

UJI KINERJA MESIN PENGOLAH GULA SEMUT HORJA MPN20 DI KELOMPOK TANI KARYA TANI DESA TALAITAD KECAMATAN SULUUN TARERAN KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Stenli F. E. Pomantow¹, Lady C. Ch. E. Lengkey², Robert Molenaar²

¹Mahasiswa Jur. Teknologi Pertanian Fak. Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado

²Dosen Jur. Teknologi Pertanian Fak. Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the performance of palm sugar processing machine HORJA MPN20 including temperature conditions, product yield, energy consumption and energy efficiency of palm sugar processing machine HORJA MPN20 located in the farmer group Karya Tani.

The results showed that the average fire temperature in the first to third experiments was 205.30°C, 214.4°C, and 240.4°C, respectively. The yields in the first to third experiments were respectively 9.47%, 10.40%, 11.03% with an average of 10.30%. Gas energy consumption in the first to third experiments were 136,533,62 kJ, 136,533,62 kJ, 141,241.68 kJ with an average of 138,102,98 kJ. The consumption of electrical energy in the first to third experiments were 711.48 kJ, 323.40 kJ, 662.97 kJ with an average of 565.95 kJ. Human energy consumption in the first to third experiments were 502.08 kJ, 313.8 kJ, 376.56 kJ with an average of 397.48 kJ. The energy efficiency of the engine in the first to third experiments was respectively 44.56%, 44.29%, 42.39% with an average of 43.75%.

Key words: palm sugar, processing machine , performance, efficiency

Abstrak

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk melakukan uji kinerja mesin pengolah gula semut Horja MPN20 meliputi kondisi suhu, rendemen hasil, konsumsi energi serta efisiensi energi mesin pengolah gula semut Horja MPN20 yang berada di kelompok tani Karya Tani.

Hasil penelitian menunjukkan suhu api rata-rata pada percobaan pertama sampai ketiga berturut-turut adalah sebesar 205,30°C, 214,4°C, 240,4 °C. Rendemen pada percobaan pertama sampai ketiga berturut-turut adalah sebesar 9,47%, 10,40%, 11,03% dengan rata-rata 10,30%. Konsumsi energi gas pada percobaan pertama sampai ketiga masing-masing sebesar 136.533,62 kJ, 136.533,62 kJ, 141.241,68 kJ dengan rata-rata 138.102,98 kJ. Konsumsi energi listrik pada percobaan pertama sampai ketiga masing-masing sebesar 711,48 kJ, 323,40 kJ, 662,97 kJ dengan rata-rata 565,95 kJ. Konsumsi energi manusia pada percobaan pertama sampai ketiga masing-masing sebesar 502,08 kJ, 313,8 kJ, 376,56 kJ dengan rata-rata 397,48 kJ. Efisiensi energi mesin pada percobaan pertama sampai ketiga masing-masing adalah sebesar 44,56%, 44,29%, 42,39% dengan rata-rata 43,75%.

Kata kunci: gula semut, mesin pengolah gula semut, uji kinerja

Email respondensi: Stenlifep@gmail.com

PENDAHULUAN

Gula semut merupakan jenis gula yang dibuat dari nira dengan bentuk serbuk atau kristal dan berwarna kuning kecokelatan sampai coklat. Gula semut bukanlah gula yang bentuknya seperti

semut dan bukan pula gula yang dikerumuni semut. (Lutony, 1993).

Sebagian besar petani di Desa Talaitad yang memiliki tanaman aren mengolah nira Aren menjadi bioetanol (captikus), gula merah cetak, serta gula semut yang

belum lama ini dikembangkan oleh masyarakat sebagai sumber penghasilan petani. Dengan meningkatnya permintaan gula semut berdampak pada meningkatnya pengolahan gula semut oleh beberapa kelompok tani dan menjadikan pengolahan gula semut sebagai sumber penghasilan petani. Petani gula semut di Desa Talaitad umumnya mengolah gula semut secara manual dan berskala bisnis rumahan. Kelemahan dari pengolahan gula semut secara manual yang sering terjadi yaitu petani sering mengalami kelelahan kerja dikarenakan butuh banyak tenaga manusia saat proses kristalisasi gula semut serta dibutuhkan bahan bakar kayu di hutan/kebun dengan jumlah yang banyak.

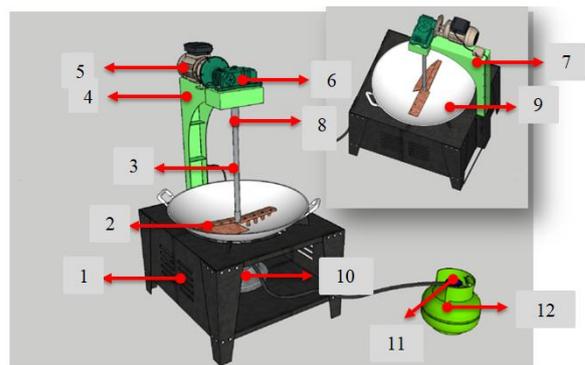
Untuk membantu para petani yang Untuk membantu para petani di Desa Talaitad, pemerintah melalui Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Utara telah memberikan bantuan mesin pengolah gula semut (MPN20) kepada kelompok tani Karya Tani. Bantuan mesin pertanian ini diharapkan dapat membantu dan mempermudah petani dalam memproduksi dan mendapatkan hasil gula semut yang efisien. Permasalahan yang timbul yaitu petani belum biasa menggunakan mesin pengolah nira aren Tipe MPN20. Mesin yang ada di kelompok tani Karya Tani belum dilakukan uji coba penggunaannya. Unjuk kerja (kinerja) mesin pengolahan gula semut Tipe MPN20 belum ada demikian juga deskripsi tentang mekanisme cara kerja mesin ini. Berdasarkan permasalahan dan kondisi tersebut diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan data tentang kinerja mesin, efisiensi energi serta rendemen hasil mesin pengolah gula semut Tipe MPN20.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 25 - 27 Februari 2021 di Kelompok Tani Karya Tani Desa Talaitad Kecamatan Suluun Tareran, Kabupaten Minahasa Selatan.

Alat Dan Bahan



Gambar 1. Mesin Pengolahan Gula Semut Di Kelompok Tani Karya Tani

Keterangan Gambar :

1. Tungku pemanasan
2. Pisau pengaduk
3. Poros pengaduk
4. Dudukan dinamo dan gear box
5. Dinamo
6. Gear box
7. Saklar On/Off
8. Sambungan mesin ke poros pengaduk
9. Wajan tempat nira aren
10. Burner
11. Regulator gas LPG
12. Tabung gas LPG

Spesifikasi mesin dan fungsi sebagai berikut :

1. Dimensi
Mesin keseluruhan : 900 x 800 x 1405 mm
2. Wajan, berkapasitas 30 kg nira terbuat dari aluminium. Bagian ini berfungsi sebagai tempat menampung dan memasak nira aren.
3. Pengaduk terdiri dari 2 bahan yaitu stainless steel untuk poros pengaduk, dan kayu ukir untuk pisau pengaduk. Berfungsi untuk mengaduk nira aren pada saat proses kristalisasi.
4. Unit penggerak berjenis motor listrik dengan daya 1 HP. Tegangan : 220 V – 240 V. Frekuensi : 50 Hz. Berfungsi untuk menggerakkan poros dan pisau pengaduk.
5. Pemanas berjenis kompor gas LPG. Berfungsi untuk memasak air nira aren.

Mesin yang digunakan adalah mesin pengolah gula semut, wajan, termometer infrared, refraktometer, kertas lakmus, timbangan, ayakan, saringan, galon,

wadah. Sedangkan bahan yang digunakan adalah nira aren sebanyak 30 kg dan air mineral.

Kelompok Tani Karya Tani

Kelompok tani merupakan suatu wadah bagi para petani untuk berkumpul dan bertukar pikiran untuk membangun dan bekerja sama dalam mengembangkan usaha tani di desa. Untuk lebih memperhatikan kehidupan para petani khususnya petani gula aren maka dibentuklah kelompok tani Karya Tani.

Dengan adanya kerjasama dengan pemerintah desa Talaitad, kelompok tani Karya Tani mengajukan permohonan kepada Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Utara untuk mengajukan permohonan bantuan pengadaan mesin pengolahan gula semut yang moderen dan pada tahun 2018 permohonan yang diajukan disetujui. Bantuan mesin pertanian ini diharapkan dapat membantu dan mempermudah petani dalam proses pengolahan gula semut.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, selanjutnya data dihitung dan dianalisa dengan metode deskriptif. Percobaan pengolahan gula semut dilakukan sebanyak 3 kali. Masing-masing percobaan sebanyak 30 kg nira aren.

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan menyiapkan nira aren yang disadap pada sore hari dan dipanen keesokan hari sebelum matahari terbit dari pohon aren yang berada di Desa Talaitad Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan sebanyak 30 kg nira aren. Sebelum proses pengolahan nira aren diukur kadar gula menggunakan refraktometer digital, derajat keasaman (pH) diukur menggunakan kertas lakmus.

Proses pengolahan nira aren dimulai dengan pemasakan nira untuk mengeluarkan air dalam nira menggunakan bahan bakar LPG (*Liquified petroleum Gas*) dan untuk mengetahui tingkat kematangannya, pada akhir pemasakan

ketika nira sudah berbentuk karamel, diambil sampel nira dan dicelupkan ke dalam air mineral, jika sudah mengeras maka api dimatikan dan pengaduk dipasang untuk proses kristalisasi. Selama kristalisasi, pisau pengaduk diputar sampai gula aren menjadi halus. Setelah selesai pengolahan nira aren sebanyak 30 kg, Hasil gula semut kemudian ditimbang.

Evaluasi kinerja mesin meliputi rendemen hasil dan tingkat efisiensi mesin berdasarkan energi yang digunakan dan energi yang dihasilkan. Kemudian dilakukan analisis data.

Secara garis besar proses pengolahan nira aren menjadi gula semut dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Variabel Yang Diamati

Beberapa parameter yang akan diamati dalam penelitian proses kinerja mesin ini yaitu :

Derajat Keasaman (pH)

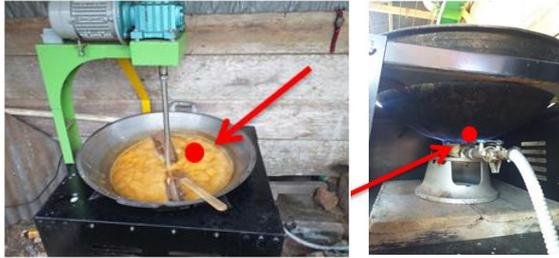
Diukur menggunakan kertas lakmus sebagai indikator pH. Setiap percobaan diukur 3 kali kemudian dihitung nilai rata-rata.

Kadar Gula

Diukur menggunakan refraktometer digital. Cara pengukuran yaitu dengan meneteskan 1 tetes nira di awal sebelum proses pemasakan dan 1 tetes nira selama proses pemasakan.

Suhu

Pengamatan suhu dilakukan setiap 5 menit sekali selama 1 jam pertama setelah nira mendidih pengamatan dilakukan setiap 10 menit sekali hingga proses pengolahan gula semut aren selesai. Pengukuran suhu dilakukan pada 2 titik yaitu pada nira yang sedang dimasak dan pada nyala api, menggunakan termometer *infrared*.



Gambar 3. Titik pengamatan suhu nira aren dan suhu api
(Dokumentasi Pribadi)

Jumlah Bahan Bakar

Diukur dengan menimbang tabung gas sebelum dan sesudah dipakai pada pemasakan.

Lamanya waktu prosesmasakan

Diamati menggunakan *stop watch*.

Analisis Data

Untuk menevaluasi kinerja mesin pengolah gula semut HORJA MPN20, maka perlu dilakukan perhitungan rendemen hasil serta perhitungan efisiensi mesin berdasarkan energi yang digunakan dan energi yang dihasilkan.

Rendemen

Percobaan rendemen hasil yang dilakukan pada penelitian ini dihitung dengan membandingkan antara berat gula semut hasil pengolahan (b) dengan volume nira yang dimasak (a) menggunakan Persamaan 1 sebagai berikut :

$$\text{Rendemen hasil (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \dots\dots (1)$$

Perhitungan Konsumsi Energi

a. Perhitungan Konsumsi Energi Penggunaan Gas *Liquified Petroleum Gas* (LPG)

Sumber panas pada mesin pengolahan gula semut ini berupa gas LPG. Nilai kalor LPG adalah 47080.56 kJ/kg (Yudisworo, 2010)

$$E_{\text{gas LPG}} = (E_{\text{gas LPG}}) \times (m_{\text{gas LPG}}) \dots (2)$$

Keterangan :

$E_{\text{gas LPG}}$ = konsumsi energi dalam penggunaan gas LPG (kJ)

$E_{\text{gas LPG}}$ = nilai kalor gas LPG per kilogram (kJ/kg)

$m_{\text{gas LPG}}$ = massa gas LPG yang digunakan (kg)

b. Perhitungan Konsumsi Energi Listrik Dinamo

Penelitian ini menggunakan dinamo yang akan menggerakkan *gear box* yang mentransmisikan daya ke pisau pengaduk. Menurut Solar, T (2020) perhitungan energi listrik menggunakan persamaan 3

$$E = V \times I \times t \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

E = energi listrik dinamo (J)

V = tegangan listrik (*Volt*)

I = kuat arus (*Ampere*)

t = waktu proses (sekon)

c. Perhitungan Konsumsi Energi Manusia

Pengukuran energi tenaga kerja di bidang pertanian didapatkan dengan asumsi bahwa manusia bekerja efektif setiap hari 8 jam dan rata-rata energi setiap hari adalah 3.600 kkal/hari atau setara dengan 3 kali makan. Dengan demikian, energi yang dibutuhkan dalam waktu bekerja efektif 3600 kkal dibagi dengan 8 jam bekerja efektif yaitu 450 kkal/jam kerja efektif (Lengkey, *et al.*, 2020).

Nilai dari energi manusia yang diamati pada setiap tahap selanjutnya dikalikan dengan total waktu keseluruhan manusia bekerja pada proses pengolahan. Perhitungan energi manusia dilakukan dengan persamaan :

$$q_{\text{manusia}} = (nk3 \times m3) \times n \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$nk3$ = nilai kalor (kkal/jam)

$m3$ = jam kerja yang digunakan

n = jumlah tenaga kerja

Efisiensi Penggunaan Energi Mesin

Efisiensi penggunaan energi mesin dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi Energi} = \frac{\text{Energi untuk menghasilkan gula semut}}{\text{total input energi}} \times 100\% \dots (5)$$

Keterangan :

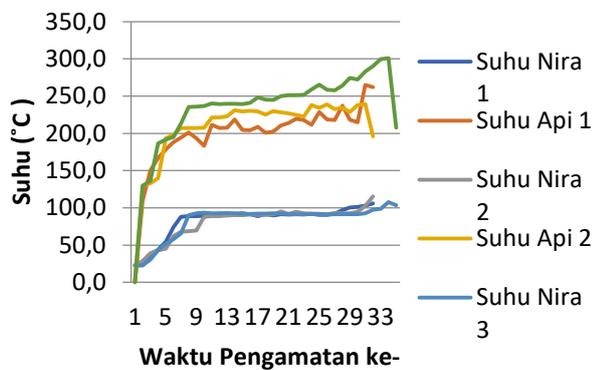
Energi untuk menghasilkan gula semut = (berat awal nira - berat akhir nira setelah menjadi gula semut) x panas laten penguapan (22.6×10^5 J/kg) (Andalangi J. 2019).

Total input energi = energi penggunaan gas LPG + energi listrik + energi manusia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Suhu pada Pemasakan Nira dengan mesin HORJA MPN20

Pada saat proses pemasakan berlangsung pengaturan suhu dilakukan dengan mengatur nyala api kompor dan apabila nira sudah membentuk karamel dan berwarna kecokelatan proses pemasakan akan dihentikan.



Gambar 4. Perubahan Suhu Nira dan Suhu Api Selama Percobaan

Suhu nira diukur sebelum dan setelah api dinyalakan untuk pemasakan nira, pengukuran suhu dilakukan setiap 5 menit sekali sampai nira mendidih selama 1 jam setelah itu pengukuran dilakukan setiap 10 menit. Menurut Mashud dan Matana (2014) suhu untuk pemasakan nira dimulai di 100 °C atau lebih. Pemasakan dihentikan apabila nira sudah menjadi kental dan ketika dididihkan ke dalam air dingin (air mineral) nira menjadi keras.

Hasil percobaan sebaran suhu pada 2 (dua) titik pengamatan selama disajikan pada Gambar 4. Suhu nira pada saat api dinyalakan mengalami kenaikan yang cukup tinggi sampai 40 menit pertama di saat nira mendidih dengan suhu nira sebesar 88,1 °C, dan saat itu juga dilakukan pengangkatan busa pada nira.

Pada percobaan ini, lamanya waktu proses pemasakan 4 jam sebelum gula siap dikristalisasi. Waktu yang sama juga didapati pada percobaan pertama. Pada percobaan ketiga waktu pemasakan berlangsung lebih lama yaitu 4 jam 30 menit, hal ini terjadi karena pengaruh kurangnya massa bahan bakar yang tersedia yang tidak sesuai dengan biasanya yaitu hanya 2,7 kg sehingga berpengaruh pada laju konsumsi bahan bakar yaitu 0,67 kg/jam. Nira mulai mengental pada menit ke-210 dan pada menit ke-240 api dimatikan karena nira sudah siap dikristalisasi dengan suhu akhir pemasakan nira yaitu 115,6 °C. Selama proses pemasakan nira terjadi penguapan air dari nira aren dan perubahan intensitas warna menjadi warna coklat dan proses ini terus berlangsung sampai saat gula mengalami karamelisasi.

Gambar 4 memperlihatkan suhu api mengalami peningkatan yang cukup tinggi pada 5 menit pertama pada pemasakan nira, kemudian terjadi lagi peningkatan sampai menit ke 20. Gambar juga memperlihatkan bahwa suhu api pada pemasakan nira aren kurang stabil dengan terjadinya perbedaan perubahan suhu setiap pengukurannya. Suhu nira tertinggi dicapai pada 239,2 °C pada menit ke-230 dan sesudahnya suhu api dicekikan sampai pada suhu 196 °C mencegah terjadinya nira yang gosong. Pada menit ke-240 api dimatikan dan proses pemasakan nira selesai yang dilanjutkan dengan proses kristalisasi.

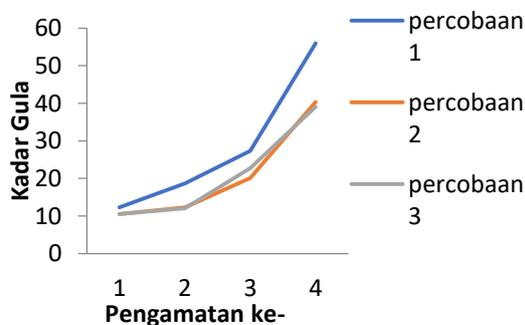
Mutu Awal Nira Dan Kadar Gula

Derajat keasaman nira berturut-turut pada setiap percobaan yaitu 6, 6, dan 6 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan peningkatan kadar gula nira selama pemasakan dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Hasil Derajat Keasaman (pH) nira

Percobaan	Pengamatan ke-	pH	Rata-tata
1	1	6	6
	2	6	
	3	6	
2	1	6	6
	2	6	
	3	6	
3	1	6	6
	2	6	
	3	6	

Mutu nira dalam hal derajat keasaman baik berkisar pH 6-7. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Natawijaya (2018) yang menyatakan pH nira aren yang baik untuk pembuatan gula semut aren berada di kisaran 6-7.



Gambar 5. Kadar gula nira selama pemasakan

Kadar gula nira aren hasil sadapan berturut-turut yaitu 12,3 brix, 10,5 brix,

dan 10,5 brix. Selama pemasakan (pengeluaran air dari nira) terjadi peningkatan kadar gula dilihat dari derajat brix. Kadar gula nira diukur setiap satu jam selama pemasakan. Peningkatan kadar gula dapat dilihat pada Gambar 5. Peningkatan kadar gula disebabkan air dari nira sudah menguap.

Pengukuran kadar gula dilakukan sampai pemasakan selesai, namun pada pengamatan terakhir kadar gula nira sudah tidak bisa diukur lagi karena nira sudah sangat kental sehingga datanya tidak bisa terbaca lagi oleh refraktometer.

Rendemen Gula semut

Rendemen gula dihitung berdasarkan perbandingan antara total berat gula yang diperoleh dengan total berat nira yang dimasak (Mulyawanti, 2017).

Tabel 2. Hasil Rendemen Gula Semut

Ulangan	Bahan baku (kg)	Berat hasil akhir (kg)	Rendemen (%)
1	30	2,84	9,47
2	30	3,12	10,40
3	30	3,31	11,03
Rata-rata	30,00	3,09	10,30

Tabel 2 menunjukkan rata-rata rendemen sebesar 10,30%. Hasil rendemen tertinggi didapatkan pada percobaan ketiga. Hal ini diduga karena pada percobaan ketiga pH nira 6 dan selang waktu untuk dimasak lebih cepat dilakukan setelah nira disadap.

Konsumsi Energi

Pada proses pengolahan nira aren menjadi gula semut menggunakan mesin Horja MPN20 memakai atau mengkonsumsi energi, yaitu energi

penggunaan gas LPG, energi listrik dinamo dan energi manusia.

Konsumsi Energi Penggunaan Gas LPG

Penggunaan gas LPG ini sebagai sumber api atau sumber panas dalam proses pemasakan nira aren dalam pengolahan gula semut. Penggunaan gas LPG membantu mempercepat pemasakan nira. Konsumsi energi LPG dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Konsumsi Energi Penggunaan Gas

Ulangan	Konsumsi energi penggunaan gas (kg)	Energi gas (kJ)	Energi bahan bakar per jam (kJ)	Laju konsumsi bahan bakar (kg/jam)
1	2,9	136.533,62	34.133,40	0,73
2	2,9	136.533,62	34.133,40	0,73
3	3,0	141.241,68	31.387,04	0,67
rata-rata	2,93	138.102,98	33.217,95	0,71

Berdasarkan persamaan (2) konsumsi energi gas LPG yang dipakai pada percobaan ketiga sebesar 3,0 kg atau 141.241,68 kJ. Penggunaan gas pada percobaan ketiga ini lebih besar dibandingkan dengan percobaan pertama dan kedua yang bernilai sama yaitu sebesar 2,9 kg atau 136.533,62 kJ. Pada percobaan ketiga laju konsumsi bahan bakar sebesar 0,67 dengan konsumsi energi sebesar 31.387,04 dimana nilainya lebih kecil dibandingkan dengan laju konsumsi bahan bakar gas LPG pada percobaan pertama dan kedua sebesar 0,73 kg/jam dan konsumsi energi per jam sebesar 34.133,40. Hal ini diduga karena waktu pemasakan nira lebih lama dari percobaan

pertama dan kedua sehingga penggunaan energi gas LPG yang dipakai lebih besar dan laju konsumsi bahan bakar LPG dan konsumsi energi tiap jamnya pun kecil.

Konsumsi Energi Listrik

Energi listrik dinamo yang digunakan pada proses pengolahan nira aren menjadi gula semut digunakan untuk mengkristalkan gula semut setelah proses pemasakan nira aren. Energi listrik dari dinamo akan menggerakkan pisau penggerak pada mesin untuk menghancurkan gula aren sampai membentuk kristal-kristal gula semut. Konsumsi energi listrik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsumsi Energi Listrik

Ulangan	konsumsi energi listrik (J)	Konsumsi energi listrik (kJ)
1	711.480,0	711,48
2	323.400,0	323,40
3	662.970,0	662,97
rata-rata	565.950,0	565,95

Berdasarkan persamaan (3) konsumsi energi listrik dinamo yang dipakai pada percobaan kedua sebesar 323,40 kJ, dimana konsumsi listrik pada percobaan kedua paling rendah dibandingkan dengan percobaan pertama dan ketiga. Hal ini diduga karena kemampuan penentuan waktu untuk mencapai tingkat kematangan gula oleh operator sangat menentukan kemampuan gula untuk dikristalisasi, sehingga lama penggunaan listrik untuk proses kristalisasi pun berpengaruh.

Konsumsi Energi Manusia

Pada proses pengolahan nira aren menjadi gula semut menggunakan mesin Horja MPN20, masih membutuhkan tenaga manusia untuk pengoperasian mesin dan membantu kristalisasi gula semut oleh

mesin. Tenaga manusia yang dibutuhkan sebanyak 1 orang sebagai operator utama yang memiliki tugas memasang, mengganti, serta mengawasi penggunaan gas, mengangkat busa pada nira selama proses pemasakan nira, dan juga pemasangan pisau pengaduk untuk kristalisasi gula semut dilanjutkan pencukuran gula semut yang menempel dan yang tersisa pada wajan selama kristalisasi gula semut namun saat pengadukan dijalankan lama-kelamaan baut pada poros pengaduk akan longgar karena terjadi penumpukan gula di area wajan dan permukaan pisau pengaduk sehingga operator harus merapatkan kembali baut yang longgar, hal ini akan menambah waktu pemrosesan gula semut. Konsumsi energi manusia dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Konsumsi Energi Manusia

Ulangan	Jam kerja (jam)	Energi Manusia (kkal)	Energi Manusia (kJ)
1	0,27	120	502,08
2	0,17	75	313,8
3	0,20	90	376,56
Rata-rata	0,21	95	397,48

Nilai konsumsi energi manusia dihitung dengan menggunakan persamaan (4) dan mendapatkan hasil konsumsi energi manusia pada percobaan pertama sebesar 502,08 kJ yang merupakan konsumsi energi manusia yang paling banyak dibandingkan pada percobaan kedua dan ketiga, dikarenakan kualitas nira dengan pH 6 berpengaruh pada sulitnya terbentuk kristal-kristal gula semut dan

membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan percobaan lainnya.

Efisiensi Energi

Efisiensi energi pada pengolahan nira aren menjadi gula semut merupakan rasio energi yang terpakai untuk menguapkan air pada nira agar menjadi gula dengan energi total yang digunakan selama proses pengolahan meliputi energi penggunaan gas LPG, energi listrik dan energi manusia.

Tabel 6. Hasil Efisiensi Energi

Percobaan	Energi untuk menghasilkan gula semut (kJ)	Total Input Energi (kJ)	Efisiensi Energi
1	61.381,6	137.747,18	44,56%
2	60.748,8	137.170,82	44,29%
3	60.319,4	142.281,21	42,39%
Rata_rata			43.74%

Berdasarkan persamaan (5), efisiensi mesin pada percobaan pertama mendapatkan nilai sebesar 44,56% , percobaan kedua mendapatkan nilai sebesar 44,29% dan percobaan ketiga mendapatkan nilai sebesar 42,39% dengan rata-rata sebesar 43,75%. (Tabel 6)

KESIMPULAN

Kesimpulan

a. Suhu api rata-rata pada percobaan pertama sampai ketiga masing-masing sebesar 205,30°C, 214,4°C, 240,4 °C

b. Rendemen pada pada percobaan pertama sampai ketiga berturut-turut adalah sebesar 9,47%, 10,40%, 11,03% dengan rata-rata 10,30%

c. Konsumsi energi gas pada percobaan pertama sampai ketiga berturut-turut adalah sebesar 136.533,62 kJ, 136.533,62 kJ, 141.241,68 kJ dengan rata-rata 138.102,98 kJ

d. Konsumsi energi listrik pada percobaan pertama sampai ketiga berturut-turut

adalah sebesar 711,48 kJ, 323,40 kJ, 662,97 kJ dengan rata-rata 565,95 kJ

e. Konsumsi energi manusia pada percobaan pertama sampai ketiga berturut-turut adalah sebesar 502,08 kJ, 313,8 kJ, 376,56 kJ. dengan rata-rata 397,48 kJ

f. Efisiensi energi pada percobaan pertama sampai ketiga berturut-turut adalah sebesar 44,56%, 44,29%, 42,39% dengan rata-rata 43,75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Tanaman Perkebunan (Ton) menurut Kecamatan dan Jenis Tanaman di Kabupaten Minahasa Selatan 2018. Minahasa Selatan.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Luas Tanaman Perkebunan (Hektar)

- menurut Kecamatan dan Jenis Tanaman di Kabupaten Minahasa Selatan 2018. Minahasa Selatan.
- Heryani, H. 2016. Keutamaan Gula Aren dan Strategi Pengembangan Produk. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin.
- Jupandri, A., F. Pangkorego., F. Wenur. 2019. Uji Teknis Modifikasi Evaporator Pada Pembuatan Gula Aren. COCOS, 1(1)
- Lengkey, G., R. Molenaar., L. C. Ch. E. Lengkey. 2020. Analisis Energi Pengeringan Padi Menggunakan Vertical Dryer Type Vrd60 Di Desa Bigo Selatan Kabupaten Bolaang Mongondow. Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal), 11(1):4.
- Lutony, T.L. 1993. Tanaman Sumber Pemanis. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mashud, N. dan Y.R. Matana. 2014. Produksi nira beberapa aksesori kelapa Genjah. Buletin Palma 15(2): 110-114.
- Solar, T., F. Wenur., L. C. Ch. E. Lengkey. 2020. Uji Kinerja Alat Penyulingan Nira Aren Menjadi Bioetanol Di Kelompok Tani Hutan Tayapu Desa Talawaan Kecamatan Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. COCOS, 11 (1)
- Yudisworo. 2010. Studi Alternatif Penggunaa BBG Gas Elpiji Untuk Bahan Bakar Mesin Bensin Konvensional. Teknik Mesin : Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon.