

# BERBAGAI BRIKET SAMPAH ALAM UNTUK BAHAN BAKAR TUNGKU HEMAT ENERGI (THE) S1 DAN S2

---

**Herliyani Suharta**

Balai Besar Teknologi Energi (B2TE), BPPT  
PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang 15314, Indonesia  
Email: herli@iptek.net.id, Phone: +62 8129355381

## ABSTRAK

Kesulitan mendapatkan minyak tanah dan gas menyebabkan banyak ibu rumah tangga beralih ke kayu bakar. Makalah ini menguraikan hasil penelitian alternatif bahan bakar yang lebih hemat, mudah didapat/dibuat, serta menampilkan hasil percobaan penggunaan bahan bakar tersebut dalam Tungku Hemat Energi (THE) untuk merebus air. Beberapa tungku hemat energi dibahas secara singkat. Bentuk THE S1 dan THE S2 mungil dan ringan sehingga mudah dibawa-bawa untuk promosi ke daerah yang jauh. Perhitungan produksi massal diberikan sebagai masukan dalam menghitung harga unit menyesuaikan kemampuan dan fasilitas di suatu industri lokal. Perhitungan pendanaan ini mencakup upaya penyebar-luasannya melalui pendidikan masyarakat dan *training for trainers*. Diharapkan THE hasil riset ini akan terapkan dan menyebar dengan cepat menampilkan aksi nyata menghemat penggunaan kayu di alam agar pohon-pohon di sekitar hunian tidak cepat habis dan menghindarkan daerah yang luas agar tidak cepat menjadi tandus.

**Kata kunci:** Briket sampah alam, Kayu bakar, *Net heating value*, Tungku hemat energi.

## ABSTRACT

The difficulties in getting kerosene and liquid petroleum gas cause women to change the energy used for cooking to firewood. This paper described the research efforts to find out alternative fuel for cooking that can be easily found and made and also its use in an efficient stove (THE) to boil 5 liters water. Several stoves are compared briefly. THE S1 and THE S2 are light made them easy to be carried for promotion. Mass production is described as a based to derive a single price that match to the local industries capability. The calculation covers an effort for its dissemination via community education and also covers the cost of training for trainers. It is expected that this research findings will be implemented and spread vastly in order to promote the real action to save firewood and to slowdown the desertification process of green areas around the settlements.

**Keywords:** Briquette of natural waste, Firewood, Net heating value, Efficient stove.

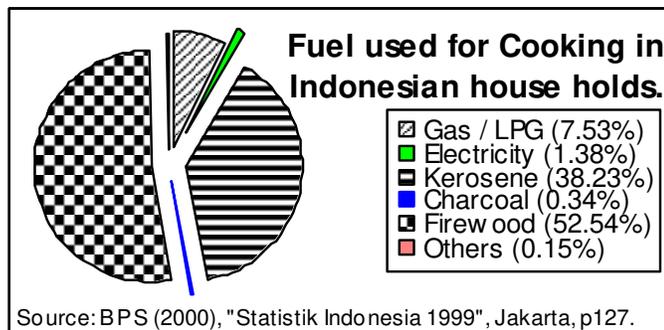
## 1. PENDAHULUAN

Data Statistik Indonesia 1999 menampilkan bahwa pengguna kayu bakar ada sebanyak 52,54%. Survey yang dilakukan pada tahun 1998 untuk mengetahui kebutuhan kayu bakar dipedesaan menunjukkan bahwa [1]:

- Keluarga yang membeli kayu bakar, rata-rata kebutuhan kayu mereka adalah 300 kg/bulan.
- Keluarga yang memungut kayu dari alam melakukannya 9 kali/bulan, tiap kali pengumpulan sebanyak 15-20 kg atau 135 - 180 kg per bulan.

“Tungku 3 batu” masih dipakai secara luas diperdesaan Indonesia, namun disain yang seadanya ini amat memboroskan kayu alam.

Harga minyak tanah yang mahal dan kesulitan mendapatkan gas bagi kompor gas bantuan pemerintah menyebabkan banyak ibu rumah tangga beralih ke kayu bakar yang diperoleh dari alam dengan cuma-cuma. Hal ini memperberat beban lingkungan. Mengingat semakin susutnya sumber daya alam dan hutan, maka dalam makalah ini diuraikan hasil penelitian mencari bahan bakar yang lebih hemat, mudah dibuat, lihat bagian 2. Hasil percobaan penggunaan bahan bakar tersebut dalam THE S1 dan THE S2 untuk merebus 5 liter air diuraikan di bagian 3. Berbagai tungku yang memanfaatkan briket dan ranting dibahas di bagian 4. Perhitungan produksi massal diberikan pada bagian 5. Makalah hasil penelitian ini memuat banyak gambar guna mempermudah menerima dan menerapkan hasil penelitian ini.



“Tungku 3 batu”

## 2. CARA PEMBUATAN BRIKET SAMPAH ALAM

Sampah alam adalah sampah yang dihasilkan alam, misalnya ranting, daun, rumput, ilalang kering, **Gbr. 1**.



**Gbr 1. (a)** Ranting kering. **(b)** Ilalang. **(c)** Daun dan rumput dibakar percuma

Ranting pohon yang mudah mengering semacam kemlandingan atau angšana atau rambutan memiliki heating value yang tinggi, lihat **Tabel 1**. Ranting kecil biasanya tidak

dimanfaatkan dalam "tungku 3 batu". Ranting kecil ini dapat dimanfaatkan untuk merebus air dengan amat baik dalam tungku hemat energi. Dedaunan dan rumput bisa dimampatkan agar mudah dipegang dan dapat terbakar dengan hanya mengeluarkan sedikit asap. Bahan yang dimampatkan ini disebut briket, lihat **Gbr. 2**.



**Gbr 2.** (a) Briket campuran kertas-daun bambu. (b) Briket kertas bentuk memanjang, hasil peras genggam. (c) Briket campuran daun-rumput hasil pencetakan sederhana. (d) Ilalang ikat. (e) Briket kertas bentuk bulat pipih, hasil peras dua telapak tangan. (f) ranting kecil. Briket sampah alam sebaiknya disimpan dalam kantong berlubang-lubang dan digantung ditempat kering.

## 2.1. Ilalang

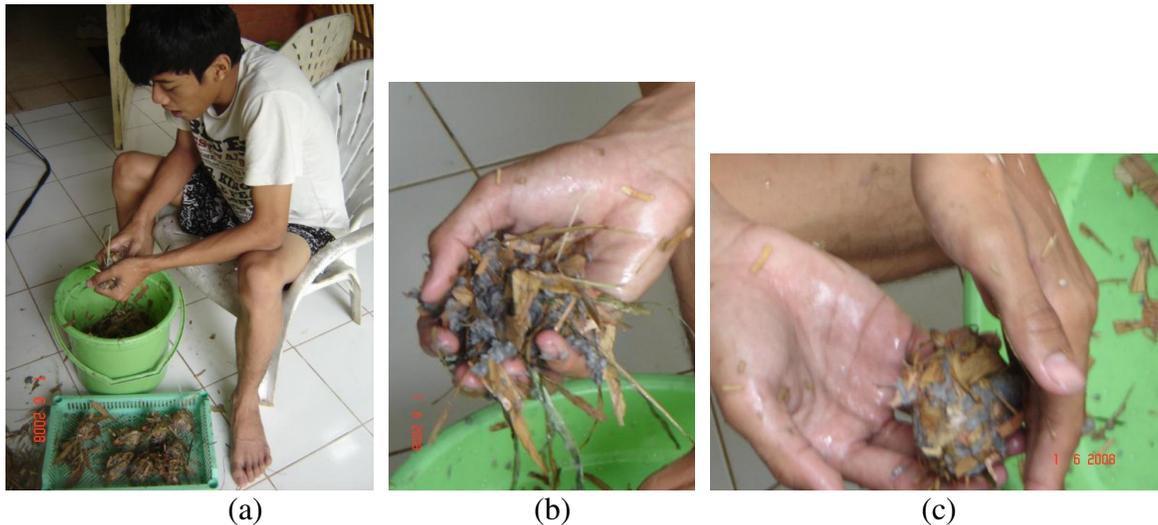
Pucuk ilalang yang berserabut amat mudah terbakar. Baik untuk penyalaan awal. Nilai kalor (*heating value*) ilalang kering bisa disamakan dengan jerami atau merang kering. Karena bentuknya yang kecil jadi perlu disatukan / dimampatkan. Cara paling mudah adalah mengikat 2 batang ilalang kering yang dilipat-lipat per 10 cm dan batang ketiga untuk mengikat, lihat **Gbr. 2d**. Upayakan ilalang ikat tidak terlalu besar. Agar saat terbakar dan ikatan terlepas, tungku masih mampu mengakomodasikannya. Saat ilalang terurai dan terbakar api mendadak membesar.

## 2.2. Briket Kertas dan Briket Campuran Kertas-Sampah Alam

Sampah kertas, koran dan karton yang tidak terpakai bisa dijadikan bahan bakar sekaligus menjaga mengurangi volume sampah. Briket kertas amat mudah pembuatannya, lihat **Gbr. 3**. Tidak diperlukan tambahan lem karena kertas sudah mengandung bahan perekat. Setelah kering briket kertas amat ringan namun keras.



**Gbr. 3.** (a) Rendam dengan air semalam, tiriskan. (b) Ambil segenggam dan peras, 20 lembar koran bisa jadi 48 briket bentuk genggam. (c) Briket kertas aman dan bersih.



**Gbr. 4.** (a) Bubur kertas dicampur dengan daun bambu kering, lalu diremas-remas. (b) Ambil segenggam dan (c) peras dengan kepalan kita.

**Gambar 4** menampilkan pembuatan briket campuran kertas dan bahan alam serupa dengan proses di atas, hanya ditambahkan daun kering, atau rumput kering, atau serbuk gergaji, atau serutan kayu, atau sekam. Diaduk merata lalu cetak. Kertas berfungsi sebagai perekat.

**Tabel 1. Net Heating Value Limbah pertanian, kayu bakar, arang, batubara & kerosen**

Source: [2] Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor, 1978.

Default IPCC: energy content of wood is 15 MJ/kg

		<i>Water content of sample at dry air basis</i>	<i>Net Heating Value *) at dry air basis</i>	<i>Net Heating Value at dry air basis</i>
<b>Biomass</b>		(%)	<i>kcalories/kg sample</i>	<i>MJ/kg sample</i>
1	<i>Rice husk (sekam)</i>	20.7	3052.9	12.78
2	<i>Rice stem / trunk (jerami)</i>	18.9	2914.5	12.20
3	<i>Rice straw (merang)</i>	15.1	3205.4	13.42
4	<i>Corn cob (janggal)</i>	30.5	3523.9	14.75
5	<i>Corn stem/ trunk</i>	19.5	3674.6	15.38
6	<i>Leaf-skin of corn-kernel (kelobot)</i>	17.6	3620.6	15.16
7	<i>Casava stem/ trunk</i>	11.8	3894.5	16.31
8	<i>Peanut bushes</i>	15.7	3545.6	14.84
9	<i>Soy bean bushes</i>	24.1	3479.8	14.57
10	<i>Green bean bushes</i>	21.4	3472.5	14.54
11	<i>Bagasse (ampas tebu)</i>	23.2	3791.5	15.87
12	<i>Peanut shells</i>	14.3	4146.8	17.36
13	<i>Coconut shells</i>	14.6	4128.9	17.29
14	<i>Coconut fibers</i>	14.8	4004.8	16.77
15	<i>Kernel shell of palm-oil (tempurung kelapa sawit)</i>	13.3	4327	18.12
<b>Firewood of</b>				
16	<i>Old rubber tree</i>	13.9	3957.1	16.57
17	<i>Kaliandra tree</i>	14.9	4035.4	16.90
18	<i>Kemlandingan tree</i>	24.1	3578.9	14.98
19	<i>Angsana tree</i>	16.9	3763.4	15.76
20	<i>Bamboo branches</i>	17.9	3851.7	16.13
21	<i>Saw dust of teak wood</i>	13.1	4543.6	19.02
22	<i>Saw dust of mixture-wood</i>	19.6	3992.6	16.72
23	<i>Charcoal</i>	7.2	7110	29.77
<b>Fossil fuel</b>				
24	<i>Coal</i>	1.9 - 15.5	6038 -8264	25.28
25	<i>Kerosene, solar</i>		10500 -10700	43.96

### 3. PERCOBAAN MEREBUS AIR DENGAN THE-S2 DAN THE-S1

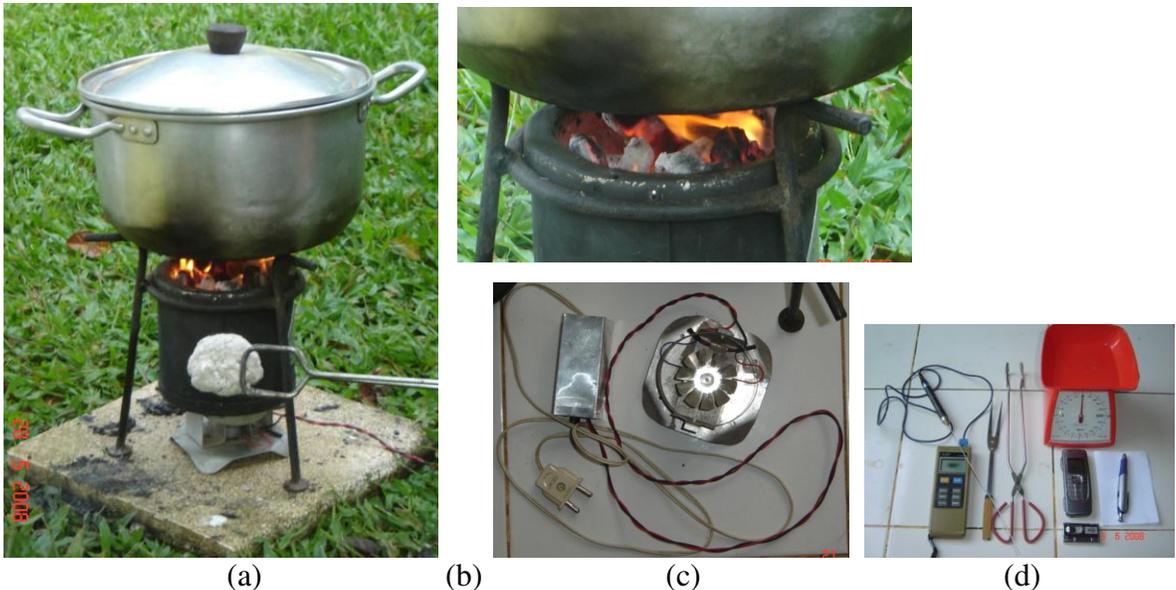
THE S2 terdiri dari 3 bagian yaitu kipas angin kecil yang diletakkan di bawah tungku, tungku dan penunjang panci air berbentuk lingkaran dengan tiga kaki penunjang. Kipas angin untuk mengalirkan udara agar terjadi pembakaran sempurna secara terus menerus guna mengurangi asap. Merebus air merupakan beban standard dalam uji teknologi energi untuk memasak karena kemudahannya untuk diperbandingkan.

Berikut ini diberikan informasi bakteri yang sering menyebabkan sakit pada manusia. Bakteri yang berbahaya bagi kesehatan dan sering ditularkan melalui makanan adalah:

- Bakteri *Salmonella typhosa*, penyebab penyakit typhus.
- Bakteri *Vibrio comma*, penyebab penyakit kolera.
- Bakteri *Shigella dysenteriae*, penyebab penyakit disentri.
- Bakteri *Staphylococcal*, tumbuh pada susu dan pada makanan yang mengandung susu.

Bakteri Salmonella mati pada temperatur 71°C. Pada temperature 80°C, bakteri-bakteri dalam makanan ini telah mati [1].

#### 3.1. Percobaan Merebus 5 Liter Air dengan Briket Kertas, Kayu Ranting dan Ilalang



**Gbr. 5.** (a) Merebus 5 liter air dengan THE S2 menggunakan bahan bakar briket kertas bulat pipih. (b) Nyala api briket kertas. (c) Kipas angin dengan 2 level aliran udara (A1 dan A2). (d) Perlengkapan percobaan: digital termometer dan *stick temperature sensor*, pengorek abu, *stainless steel handle*, penimbang bahan bakar, timer dan penyimpan data, korek dan pen.

Saat merebus air dan saat temperature air meraihi 85-86 °C terdengar bunyi air panas yang dalam bahasa Jawa dikatakan "kemrengseng".

Bila merebus air lalu terdengar bunyi "kemrengseng", ini pertanda air sudah terbebas bakteri. Pada masa sulit antara tahun 1963-1966, banyak ibu mematikan kompor minyak tanahnya bila air "kemrengseng" untuk menghemat minyak, namun air sudah laik diminum.

### 3.2. Pengamatan Api Saat Pembakaran Bahan Bakar Briket Kertas

Penyalan awal dilakukan dengan 3 briket kertas yang ujungnya dioles minyak jelantah agar api tidak mudah padam. Briket kertas yang padam nampak gosong dan mengeluarkan asap. Api dari briket kertas stabil. Abu dan bara briket kertas tidak mengempis meskipun di atasnya diletakkan umpan briket baru, sehingga nampak seolah-olah bahan bakar masih penuh, lihat **Gbr. 5b** dan **Gbr. 6**. Oleh sebab itu pengumpanan briket sebaiknya dilakukan secara sinambung dengan jarak waktu tanpa memperhatikan api. Bila tidak ditambah briket baru, bara bisa mati saat sedang memasak.



**Gbr. 6.** Abu dan bara briket kertas tidak mengempis meskipun di atasnya diletakkan umpan briket kertas yang baru, sehingga nampak seolah-olah bahan bakar masih penuh

### 3.3. Pengamatan Api Saat Pembakaran Bahan Bakar Ranting

Ranting-ranting kecil ini dapat dimanfaatkan untuk merebus air dengan amat baik. Ranting dipatah-patahkan sepanjang 10-12 cm, ranting yang besar dibelah, lihat **Gbr. 7a**.

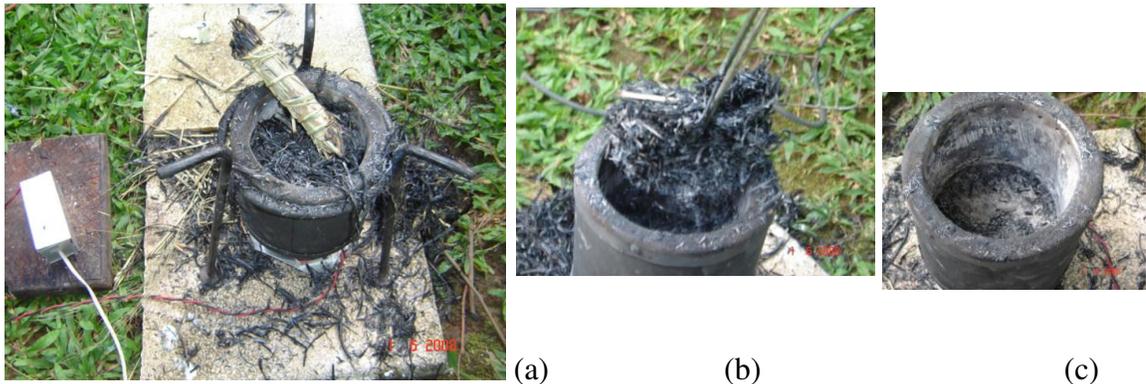


**Gbr. 7.** (a) bahan bakar ranting kering, (b) nyala api pembakaran ranting, (c) sisa pembakaran setelah air mendidih.

### 3.4. Pengamatan Api Saat Pembakaran Bahan Bakar Ilalang

Setelah diumpun 2 ikat ilalang, api berkobar besar tapi segera mengecil, sehingga perlu umpun yang kontinyu agar api lebih stabil. Upayakan ikatan ilalang tidak terlalu besar, agar saat ilalang terbakar dan pengikat terlepas, 'tempat pembakaran' masih mampu mengakomodasi volume ilalang yang terurai. **Gbr. 8a** nampak serpih ilalang berjatuhan disekitar tungku. Kecepatan merebus air ditampilkan pada **Gbr. 10 kanan**. Percobaan dihentikan, api padam karena tertutupnya lubang aliran udara oleh abu.

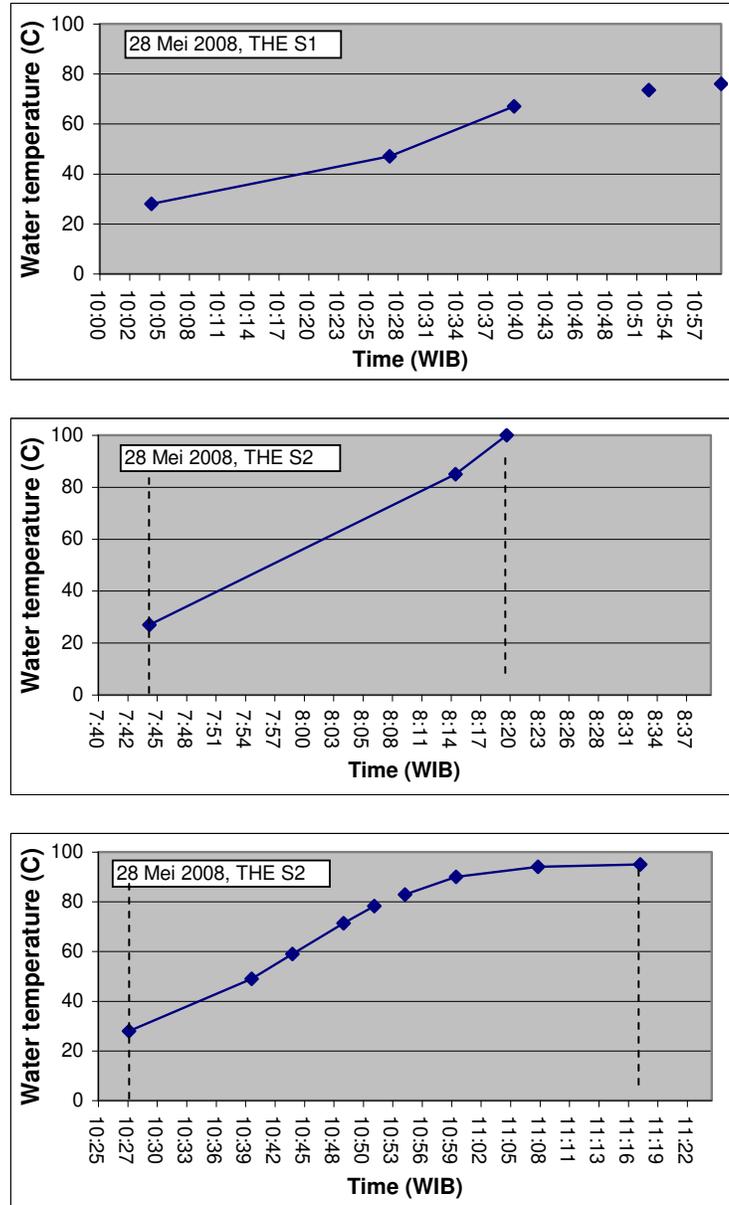
Saran penyempurnaan disain: THE untuk ilalang sebaiknya didisain lebih besar, agar tungku dapat menampung abu lebih banyak. Buat disain alat pres untuk memampatkan ilalang.



**Gbr. 8.** (a) Perhatikan kabel jangan sampai terbakar oleh ilalang menyala yang terjatuh dari tungku. (b) Abu ilalang berbentuk halus dan batang-batang gosong memenuhi tungku/tempat pembakaran. (c) Tungku /tempat pembakaran (THE S2) yang sudah dikosongkan

### 3.5. Percobaan Merebus Air dengan THE S2

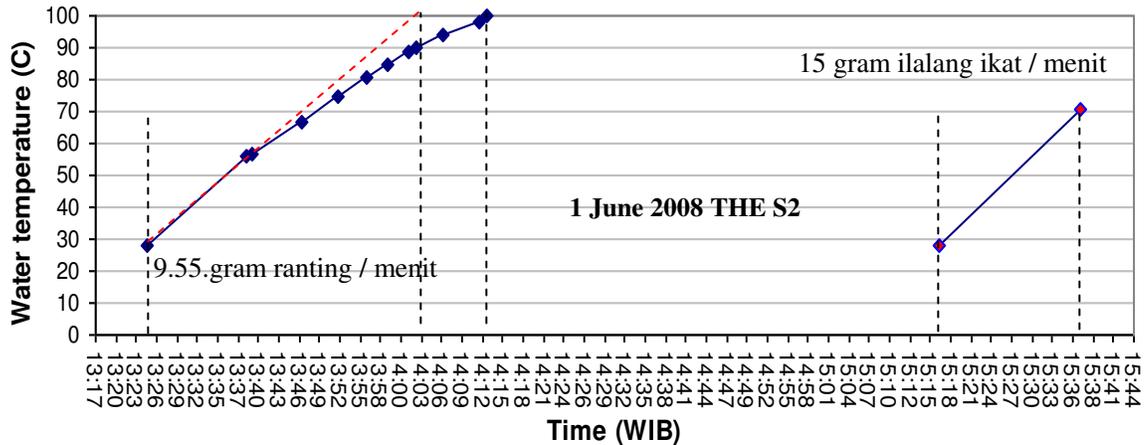
Hasil percobaan merebus air dengan THE S2 dan bahan bakar ranting diberikan pada **Gbr. 9** dan **Gbr. 10 kiri**. Saat pengapian awal, didalam tunggu ada ranting sebanyak 100 gram, begitu pembakaran sempurna tercapai, api jadi besar. Dengan aliran udara A2 terdengar berdesis, lalu aliran udara direndahkan ke A1, desis berhenti dan api tetap besar. Api ranting stabil. Terbakarnya ranting sering menimbulkan suara gemeretak.



**Gbr. 9. a)** Experimen ke-1 dengan THE S1 dihentikan setelah 60 menit. Ada angin sehingga api menjilat kesamping mengganggu proses koveksi termal ke panci di atasnya. Proses pendidihan 5 liter air dalam panci aluminium melambat. Selain itu alur sirkulasi udara tertutup abu karena abu tidak dikorek agar tidak menghalangi sirkulasi udara. Bahan bakar briket kertas yang terpakai 400 gram. Kecepatan suplai briket 9,6 gram/menit.

**b)** Experimen ke-1 dengan THE S2. Gerak api ke atas, sesuai semburan udara dari kipas. 5 liter air dalam panci aluminium mendidih setelah 36 menit (7:44-8:20). Briket kertas yang terpakai 400 grams. Kecepatan suplai briket 11,1 gram/menit. Tidak ada angin.

c) Experimen ke-2 dengan THE S2. Ada angin sehingga api menjilat-jilat ke samping. Pengamatan gerak api, mengindikasikan adanya sumbatan di jalur sirkulasi udara sehingga air lambat mendidih. Experimen merebus 5 liter air dalam panci stainless steel dihentikan pukul 11:18 (setelah 50 menit) saat temperatur air 95 °C. Briket kertas yang terpakai 320 gram. Kecepatan suplai briket 6,4 gram/menit.



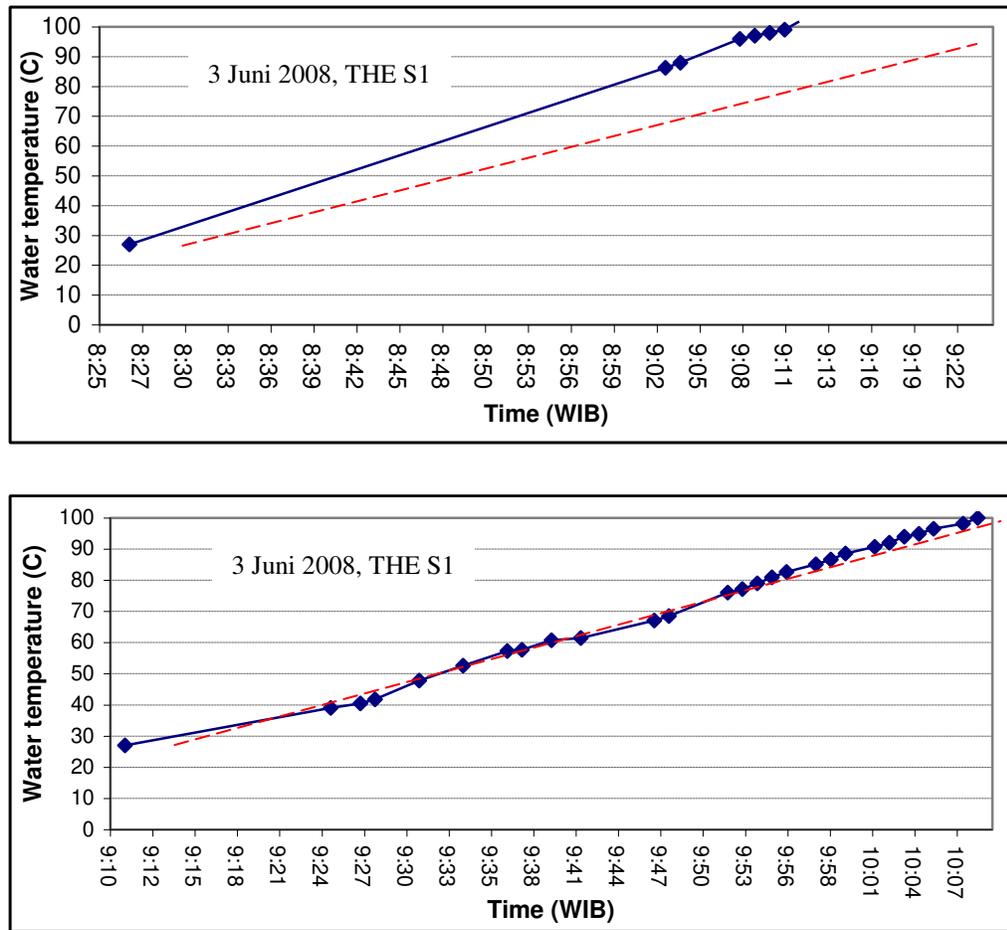
**Gbr. 10 kiri:** Air mendidih setelah 48 menit (13:25-14:13). Bahan bakar ranting yang diperlukan sampai air mendidih adalah 450 gram. Kecepatan suplai ranting 9,58 gram/menit. Bila kenaikan temperatur air curam seperti pada 10 menit awal, maka air diduga akan mendidih pada pukul 14:03 (garis merah), akan lebih cepat 10 menit. Pada jumlah bahan bakar yang sama, ini berarti kecepatan suplai ranting 11,9 gram/menit.  
**kanan:** Bahan bakar ilalang ikat yang diperlukan sampai air mencapai temperatur 71°C (15:16-15:37) adalah 300 gram. Garis untuk ilalang (garis hitam terputus) sedikit lebih curam karena kecepatan suplai ilalang ikat 14,2 gram/menit



**Gbr. 11. (a) THE S1 (b) THE S1 digunakan merebus 5 liter air. (c) Nyala api briket kertas**

### 3.5. Percobaan Merebus Air dengan THE S1

THE S1, lihat **Gbr.11a**, didisain memanfaatkan sirkulasi udara secara alamiah (*up-draft*), udara akan bergerak keatas dengan sendirinya menghantarkan panas secara konveksi ke panci di atasnya, lihat **Gbr. 11b**. Nyala api lurus keatas lihat **Gbr. 11c**. Bila tidak ada angin dan pelaku yang sedang memasak merasa gerah dan mengipas diri, gerak ini cukup menggerakkan udara guna menjaga nyala api. Abu hasil pembakaran briker kertas yang tak mudah mengempis perlu dikorek agar jalur udara tidak tertutup. Disain THE S1 sederhana namun kokoh dalam mendukung beban panci berisi 5 liter air dengan estetika yang baik. Percobaan merebus 5 liter air dengan THE S1, menggunakan briker kertas dan ranting ditampilkan dalam **Gbr. 12**.



**Gbr. 12.** (a) Profil temperatur 5 liter air, direbus dengan THE S1 dan 300 gram briker kertas. Air mendidih setelah 45 menit. Kecepatan suplai briker 6,5 gram/menit. (b) Profil temperatur 5 liter air, direbus dengan 190 gram briker kertas dan 110 gram ranting. Air mendidih setelah 58 menit. Kecepatan suplai bahan bakar 5,17 gram/menit.

Garis merah pada **Gbr. 12b** menghubungkan temperatur air awal dan temperatur air mendidih yang menyiratkan kecepatan pemanasan. Terlihat profil temperatur berada dibawah garis merah. Ini berarti terjadi kelambatan suplai bahan bakar sehingga api mengecil. Kondisi keberadaan bara saat eksperimen menggunakan ranting campur briket kertas membingungkan. Setelah pemahaman proses pemanasan lebih cepat. Garis biru pada **Gbr.12a** lebih curam dari garis merah (dari **Gbr. 12b**), artinya proses pemanasan air garis biru lebih cepat karena kecepatan suplai bahan bakar lebih cepat. Disimpulkan bahwa kecepatan pengisian bahan bakar terbaik adalah membuat air mendidih secepat mungkin yaitu dengan cara menjaga kesinambungan pengisian bahan bakar

#### 4. PERBANDINGAN BERBAGAI TUNGKU HEMAT ENERGI (THE)

“Tungku tradisional 3 batu” masih dipakai secara luas diperdesaan Indonesia, namun disain yang seadanya ini amat memboroskan kayu di alam. Cara pengumpul kayu bakar mengambil kayu dari hutan jati ditampilkan dalam **Gbr. 13**. Penggunaan bahan bakar ranting kecil yang diumpankan secara langsung atau briket sampah alam bentuk kecil merupakan kelebihan dalam upaya penghematan kayu di alam.



**Gbr. 13.** Pengumpul kayu bakar. 150 sepeda setiap hari mengambil kayu dari hutan jati muda di Bubulan, Bojonegoro, Jawa Timur. Photo diambil tanggal 24 Oktober 1998

Ada 4 tungku hemat energi yang dapat digunakan dengan briket bentuk kecil, yaitu:

- 1) Tungku briket batu bara "Slamet"
- 2) THE S1, amat mirip dengan tungku tradisional ANGLO yang menggunakan arang kayu. Kelebihan THE S1 dari anglo adalah disain aliran udara ke atas, "up-draft"
- 3) THE S2, yang dilengkapi dengan kipas angin kecil di bawahnya.
- 4) THE SAVE 80

“Tungku tradisional 3 batu”, ANGLO, tungku briket batu bara "Slamet", THE S1 maupun THE S2 menggunakan prinsip *open fire*, sehingga bila pembakaran tidak sempurna maka asap akan lepas bebas ke lingkungan.

#### 4.1. Perbandingan Briket Sampah Alam dengan Briket Batubara

Briket batu bara (Bbb) telah lama diperkenalkan di Indonesia sebagai alternative minyak tanah. 1 kg Bbb tipe telur buatan B2TE dapat digunakan selama 2 jam terus menerus menggunakan tungku briket batu bara andalan B2TE untuk rumah tangga. Mendidihkan air 1 liter membutuhkan waktu lima menit. Jadi 1 kg Bbb dapat mendidihkan 24 liter air. Namun, bara briket batu bara yang belum habis terbakar sulit dimatikan sehingga bila memasak kurang dari 2 jam maka sisa energi akan terbuang. Terasa sayang seperti melihat kompor di dapur yang menyala tanpa digunakan.

Banyak tungku briket batu bara didisain menggunakan logam dan dipercantik secara berlebihan. Polesan cat memudar dalam waktu singkat dan logam menjadi aus karena korosi panas (*hot corrosion*). Material yang tepat adalah tanah liat yang diproses menjadi sejenis keramik (gerabah) yang tahan temperature amat tinggi senada dengan tingginya *heating value* batu bara. Tungku kotak tanah liat buatan Pak Slamet dari Semarang nampak mungil, lihat **Gbr. 14**. Sederhana dalam desain dan nampak kokoh dalam mendukung beban panci berisi 5 liter air dengan estetika yang manis.

Harga per Agustus 2005: Rp. 25.000,-

Ruang tungku dapat memuat 9 biji briket tipe telur. 1 kg briket tipe telur berisi 16 -18 biji.

THE S1 dan tungku briket batu bara "Slamet" ini amat bersaing. Namun tungku briket batu bara "Slamet" harus digunakan diudara terbuka untuk menghindari bau yang kurang nyaman dan material *volatile* dari pembakaran briket batu bara.



a) tampak depan



b) tampak atas



c) Tampak belakang / kiri / kanan

**Gbr. 14. Tungku briket batubara "Slamet"**

#### 4.2. Perbandingan Disain THE S2 dengan THE SAVE 80 dalam Mengurangi Asap

Kurangnya sirkulasi udara menyebabkan pembakaran terjadi tidak sempurna. Pembakaran tidak sempurna menimbulkan asap yang mengandung CO<sub>2</sub>.

Tungku hemat energi SAVE 80 mengadopsi prinsip *close fire* untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, lihat **Gbr. 15**. Letak lubang udara didisain sedemikian rupa agar sirkulasi udara cukup untuk menjaga nyala api. Panci menutup rapat bagian atas sehingga asap tidak bebas lepas ke lingkungan. Disain juga menurunkan kehilangan panas secara konveksi sehingga dapat

lebih menghemat bahan bakar. Percobaan merebus 6 (enam) liter air dengan THE SAVE 80 dan bahan bakar ranting memerlukan waktu 30-37 menit dan 320-330 gram ranting. Kecepatan suplai ranting 9 – 10,7 gram/menit [3].



**Gbr. 15 kiri:** THE SAVE 80 tampak belakang, terlihat lubang lubang sirkulasi udara, panci menutup rapat bagian atas. **kanan:** THE SAVE 80 tampak depan dan samping, pelaku sedang memasukkan ranting.

THE SAVE 80 telah diajukan ke UNFCCC sebagai *CDM Cook Stove Project Kupang* dalam upaya menurunkan emisi CO<sub>2</sub>. Dirintis sejak bulan September 2005 [4]. *CDM Cook Stove Project Kupang* yang diusulkan mengkombinasikan perdagangan CO<sub>2</sub> dengan upaya untuk meraih salah satu goal dalam *Millenium Development Goals* (MDGs).

Proyek didisain untuk masa 10 tahun guna mendapatkan sejumlah CER sebagai pengembalian capital yang dikeluarkan investor, mendanai kerja monitoring dan verifikasi CER setiap tahunnya.

Diharapkan *CDM Cook Stove Project Kupang* menjadi proyek percontohan untuk:

- 1) mencari penyelesaian atas masalah energi untuk memasak yang dihadapi banyak penduduk dinegara sedang berkembang,
- 2) melakukan substitusi minyak tanah dengan *renewable biomass* dalam arti menggunakan kayu bakar dengan sangat hemat,
- 3) mengupayakan mencarikan solusi atas kesulitan dalam mencari dana mengalihkan teknologi energi untuk memasak yang memiliki efisiensi tinggi dan tidak menimbulkan polusi CO<sub>2</sub>,
- 4) menunjukkan pada masyarakat suatu aksi nyata bahwa menggunakan THE SAVE80 dalam kehidupan sehari-hari dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub>.

Skenario pendanaan proyek direncanakan diperoleh dengan menjual seluruh CER kepada investor pada harga yang sedikit rendah (semacam ijon). Namun sampai saat ini (Juni 2008) belum ada investor yang mendanai.

## 5. PERHITUNGAN PRODUKSI MASSAL

Bentuk THE S1 dan THE S2 mungil dan membutuhkan material sedikit. Dari sisi produksi, pembuatannya akan menghemat material sehingga dana dapat ditekan.

Perhitungan produksi massal diberikan dalam **Tabel 2**. Ditujukan sebagai masukan dalam pertimbangan menghitung harga unit secara lebih rinci menyesuaikan kemampuan dan fasilitas produksi disuatu industri agar diperoleh harga yang terjangkau masyarakat luas.

Kesuksesan disseminasi teknologi energi untuk memasak erat terkait dengan kesadaran umum atas kesulitan keuangan masyarakat pengguna kayu bakar dan mereka yang beralih ke kayu bakar. Oleh sebab itu untuk kesinambungannya, maka skhema pendanaan dalam **Tabel 2** digabung dengan upaya untuk penyebar-luasannya melalui pendidikan masyarakat dan *training for trainers*.

**Tabel 2: TUNGKU HEMAT ENERGI (THE) S1 dan S2**

- a) Departemen Sosial
- b) Local partner
- c) Proyek supervisor

			Quantity	Unit price	Total	
				Rp	Rp	
<b>1. Transaction with the inventor</b>						
	JKT- Katmandu - JKT		1		10000000	c)
	THE S1		1		550000	c)
	THE S2		1		800000	c)
	Katmandu - JKT - Katmandu				10000000	
	Accomodation		10 days	300000	3000000	
	Allowance		10 days	1000000	10000000	
		<b>TOTAL 1</b>			34350000	
<b>2. Cost of implementation</b>						
	Supervision by Project Leader		5	12000000	60000000	c)
	Cost of prefabricated THE S1		100000	45000	4500000000	a)
	Cost of prefabricated THE S2		100000	70000	7000000000	a)
	<b>Cost of styrofoam box TO KEEP THE FOOD WARM</b>			<b>30000</b>		<b>a)</b>
	<b>(as additional if requested)</b>					
	Transport to site destination				25000000	a)
	Storage				10000000	b)
	Discharging cost		100000	100	10000000	b)
	Supervision for Assembling				12000000	b)
	Assembling cost		100000	2500	250000000	b)
	Events/ workshop/ training		1		20000000	c)
	Administration				3000000	b)
	Local travel expenses				12000000	b)
	Auditing and project management		1		50000000	a)
		<b>TOTAL 2</b>			11952000000	
		<b>GRAND TOTAL</b>			11986350000	
	<b>THE S1 &amp; THE S2</b>				<b>119,864</b>	

## 6. PENUTUP

Prinsip penghematan energi pada tungku hemat energi (THE) S1 dan S2 adalah memberikan energi termal pada panci air di atasnya secara tidak berlebihan. Oleh sebab itu volume ruang bakar disesuaikan dengan jumlah bahan bakar yang dibuat hemat. Gerak konveksi termal diupayakan lurus kepanci di atasnya, ini berarti perlu menghindari gerak udara berlebihan/angin yang mengacaukan konveksi termal. Prinsip ini berhasil menghemat penggunaan kayu bakar atau briket sampah alam. Ukuran kayu bakar bisa kecil, bisa menggunakan ranting-ranting kecil, namun membutuhkan kesinambungan pengisian bahan bakar pada THE S1 dan THE S2. Pengujian perihal kesinambungan pengisian ranting pada THE SAVE 80 telah dilakukan di Kupang dan terbukti pengguna dapat menyesuaikan dengan mudah. Mereka suka dengan THE SAVE 80 karena dapat menghemat stok kayu mereka [5].

Kecepatan suplai ranting atau briket sampah alam pada THE S1 dan THE S2 yang terbaik adalah 11-12 gram/menit agar 5 (lima) liter air mendidih dalam waktu 35 menit. Dengan kata lain 385-420 gram bahan bakar diumpankan dalam waktu 35 menit. Untuk mempercepat pendidihan, jumlah ini bisa dinaikkan menyesuaikan kapasitas ruang bakar.

Berat kosong THE S1 adalah 1835 gram dan THE S2 1640 gram, sehingga mudah dibawa-bawa. Hal ini mempermudah promosi kedaerah yang jauh. Bila usulan pendanaan dalam Tabel 2 yang mencakup pendidikan masyarakat dan *training for trainers* bisa diperoleh. Diharapkan hasil riset ini akan menyebar dengan cepat sehingga memberikan kemungkinan bagi masyarakat melakukan aksi nyata menghemat kayu di alam agar pohon-pohon di sekitar hunian tidak cepat habis dan lingkungan tidak cepat menjadi gersang.

## PUSTAKA.

- [1] Suharta H., K. Abdullah and A.M. Sayigh, "The Solar Oven: Development and Field Testing Of User- Made Design in Indonesia", *Journal of Solar Energy*, vol. 64 Nos 4-6, 1998, p 121-132.
- [2] Anonim, "Net Heating Value dari Limbah Pertanian, Kayu Bakar, Arang Dibandingkan dengan Batubara dan Minyak Tanah", Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor, Indonesia, 1978.
- [3] Herliyani Suharta, D. Seifert, AAM Sayigh and K. Mathew, "Cook stoves SAVE80 for Clean Development Mechanism Project Kupang 1", East Nusa Tenggara, Indonesia. *Proceeding the World Renewable Energy Congress*, 5-8 February 2007, Perth, Australia, 2007.
- [4] UNFCCC web, "CDM Cook Stove Project Kupang 1", or klik Herliyani Suharta, CDM Cook Stove Project Kupang 1, di GOOGLE.
- [5] Herliyani Suharta and AAM Sayigh, "Can Clean Development Mechanism is used to finance a project that exerting efforts to achieve the UN Millennium Development Goals?", *Proceeding of the World Renewable Energy Regional Congress and Exhibition (WRERCE) 2007*, Jakarta, Indonesia, 2007.