

MODIFIKASI TUNGKU PEMBUATAN GULA AREN (*Arenga Pinnata*) MENGUNAKAN BAHAN BAKAR LPG (*Liquified Petroleum Gas*)

Rizal Mokodompit ⁽¹⁾, Ir. Freeke Pangkerego, MS ⁽²⁾, Dr. Ir. Lady Lengkey, MSi ⁽²⁾

¹ Bagian dari skripsi dengan judul "Modifikasi Tungku Pembuatan Gula Aren (*Arenga Pinnata*) Menggunakan Bahan Bakar LPG (*Liquified Petroleum Gas*)"

² Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian Fakultas pertanian UNSRAT

³ Dosen Program Studi Teknik Pertanian

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulagi Manado
Korespondensi Email : rucok31@gmail.com.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memodifikasi dan membuat tungku untuk pengolahan gula aren, menguji performansi tungku yang dimodifikasi dan tungku tradisional dalam hal penggunaan bahan bakar dan waktu pengolahan, dan menghitung efisiensi tungku modifikasi dan tungku tradisional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengolahan nira aren menggunakan tungku modifikasi bahan bakar LPG sebanyak 3,6 kg mempunyai waktu pengolahan selama 3,33 jam sedangkan, proses pengolahan nira aren tungku tradisional menggunakan bahan bakar kayu sebanyak 49,3 kg mempunyai waktu pengolahan selama 1,73 jam karena nira aren telah dipanaskan terlebih dulu. Laju konsumsi bahan bakar FCR (fuel consumption rate) menggunakan tungku modifikasi adalah 1.081 (kg/jam), dan laju konsumsi bahan bakar FCR (fuel consumption rate) dengan menggunakan tungku tradisional adalah 28,49 (kg/jam). Efisiensi tungku modifikasi adalah 8,90%, dan efisiensi tungku tradisional adalah 1,07%

Kata kunci: *Waktu Pengolahan, Konsumsi Bahan Bakar, Efisiensi Tungku*

Abstract

The purpose of this study was to modify and make furnace for the processing of palm sugar, test the performance of modified furnace and traditional furnace in terms of fuel usage and processing time, and calculate the efficiency of traditional furnaces and furnaces. The results showed that the processing of palm sugar sap using 3.6 kg LPG fuel modification furnace had a processing time of 3.33 hours whereas, the processing of traditional palm sugar palm sap using wood fuel as much as 49.3 kg had a processing time of 1, 73 hours because palm sugar has been preheated. The FCR fuel consumption rate using a modified furnace is 1,081 (kg / hour), and the FCR fuel consumption rate (fuel consumption rate) using traditional furnace is 28.49 (kg / hour). The efficiency of the modified furnace is 8.90%, and the efficiency of traditional furnaces is 1.07%

Keywords: *Processing Time, Fuel Consumption, Furnace Efficiency*

PENDAHULUAN

Gula aren adalah salah satu produk pangan yang dikenal secara internasional yang selama ini merupakan produk tradisional Indonesia. Gula aren atau *palm sugar*, selain digemari sebagai bahan pelengkap konsumsi makanan sehari-hari, seringkali juga digunakan sebagai campuran obat pada jamu tradisional, sehingga tak jarang produk yang terkenal sebagai *palm sugar* ini menjadi produk kegemaran masyarakat di Indonesia sampai dinegara - negara lainya. Satu unit usaha penting yang menggunakan gula aren adalah industri pembuatan kecap yang merupakan produk lokal yang cukup banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia sendiri. Gula aren juga sendiri sering digunakan untuk keperluan memasak seperti pembuatan kue, karena gula aren itu sendiri mempengaruhi dari segi warna, aroma dan rasa.

Negara Indonesia terdapat industri seperti industri kecap yang menggunakan gula aren sebagai bahan utamanya. Kebanyakan dalam proses memasak masih menggunakan tungku pembakaran sederhana yang bentuk dan model pembuatannya hanya mengikuti dari nenek moyang dan turun menurun sampai sekarang.

Industri - industri kecil dan rumah tangga yang masih banyak dijalankan contohnya industri pembuatan gula aren, pembakarannya menggunakan bahan bakar kayu. Berdasarkan pengamatan penulis di Industri – industri, bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran tungku adalah kayu bakar. Bahan bakar kayu yang dijadikan sumber energi tersebut

untuk pembuatan gula aren dapat merusak lingkungan sekitar karena terjadi penebangan pohon terus - menerus, sehingga peneliti menginginkan proses pembuatan gula aren untuk sumber energi pembakaran LPG alternatif untuk menggantikan kayu bakar dan mencegah kerusakan lingkungan sekitar.

Tujuan Penelitian

1. Memodifikasi dan membuat tungku untuk pengolahan gula aren.
2. Menguji performansi tungku yang dimodifikasi dan tungku tradisional dalam hal penggunaan bahan bakar dan waktu pengolahan.
3. Menghitung efisiensi tungku modifikasi dan tungku tradisional.

Manfaat

Diharapkan dapat diperoleh tungku untuk pembuatan gula aren yang lebih baik, pengolahan lebih cepat dan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien dalam pengembangan produksi gula aren

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium dan bengkel Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado pada tahap perancangan dan pembuatan tungku. Pengujian serta pengambilan data dilakukan di Desa Bunag Kecamatan Touluaan Kabupaten Minahasa Tenggara pada bulan Maret sampai Agustus 2018.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah termokopel, termometer infrared, timbangan gantung, alat tulis menulis, galon, *burnner*, tungku, wajan,

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 42 kg nira aren, 2 tabung LPG 3 kg, abu sekam, besi, kayu.

Prosedur Percobaan

1. Menyiapkan tungku
2. Menimbang tabung LPG
3. Menimbang berat awal nira dan meletakkannya pada wajan
4. Mengukur suhu awal nira dan suhu ruang pembakaran
5. Memasukan burner pada tungku
6. Mulai memasak nira sampai nira berubah warna kecoklatan dan menjadi kental
7. Api dikecilkan sampai nira sudah tidak melekat pada wajan
8. Api dimatikan, tetapi pengadukan tetap dilakukan sampai nira menjadi dingin

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Data dianalisis secara deskriptif ditabulasi dan dibuat grafik.

Prosedur Penelitian

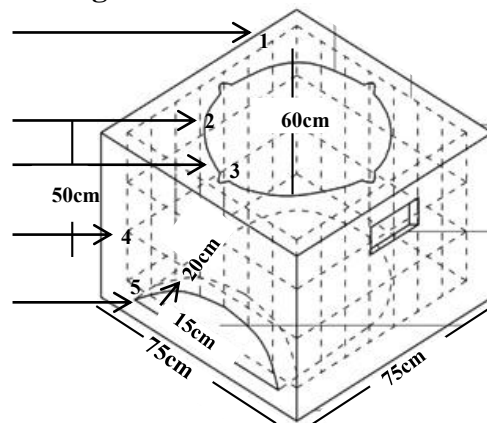
Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap:

1. Memodifikasi (merancang dan membuat tungku).
2. Menguji peformansi dan menghitung efisiensi.

Tahap persiapan bahan baku berupa semen, pasir, ayakan pasir, sekop, besi, dan lata kayu. Selanjutnya dibuat

cetakan dari kayu lalu pembuatan rangka besi dan dilanjutkan pencetakan tungku. Tungku ini di modifikasi dari tungku tradisional adapun rancangan alat-alat yang dimodifikasi terdiri dari rancangan struktural, dan rancangan fungsional. Dapat dilihat pada Gambar 1.

Rancangan Struktural



Keterangan gambar

1. Dinding Luar
2. Tempat dudukan wajan
3. Ventilasi udara
4. Kerangka besi
5. Pintu pemasukan burner

Gambar 1. Tungku Rancangan Modifikasi.

Rancangan Fungsional

1. Dinding Luar : Penahan panas dari dalam
2. Tempat dudukan wajan : Untuk meletakkan wajan yang berisi nira aren
3. Ventilasi udara : Mengatur sirkulasi udara yang masuk dan keluar

4. Kerangka besi : Penahan berat dari wajan
5. Pintu pemasukan burner : Pemasukan burner (sumber panas)

Variabel yang diamati

1. Suhu(Ruang Pembakaran dan Nira Aren).
2. Bahan Bakar (Konsumsi Bahan Bakar dan Jumlah Nira Aren).
3. Waktu Pengolahan.

Prosedur pengamatan

Temperatur api dan nira

Pengukuran suhu api dilakukan dengan meletakkan sensor termokopel ke dalam ruang pembakaran sesuai titik yang akan diteliti. Pengukuran suhu akan berlangsung secara otomatis setelah recorder dinyalakan. Pengukuran suhu dimulai pada saat tungku dinyalakan dalam proses pengolahan gula aren sampai nira aren diangkat.

Waktu pengolahan nira menjadi gula

Waktu pengolahan mulai diukur sejak wajan yang berisi nira diletakkan diatas tungku sampai nira mengental dan diangkat. Nira sebanyak 42 kg dimasukkan ke dalam wajan, lalu diukur suhu awal nira dengan termokopel. Waktu dicatat ketika wajan diletakkan diatas tungku sampai nira tersebut mengental menjadi gula.

Laju konsumsi bahan bakar / *fuel consumption rate* (FCR)

Laju konsumsi bahan bakar adalah perbandingan antara jumlah bahan bakar yang terpakai dengan waktu yang dibutuhkan untuk pengolahan gula aren. Laju konsumsi bahan bakar ditentukan dengan persamaan 1.

$$FCR = \frac{m}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

FCR = laju konsumsi bahan bakar (kg/jam)

m = Massa bahan bakar terpakai (kg)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk memasak (jam)

Efisiensi Tungku

Efisiensi tungku dihitung menggunakan persamaan 2, 3 dan 4 (Mutia Delina, 2016).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

η = Efisiensi tungku (%)

P_{out} = Daya Bersih (J/Jam)

P_{in} = Daya Pembakaran (J/Jam)

Daya bersih (P_{out}) dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$P_{out} = \frac{M_w \cdot c \cdot (T_f - T_i)}{t} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

M_w = massa nira aren (kg)

C = Kalor jenis nira aren (4186,8 J/kg.⁰C)

T_f = Temperatur nira aren akhir (⁰C)

T_i = Temperatur nira aren awal (⁰C)

Daya Pembakaran (P_{in}) dihitung dengan menggunakan persamaan 4.

$$P_{in} = HVF \times FCR \dots\dots\dots (4)$$

HVF = Nilai kalor bahan bakar (kkal/kg)

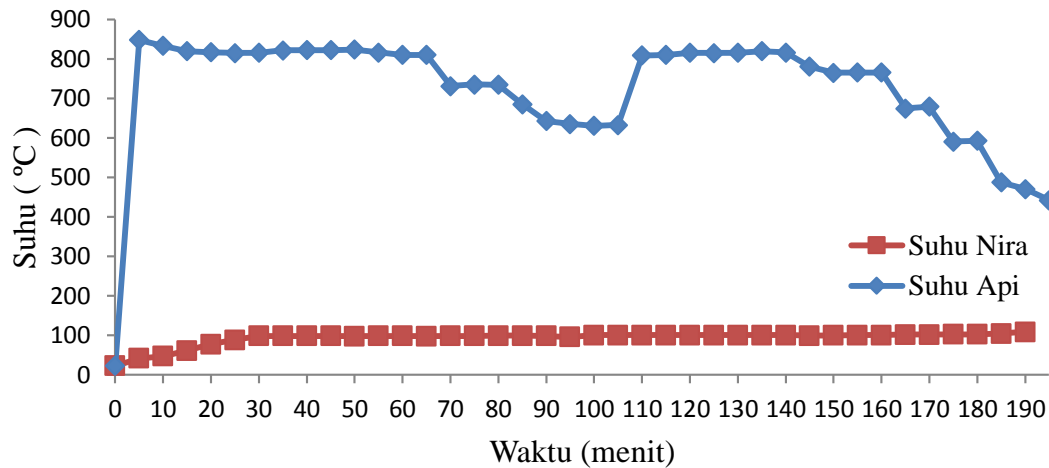
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Suhu pada Pengolahan Gula Aren dengan Tungku Modifikasi.

Pengolahan gula aren pada tungku modifikasi menggunakan nira

yang masih segar atau nira yang baru di sadap pada pagi hari. Pada proses pengolahan suhu diukur sebelum api dinyalakan.

Suhu api pada 10 menit pertama selama proses pengolahan, menunjukkan peningkatan suhu pada setiap menitnya dapat dilihat pada Gambar 2.

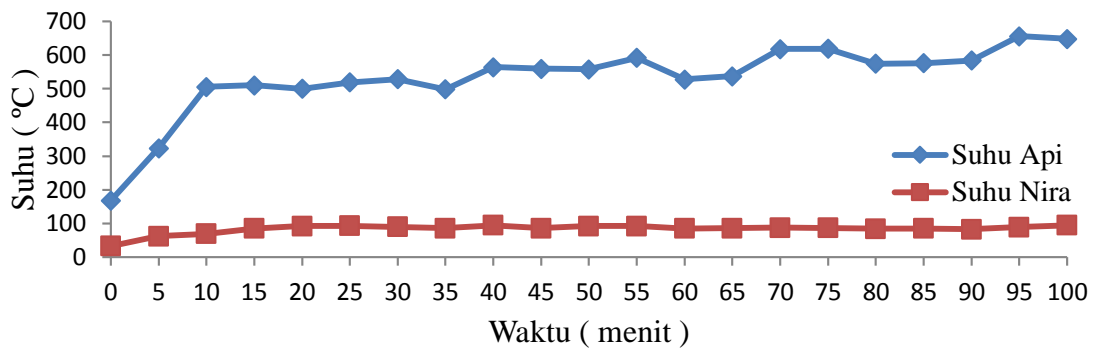


Gambar 2. Suhu api dan suhu nira pada tungku modifikasi

Terjadi peningkatan suhu yang sangat cepat pada 10 menit pertama dalam proses pengolahan gula aren, kemudian suhu mulai menurun dikarenakan LPG mulai habis. Suhu kembali naik dilihat pada waktu 120 menit sampai batas tertinggi pada waktu 145 menit pada suhu api. Kemudian suhu kembali turun karena saat nira mengental dan berwarna kecoklatan suhu api diturunkan agar nira tidak rusak hangus. Gambar 19 menunjukkan bahwa terjadi perubahan suhu pada menit ke 60 dari suhu 800°C turun ke 700°C waktu pengolahan karena jumlah gas dalam tabung sudah berkurang. Pada menit ke 100 dilakukan pergantian tabung gas dan terjadi peningkatan suhu dari 600°C, ke suhu 800°C. Pada menit ke 160 terjadi lagi penurunan suhu sampai akhir pengolahan dari suhu 700°C menjadi 400°C.

Perubahan Suhu pada Pengolahan Gula Aren Secara Tradisional

Pengolahan gula aren secara tradisional yang dilakukan oleh petani pengolah mula-mula nira disadap pada sore hari, lalu dimasak hingga aman untuk dilanjutkan dan didiamkan selama satu malam. Kemudian nira dicampur dengan nira yang baru di sadap pada pagi hari dan dilanjutkan dengan proses pengolahan. Pada proses pengolahan menggunakan tungku tradisional suhu awal tungku yang diukur sebelum api dinyalakan 167 °C dikarenakan pada proses pengolahan yang dilakukan sebelumnya masih terdapat energi panas dari sisa-sisa pemanasan sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Suhu api dan suhu nira pada tungku tradisional

Suhu pada tungku tradisional yang tidak stabil dikarenakan pemasokan bahan bakar kayu pada tungku tidak diatur. Sehingga terjadi perubahan suhu api yang signifikan. proses pengolahan nira 42 kg membutuhkan waktu 1,73 jam dengan suhu pada 10 menit pertama nira 61.8 °C dan suhu tertinggi yang dicapai 94.6 °C.

Laju Konsumsi Bahan Bakar

1. Tungku Modifikasi

Bahan bakar LPG (*Liquified Petroleum Gas*) terpakai 3,6 kg dengan waktu pengolahan 3,33

jam. Laju konsumsi bahan bakar 1,081 kg/jam dihitung menggunakan Persamaan 1. Selengkapnya disajikan (Tabel 1).

2. Tungku Tradisional

Bahan bakar kayu terpakai 49,3 kg dan sisa kayu yang tidak terbakar 24,2 kg dengan waktu pengolahan 1,73 jam. Laju konsumsi bahan bakar kayu 28,49 kg/jam dihitung menggunakan persamaan 1. Selengkapnya disajikan (Tabel 1).

Tabel 1. Laju Konsumsi Bahan Bakar (FCR)

Keterangan	M (kg)	t (jam)	FCR (Kg/jam)
LPG	3,6	3,33	1,081
Kayu	49,3	1,73	28,49

Tabel 1 menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar pada ke dua tungku dipengaruhi oleh nilai kalor bahan bakar. Di mana semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka semakin lambat laju pembakaran pada proses

pembakaran (Tirono & Sabit, 2011). Nilai kalor LPG yang lebih tinggi membuat pembakaran menjadi lebih efisien dan dapat menghemat kebutuhan bahan bakar yang digunakan, sehingga laju

pembakarannya menghasilkan nyala api yang stabil (konstan). Semakin lama api menyala konstan maka efisiensinya semakin tinggi. Hal ini dapat dimungkinkan karena pembakaran yang tidak sempurna terjadi pada kayu, sehingga banyak

energi pada bahan bakar kayu yang terbuang.

Efisiensi Tungku

Daya bersih (P_{out}) adalah energi yang digunakan, waktu pengolahan nira aren pada kedua tungku disajikan pada(Tabel2.)

Tabel 2. Daya Bersih (P_{out} J/Jam)

Tungku	Massa Nira (kg)	Nilai Kalor Bahan J/kg°C	T_f °C	T_i °C	Waktu Memasak (jam)	P_{out} J/Jam
Modifikasi	42	4,186	110	26.53	3.33	50.508,096
Tradisional	42	4,186	82.8	32.3	1.73	476.469.840

Tabel 2 menunjukkan bahwa energi yang digunakan selama proses pengolahan pada tungku tradisional lebih besar dibandingkan dengan tungku modifikasi. Hal itu dikarenakan supply energi pada tungku tradisional tidak diatur.

Daya pembakaran (P_{in}) adalah energi yang disediakan oleh bahan bakar, proses pengolahan nira aren pada kedua tungku disajikan pada (Tabel3.)

Tabel 3. Daya Pembakaran (P_{in} J/Jam)

Tungku	FCR Kg/jam	HVF J/kg°C	P_{in} J/Jam
Modifikasi	1,081	11.200	12.107,2
Tradisional	28,49	4.000	113.960

Tabel 3 menunjukkan tungku tradisional ini dalam pemanfaatan energi masih mengalami kehilangan panas melalui dinding tungku dan pintu pemasukan bahan bakar selama proses pengolahan sehingga konsumsi bahan bakar semakin besar konsekuensi yang ditimbulkan adalah efisiensi menjadi kecil.

Selain itu nilai efisiensi tergantung juga dari nilai kalor bahan bakar yang digunakan.

Efisiensi Tungku (η) adalah perbandingan antara energi yang digunakan pada proses pengolahan (P_{out}) dengan energi yang disediakan oleh bahan bakar (P_{in}) disajikan pada (Tabel 4.)

Tabel 4. Efisiensi Tungku pada Pengolahan Nira Aren

Tungku	P_{out} J/Jam	P_{in} J/Jam	Efisiensi (%)
Modifikasi	50.508.096	4.504.393,3	8.90
Tradisional	476.469.840	5.133.065,2	1.07

Tabel 4 menunjukkan penggunaan bahan bakar yang berbeda sehingga efisiensi memiliki nilai perbedaan jauh sebesar 8.90% dan 1.07%. Faktor lain yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan efisiensi adalah penentuan bahan bakar paling efektif untuk sebuah tungku pembakaran dari bahan bakar yang akan digunakan. Tingkat efisiensi pembakaran yang tinggi dapat menghasilkan panas yang lebih intensif dikarenakan proses pembakaran menghasilkan nyala api yang lebih kuat (Pratoto *et al.*, 2010).

Pengolahan Nira Aren

Pengolahan gula aren yang menggunakan tungku modifikasi, suhu nira dapat diatur melalui burner kompor gas untuk menjaga kualitas nira aren. Hasil penelitian menunjukkan warna gula yang diolah menggunakan tungku modifikasi, gula berwarna kuning kemerahan dan pada tungku tradisional gula berwarna coklat kehitaman. Pengolahan nira aren pada tungku modifikasi menggunakan nira yang baru disadap pada pagi hari dan pada pengolahan menggunakan tungku tradisional menggunakan nira yang disadap pada sore hari lalu dipanaskan dan dicampur dengan nira yang disadap pada pagi hari. Pengaruh pada perubahan warna gula aren

dipengaruhi oleh pH nira itu sendiri disajikan pada (Gambar 4 dan 5).



Gambar 4. (Gula Tungku Modifikasi)



Gambar 5. (Gula Tungku Tradisional)

Terlihat bahwa sampel gula dengan indeks warna yang diperoleh, dimana semakin gelap warna gula semakin tinggi indeks warna yang diperoleh. Pembentukan warna yang terjadi pada gula aren disebabkan reaksi maillard (*browning*) hasilkan

senyawa coklat (Winarno, 2008). Reaksi maillard akan cepat terjadi pada suasana basa (Shallenberger dan Birch dalam Ardiansah, 2007). Menurut Kusnandar (2010), faktor penting yang terlihat pada reaksi maillard adalah gula pereduksi dan pH. Kondisi pH gula aren disebabkan oleh kondisi bahan baku (Nira) mulai dari penyadapan sampai pada proses pengolahan untuk menghasilkan produk gula aren. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurlala (2002), bahwa kondisi keasaman nira sangat berperan dalam pembentukan warna gula. Dengan demikian, kondisi bahan baku (Nira) dapat dijadikan sebagai indikasi pembentukan warna gula aren.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Bahan bakar yang digunakan selama proses pengolahan pada tungku modifikasi bahan bakar LPG 3.6 kg yang dihabiskan dan pada tungku tradisional bahan bakar kayu 49.3 kg yang dihabiskan.
2. Waktu pengolahan pada tungku yang modifikasi 3.33 jam pada tungku tradisional 1.73 jam.
3. Efisiensi tungku modifikasi sebesar 8.90 % dan tungku tradisional sebesar 1.07 %.

Saran

1. Pengolahan gula aren sebaiknya menggunakan tungku modifikasi.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada tungku modifikasi dan bahan bakar LPG tentang pengaturan suhu pada pengolahan gula aren.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansah, A. 2007. Optimasi karbonatasi untuk pemucatan *raw sugar* dengan menggunakan reaktor venturi bersirkulasi [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Kusnandar, F. 2010. Kimia Pangan Komponen makro. Dian Rakyat, Jakarta.
- Mutia Delina, M. 2016, Oktober. *PROSEDING*. Retrieved Juli 2, 2018, from kumpulan proseding.
- Nurlala, E. 2002. Kajian faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan warna gula merah [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Pratoto *et al.*, 2010. Rancang bangun tungku gasifier untuk pemanfaatan tandan kelapa sawit sebagai sumber energi. (*SNTTM ke IX*). Palembang.
- Tirono, M. dan Sabit, Ali. 2011. "Efek Suhu pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (*Coconut Shell Charcoal*)" *Jurnal Neutrino* 3(2).
- Winarno, F. G. 2008. Kimia pangan dan gizi. Gramedia, Jakarta.