Pada bagian atas ditutup dengan kaca dengan ukuran 1,0 m x 0,8 m. Pemasangan penutup kaca bertujuan untuk menahan panas radiasi cahaya matahari supaya mengurangi energi yang keluar dari sistem.

Pengujian performa (daya) kompor surya tipe oven setengah silinder dilakukan dengan memanaskan kompor surya dibawah sinar matahari langsung mulai pukul 10.00 – 15.00 WIB. Performa (daya) kompor surya dapat diketahui dari kemampuan kompor surya untuk mencapai suhu maksimal. Persamaan yang digunakan untuk menghitung daya kompor surya adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{A \times Ir}{1000}$$

Dengan P adalah daya kompor surya tipe oven setengah silinder dengan satuan kilo joule persekon (kJ/s). A adalah luas reflektor kompor surya dengan satuan meter kuadrat (m²). Luas reflektor kompor surya dihitung dengan menggunakan persamaan setengah x luas silinder dengan diameter silinder 60 cm dan tinggi 90 cm. Ir adalah intensitas cahaya terukur pada saat pemanasan dengan koversi satuan lux menjadi satuan watt permeter kuadrat (W/m²).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prototipe Kompor Surya Tipe Oven Setengah Silinder

Pengembangan kompor surya dalam penelitian ini terletak pada desain dan sistem kompor. Desain yang dikembang pada penelitian ini adalah desain setengah silinder dengan kaca penutup. Cahaya matahari akan dipantulkan pada satu titik fokus disepanjang panjang silinder. Desain ini memungkinkan untuk penggunaan lebih dari 1 tungku. Prinsip kerja dari desain ini mirip dengan oven, dimana kaca yang digunakan sebagai penutup berfungsi untuk mengurangi loss energi dari sistem kompor surya.. Tipe oven bertujuan untuk dapat menahan panas tetap didalam kompor. Tipe silinder fokus kompor berbentuk garis yang memanjang sehingga dapat digunakan untuk dua atau lebih pemanasan.



Gambar 2. Prototipe Kompor Surya Tipe Oven Setengah Silinder

Bahan kompor surya tipe oven setengah silinder yakni drum besi warna hitam, kaca 3 mm, cermin 2 mm, besi ulir, besi siku, termometer oven, lem kaca, alumunium. Rangka kompor surya terbuat dari drum besi warna hitam dengan ukuran tinggi 90 cm dan diameter 60 cm yang dibelah menjadi dua bagian yang sama. Reflektor kompor surya menggunakan cermin datar 2 mm dengan ukuran panjang 160 cm, lebar 85 cm, dan luas . Cermin 2 mm kemudian di potong menjadi ukuran 8 x 85 cm dan 30 x 60 cm. Cermin di pasang pada bagian dalam drum dengan di lem menggunakan lem kaca. Kemudian tutup kompor surya dari kaca polos 3 mm dengan ukuran panjang 90 cm dan lebar 60 cm. Tutup ini dapat ditutup dan dibuka dengan sistem engsel yang di pasang pada salah satu sisi panjangnya. Penyangga kompor surya terbuat dari besi siku berbentuk persegi panjang dengan panjang 90 cm dengan lebar 50 cm. Kaki-kaki penyangga terbuat dari besi ulir dengan tinggi 50 cm. Penyangga kompor surya dihubungkan dengan kaki-kaki penyangga dan didesain untuk dapat dimiringkan kekanan dan kekiri dengan kemiringan maksimal mencapai 60°. Termometer oven digunakan untuk mengukur suhu ruangan dalam kompor surya tipe oven setengah silinder. Termometer ini mempunyai dua pengukur suhu yaitu dalam derajat Celcius dengan suhu maksimal 200⁰ C dan derajat Fahrenheit dengan suhu maksimal 400⁰ F. Termometer oven dipasang pada kaca penutup dengan ditempel pada bagian dalam kaca penutup menggunakan lem kaca. Penutup kaca kompor surya tipe oven setengah silinder dibuat tidak vakum. Hal ini dimaksudkan agar tekanan dalam kompor surya tipe oven setengah silinder tidak mengalami kenaikan agar cermin tidak mendapat tekanan yang cukup tinggi ketika suhu kompor surya mengalami kenaikan.

Performa kompor surya tipe oven setengah silinder diuji dengan memanaskan kompor surya pada hari cerah dengan intensitas cahaya penuh. Pengumpulan data dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada hari yang berbeda. Intensitas cahaya terukur menggunakan alat ukur lux meter dalam satuan lux. Data pengamatan performa kompor surya disajikan dalam tabel dibawah ini:

Table . Data Pengamatan Uji Performa Kompor Surya

N o	Pengamatan	Selang Waktu (menit)	Suhu awal (°C)	Suhu max (° C)	Rata-rata Intensitas cahaya (lux)
1.	Kesatu	100	36	68	81166,67
2.	Kedua	80	38	68	87650,00
3.	Ketiga	220	36	68	80166,67
Rata-rata		133,3	36,7	68	82994,45

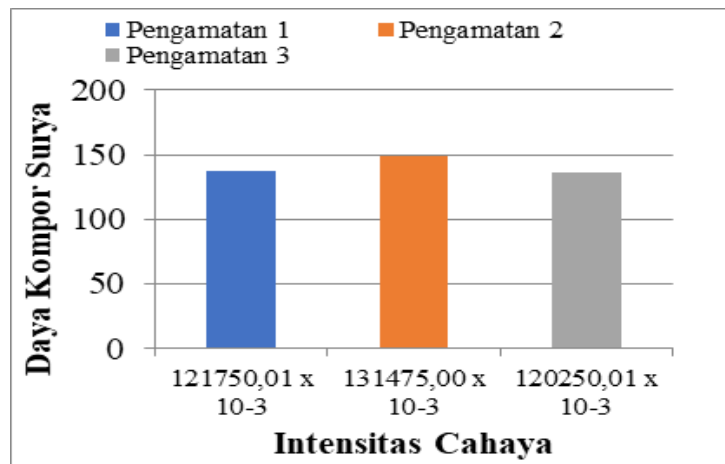
Perbedaan lama waktu yang dibutuhkan kompor surya mencapai suhu maksimal pada pengamatan 3 dibandingkan dengan pengamatan 1 dan pengamatan 2 disebabkan karena intensitas cahaya matahari yang tidak stabil pada pengamatan 1. Suhu kompor sempat menurun dari 660 C menjadi 540 C selama selang waktu 40 menit atau 2400 detik dari menit ke 80 sampai menit ke 120. Berdasarkan data pengamatan pada tabel 2 analisis terhadap kompor surya tipe oven setengah silinder diperoleh dengan performa (daya) yang disajikan dalam tabel 3, dimana luas area dari kompor adalah 1,1304 m².

Tabel 3. Pengamatan Intensitas Cahaya Terukur

No	Pengamatan Ke-	Intensitas terukur (W/m ²)	Daya (kJ/s)
1	Satu	121,75001	137,63x10 ⁻³
2	Dua	131,47500	148,62x10 ⁻³
3	Tiga	120,25001	135,93x10 ⁻³
Rata-rata		124,49167	140,73x10 ⁻³

Rata-rata jumlah daya yang dihasilkan kompor surya tipe oven setengah silinder sebesar 140,73 x 10⁻³ kJ/s dengan rata-rata jumlah intensitas cahaya matahari terukur sebesar 124491,67 x 10⁻³ W/m². Daya paling besar yang dihasilkan kompor surya tipe oven setengah silinder pada pengamatan 2 yakni sebesar 148,62 x 10⁻³ kJ/s dengan rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 131475,00 x 10⁻³ W/m². Dengan daya tersebut kompor surya membutuhkan waktu selama 80 menit untuk mencapai suhu maksimalnya yakni 68⁰ C.

Daya yang dihasilkan kompor surya sebanding dengan luas reflektor kompor surya dan rata-rata intensitas cahaya matahari yang terukur. Semakin luas reflektor kompor surya dan semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang menyinari kompor surya, maka semakin besar energi yang dihasilkan kompor surya tiap satuan waktu. Hubungan antara daya yang dihasilkan kompor surya tipe oven setengah silinder dengan rata-rata intensitas cahaya matahari terukur ditunjukkan melalui diagram dibawah ini :



Gambar 2. Hubungan Daya Kompor terhadap Intensitas Cahaya Terukur

Prinsip dasar kompor surya menurut Burlian, et al (2010:33), yaitu: (1) Pemusatan cahaya matahari. Beberapa perangkat biasanya berupa cermin atau sejenis bahan metal atau logam yang memantulkan cahaya digunakan untuk memusatkan cahaya dan panas matahari kearah area memasak yang kecil, membuat energi lebih terkonsentrasi dan lebih berpotensi menghasilkan panas yang cukup untuk memasak. (2) Mengubah cahaya menjadi panas. Bagian dalam kompor surya dan panci, dari bahan apapun asal yang berwarna hitam dapat meningkatkan efektivitas pengubahan cahaya menjadi panas. (3) Memerangkap panas. Upaya mengisolasi udara didalam kompor dari udara diluarnya akan menjadi penting. Hal ini dimaksudkan agar meminimalkan hilangnya kalor keluar dari dalam kompor.

Prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder cukup mampu dijadikan alat alternatif melalui pemanfaatan energi sinar matahari sebagai alat pemanas. Prinsip kerja kompor surya tipe oven setengah silinder adalah memfokuskan sinar matahari melalui reflektor setengah silinder dan menahan panas dari radiasi kompor melalui penutup kaca sehingga energi panas yang dihasilkan didalam ruang kompor efisien untuk memanaskan atau memasak. Bagi daerah beriklim tropis seperti Indonesia khususnya daerah Bengkulu dengan intensitas cahaya matahari yang berlimpah, kompor tenaga surya dapat menjadi alat alternatif yang tepat untuk kegiatan memanaskan atau memasak.

Kompor energi surya yang hemat, efisien, ramah lingkungan, dan aman dari bahaya kebakaran. Kompor yang telah dihasilkan ini hemat energi karena tidak menggunakan bahan bakar fosil dan memanfaatkan energi dari sinar matahari yang melimpah. Kompor surya ini juga ramah lingkungan karena tidak menghasilkan asap yang menimbulkan polusi udara serta cukup aman dari bahaya kebakaran karena tidak menggunakan nyala api dalam penggunaannya.

Namun alat kompor tenaga surya juga memiliki kelemahan. Kelemahan utama alat ini adalah sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang tidak stabil setiap waktunya. Hal ini dikarenakan intensitas cahaya matahari merupakan sumber energi utama kompor tenaga surya. Intensitas cahaya matahari bergantung pada keadaan cuaca yang berubah-ubah.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut; Prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder telah berhasil dirancang dan dibuat dengan ukuran panjang 90 cm, diameter 60 cm, dan luas reflektor 1,1304 m². Prototipe kompor surya tipe oven setengah silinder mampu menghasilkan daya rata-rata sebesar 140,73 x 10⁻³ kJ/s dan mencapai suhu maksimal sebesar 68^o C dengan selang waktu paling cepat sebesar 80 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Afeed, A., Arjun, R. N., Arjun, T. S., & Shaji, J. (2016). Stored Energy Solar Stove. *IJRST – International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 2(11), 241–247. www.ijrst.org
- Anhar, A. S., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 2(3), 1–7.
- Hafez, A. Z., Soliman, A., El-Metwally, K. A., & Ismail, I. M. (2016). Solar parabolic dish Stirling engine system design, simulation, and thermal analysis. *Energy Conversion and Management*, 126, 60–75. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.07.067>
- Komolafe, C. A., & Okonkwo, C. E. (2022). Design, Fabrication, and Thermal Evaluation of a Solar Cooking System Integrated With Tracking Device and Sensible Heat Storage Materials. *Frontiers in Energy Research*, 10(March), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.821098>
- Kumar, N., Agravat, S., Chavda, T., & Mistry, H. N. (2008). Design and development of efficient multipurpose domestic solar cookers/dryers. *Renewable Energy*, 33(10), 2207–2211. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.01.010>
- Kumaresan, G., Vigneswaran, V. S., Esakkimuthu, S., & Velraj, R. (2016). Performance assessment of a solar domestic cooking unit integrated with thermal energy storage system. *Journal of Energy Storage*, 6, 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.est.2016.03.002>
- Noman, M., Wasim, A., Ali, M., Jahanzaib, M., Hussain, S., Ali, H. M. K., & Ali, H. M. (2019). An investigation of a solar cooker with parabolic trough concentrator. *Case Studies in*

Thermal Engineering, 14, 100436. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100436>

Scott, A. F., & Reilly, C. A. (2019). Wood and Biomass Smoke: Addressing Human Health Risks and Exposures. *Chemical Research in Toxicology*, 32(2), 219–221. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.8b00318>

Tucker, M. (1999). Can solar cooking save the forests? *Ecological Economics*, 31(1), 77–89. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00038-5)

Wentzel, M., & Pouris, A. (2007). The development impact of solar cookers: A review of solar cooking impact research in South Africa. *Energy Policy*, 35(3), 1909–1919. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.06.002>