

**Perfomansi Destilasi Sopi Menggunakan Tenaga Surya Dengan
Variasi Massa Material Arang Sebagai Media Penyerap Panas
Matahari**

Fredentus Un¹, Ben Vasco Tarigan¹, Rima Nindia Selan³

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universtas Nusa
Cendana

Jl. Adi Sucipto, Penfui – Kupang, NTT 85001, TLP: (0380)881597

¹e-mail: fredentusun98@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini, teknologi destilasi Nira merupakan cara untuk mendapatkan sopi suling murni. Teknologi destilasi ini dirancang untuk mengatasi masalah penggunaan kayu bakar. Teknologi destilasi sopi diharapkan untuk menghasilkan sopi dengan produksi tinggi dan energi murah, oleh karena itu dibuatlah alat destilasi sopi menggunakan energi matahari dan material arang. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan arang pada proses destilasi. Penggunaan material arang adalah untuk meningkatkan serapan energi matahari dan mengangkat Nira ke permukaan material untuk diuapkan. Dalam penelitian ini penulis ingin mendapatkan performa yang lebih efektif dari proses destilasi dengan material arang terapung serta variasi massa arang yaitu 500 gram, 400 gram dan 300 gram terdapat pada basin I, II dan basin III, Sedangkan basin IV tanpa menggunakan arang. Efisiensi tertinggi pada penelitian ini yaitu pada basin I dengan dengan massa arang 500 yaitu 7,92 %, diikuti basin IV tanpa menggunakan arang yaitu 7,41 % serta basin III dengan variasi massa arang 300 gram yaitu 6,91 %, sedangkan efesiensi terendah diperoleh pada basin II dengan variasi massa arang 400 yaitu 5,44 %. sedangkan jumlah produktivitas sopi paling banyak diperoleh pada basin I yaitu sebesar 95 ml, diikuti basin IV dengan jumlah produktivitas sopi sebesar 79 ml dan basin III dengan jumlah produktifitas sopi sebesar 75 ml serta jumlah produktifitas sopi paling sedikit diperoleh pada basin II sebesar 57 ml. Oleh karena itu ketika melakukan pengujian harus memilih waktu yang tepat agar keadaan cuaca tidak menghambat proses destilasi, dengan demikian akan menghasilkan produktivitas sopi dan efisiensi yang lebih baik.

Kata kunci: material arang, variasi massa arang, efisiensi, energi matahari, destilasi.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

ABSTRACT

In this research, Nira distillation technology is a way to get pure distilled sopi. This distillation technology designed to solve the problem of using firewood. Sopi distillation technology expected to produce sopi with high production and cheap energy; therefore, a sopi distillation device made using solar energy and charcoal material. This research was conducted to determine the effect of using charcoal on the distillation process. The use of charcoal material is to increase the absorption of solar energy and lift the sap to the surface of the material to be evaporated. In this study, the authors wanted to get a more effective performance from the distillation process with floating charcoal material and variations in the mass of charcoal, namely 500 grams, 400 grams and 300 grams found in basins I, II and III, while basin IV without using charcoal. The highest efficiency in this study was in the basin I with a mass of 500 charcoal which was 7.92%, followed by basin IV without using charcoal which was 7.41% and basin III with a mass variation of 300 grams of charcoal which was 6.91%, while the lowest efficiency was obtained in basin II with a variation of the mass of charcoal 400 that is 5.44%. While the highest amount of sopi productivity was obtained in basin I, which was 95 ml, followed by basin IV with 79 ml of sopi productivity and basin III with 75 ml of sopi productivity and the least amount of sopi productivity was obtained in basin II of 57 ml. Therefore, when conducting the test, one must choose the right time so that weather conditions do not hinder the distillation process, thus resulting in better sopi productivity and efficiency.

Keywords: charcoal material, variation of charcoal mass, efficiency, solar energy, distillation.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

PENDAHULUAN

Sopi merupakan minuman alkohol yang sudah lama dikenal di kalangan masyarakat dan konsumsi minuman alkohol juga telah menjadi kebiasaan warga Indonesia khususnya Provinsi Nusa Tenggara Timur. Minuman ini sudah diproduksi secara turun-temurun oleh masyarakat di NTT. Tidak jarang dalam setiap acara peradatan minuman ini selalu disajikan. Nira menjadi bahan baku utama dalam pembuatan sopi. Air Nira yang akan difermentasi, dimasukkan kayu waru yang berfungsi sebagai katalis untuk membantu proses perubahan Nira menjadi alkohol. Proses fermentasi ini berlangsung antara 3 sampai dengan 4 hari. Pemisahan alkohol dari Nira hasil fermentasi umumnya dilakukan dengan destilasi atau penyulingan tradisional (Arianto, 2019).

Destilasi atau penyulingan adalah cara untuk memisahkan larutan kedalam masing-masing komponennya didasarkan pada perbedaan titik didih antara komponen-komponen yang akan dipisahkan. Hasil dari destilasi biasanya lebih murni dibandingkan dengan larutan awalnya. Dalam destilasi sopi (etanol), Nira dididihkan menggunakan proses pemanasan. Uap hasil proses ini akan mengembun pada permukaan di dalam kondensor. Adanya perbedaan temperatur membuat, terjadi proses kondensasi pada sopi. Pada proses destilasi yang diambil hanya cairan kondensatnya (Jamal, 2012).

Penyulingan sopi biasa menggunakan kendi yang terbuat dari tanah liat yang berfungsi sebagai tempat pemanasan Nira. Cairan Nira yang dipanaskan akan menguap menuju saluran bambu penghubung dan terkondensasi menjadi cairan di sepanjang bambu. Hasilnya kemudian akan ditampung dalam botol. Proses memasak sopi biasa menggunakan kayu sebagai sumber bahan bakarnya. Namun hal ini kedepannya akan berdampak buruk terhadap lingkungan karena makin berkurangnya pohon dan akan berdampak pada kelanjutan usaha sopi tradisional. Oleh karena itu perlu dicari energi alternatif dan cara lainnya yang dapat

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

mendukung berkelanjutan usaha sopi tradisional ini. Salah satu yang patut dipertimbangkan adalah menggunakan sumber energi panas matahari untuk dalam proses destilasi sopi.

Destilasi sopi menggunakan dengan menggunakan panas matahari, penggunaan material yang tepat sebagai penyerap radiasi panas matahari memegang peranan penting. Radiasi matahari yang diserap oleh material akan membantu proses evaporasi dan kondensasi pada permukaan bagian dalam penutup (kondensor) yang terbuat dari bahan transparan seperti kaca (Mulyanet 2006). Salah satu cara material yang dapat digunakan untuk mempercepat proses evaporasi adalah dengan menggunakan arang.

Arang adalah suatu padatan yang berpori yang mengandung karbon. Pori-pori pada arang biasa berukuran mikro yang jumlahnya banyak. Material ini memiliki sifat dapat menyerap dan meneruskan panas. Unjuk kerja arang sebagai media penerus panas dipengaruhi nilai konduktivitas. Nilai konduktivitas termal pada arang adalah $0,084 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (Holman, 2010).

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. *Arduino uno 2560*
- b. Termokopel
- c. Gekas ukur
- d. Alkohol Meter
- e. *Solar Power Meter SM206*
- f. Laptop
- g. *Stopwatch*

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Plastik Hitam
- b. Tripleks
- c. Kaca Tebal 5 mm

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

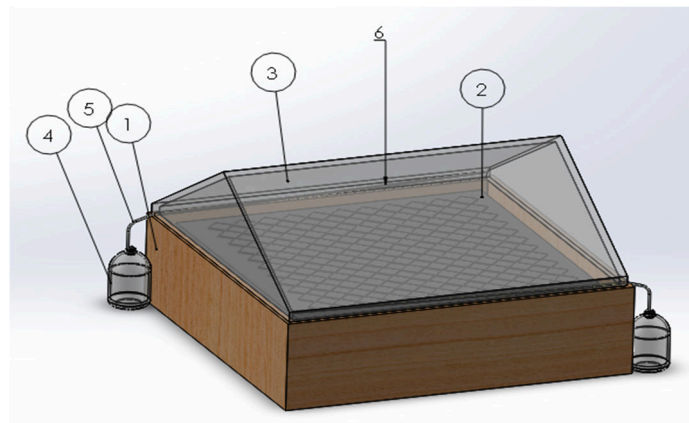
Kupang, 02 November 2021

d. Arang Kayu Kusambi

Prosedur Penelitian

1. Rancangan Alat Destilasi.

Prinsip kerja alat destilasi sopi ini adalah radiasi matahari yang di pancarkan ke kaca untuk memanaskan material arang sebagai plat penyerap yang terapung di Nira berada dalam basin mengalami penguapan dan kemudian akan pengembunan pada kaca penutup bagian dalam. Hasil pengembunan berupa kondensat akan mengalir mengikuti kemiringan kaca penutup dan selanjutnya akan ditampung dengan menggunakan botol penampung merupakan sopi suling murni. Berikut ini adalah gambar alat destilasi sopi.



Gambar 1. Alat Destilasi Sopi

Keterangan gambar :

1. Basin
2. Arang
3. Kaca Penutup
4. Botol Penampungan Hasil Destilasi Sopi
5. Pipa Penyalur Hasil Destilasi ke Botol Penampungan
6. Saluran Hasil Destilasi Sopi

Prinsip kerja alat destilasi sopi ini adalah radiasi matahari yang di pancarkan ke kaca untuk memanaskan material arang sebagai plat penyerap yang terapung di Nira berada dalam basin mengalami penguapan dan kemudian akan pengembunan pada kaca penutup bagian

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

dalam. Hasil pengembunan berupa kondensat akan mengalir mengikuti kemiringan kaca penutup dan selanjutnya akan ditampung dengan menggunakan botol penampung merupakan sopi suling murni.

2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Variabel terikat (*dependent variable*) yaitu produktifitas sopi.
- b. Variabel bebas (*independent variable*) yaitu variasi massa material arang 300 gram, 400 gram dan 500 gram.

3. Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian yang diambil adalah data temperatur dalam basin dan lingkungan, data intensitas matahari dan volume produktivitas Sopi yang dihasilkan, maka prosedur pengambilan data sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat tulis serta lembaran
- b. kertas untuk mencatat hasil destilasi,
- c. data intensitas matahari, data temperatur lingkungan dan kecepatan
- d. angin pada permukaan kaca.
- e. Melakukan penempatan alat ukur pada pada basin, sesuai dengan posisinya masing-masing.
- f. Hidupkan laptop dan menyiapkan microsoft excel untuk menginput data.
- g. Hidupkan *stopwatch* untuk memulai pengujian, serta mencatat suhu awal yang terbaca pada alat ukur.
- h. Melakukan Pengambilan data selama 8 jam, dari jam 08.30-16.30 wita dengan durasi waktu selama 1 menit.
- i. Pengambilan data dilakukan selama 1 hari.

4. Analisis Data

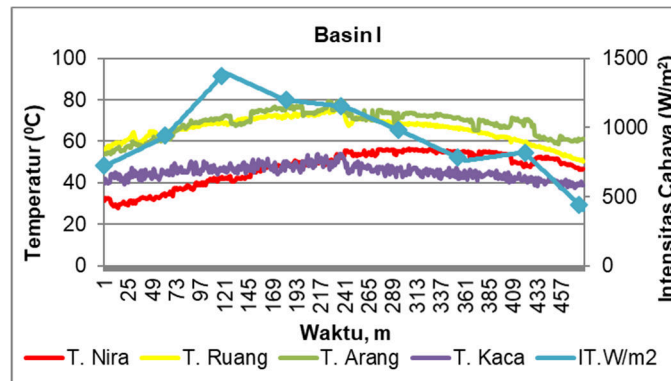
Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis matematis. Semua data yang diperoleh pada saat penelitian dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui pengaruh arang terhadap proses destilasi sopi serta variasi massa arang yang digunakan. Semua hasil tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

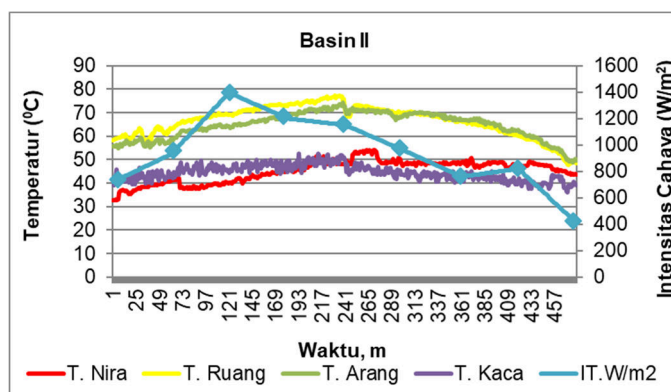
Untuk mempermudah hasil analisa maka data hasil pengujian ditampilkan pada grafik yang disajikan di bawah ini.



Gambar 2. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin I dengan massa arang 500 gram.

Pada grafik di atas menunjukkan kondisi temperatur dalam ruang basin pada 30 menit pertama. Temperatur terus naik karena adanya proses penyerapan kalor yang terjadi baik pada udara dan juga arang. Pola kenaikan temperature arang dan ruang basin cenderung sama. Namun setelah itu, terlihat temperatur Nira nilainya lebih tinggi dari pada temperatur kaca.

Naiknya temperatur pada Nira dipengaruhi oleh arang yang berfungsi sebagai media penyerap kalor. Hal ini justru membantu proses evaporasi dapat terus terjadi. Perubahan temperatur ruang, temperatur arang, temperatur Nira dan temperatur kaca, cenderung memiliki pola yang sama.

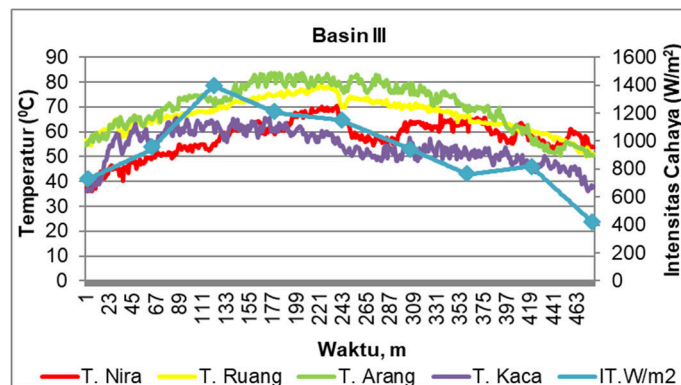


Gambar 3. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin II dengan massa arang 400 gram.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

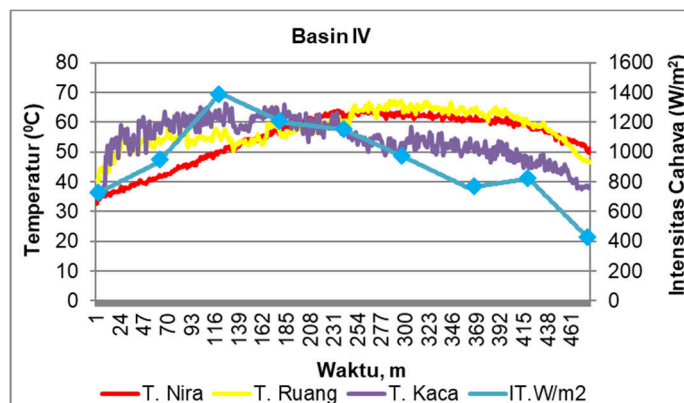
Kupang, 02 November 2021

Pada grafik di atas, menunjukkan pola temperatur pada ruang basin. Hal ini terjadi karena proses penyerapan kalor dalam basin sedang berlangsung. Seiring bertambahnya waktu, temperatur ruang basin memiliki pola hampir sama dengan temperatur arang. Pada basin II ini, juga menunjukkan pola temperatur yang serupa pada basin I dimana temperatur ruang basin dan arang lebih tinggi dibanding temperatur lainnya.



Gambar 4. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin III dengan massa arang 300 gram.

Pola perubahan temperatur yang terjadi pada basin III juga menunjukkan keserupaan pada basin I dan II. Pada basin III, juga menunjukkan bahwa pola perubahan temperatur arang dan ruangan memiliki keserupaan. Dalam keseluruhan proses destilasi ini, temperatur keduanya cenderung lebih tinggi dibanding temperatur yang lain.

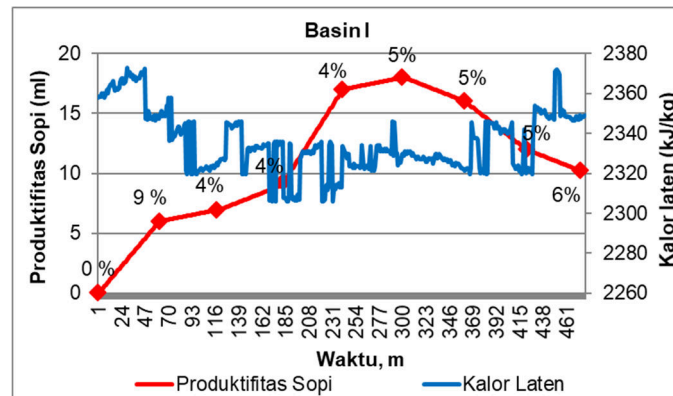


Gambar 5. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin IV tanpa arang.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Pola yang berbeda ditunjukkan pada basin ke IV dimana Nira dan ruangan tidak dominan dalam keseluruhan proses. Pada awalnya, temperatur kaca lebih tinggi dibandingkan air dan ruangan. Hal ini bisa disebabkan lambatnya penyerapan kalor oleh Nira dan melepaskan kalor secepat mungkin ke ruangan. Hal ini sangat berbeda pada basin yang menggunakan arang.



Gambar 6. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi pada massa arang 500 gram.

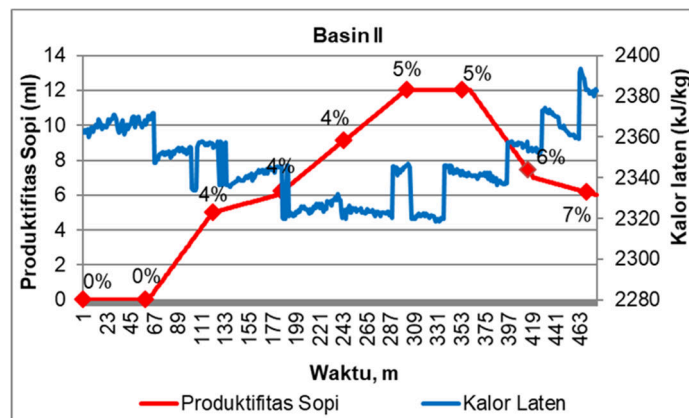
Pada gambar ini, dapat dilihat bahwa proses terjadinya fluktuasi pada kalor laten. Hal ini terjadi karena adanya penyerapan kalor selama suhu konstan dan adanya pelepasan kalor penguapan. Dari gambar juga menunjukkan bahwa, nilai kalor tertinggi didapat pada 28 menit pertama mencapai 2373 kJ. Hal ini diakibatkan karena rendahnya temperatur material penyerap kalor (arang). Sedangkan kalor laten terendah didapat pada jam 12.20 wita mencapai 2305,7 kJ. Hal ini disebabkan oleh tingginya temperatur pada plat penyerap kalor (Arang). Silisih nilai dari kedua kalor laten tersebut, sebesar 67,2 kJ. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur nilai temperatur pada plat penyerap kalor (tabel jenuh water-tabel temperatur).

Dalam hubungan antara kalor laten dan produktifitas sopi, kalor laten akan dipisahkan dari uap menjadi cair (teori kondensasi). Kalor laten akan berada pada titik kesetimbangan yaitu entalpi campuran antara cair dan gas akan berubah wujud, sehingga kondensasi akan semakin banyak. Merujuk pada gambar di atas, Produktifitas sopi yang dihasilkan pada 60 menit pertama jumlahnya 6 ml dengan kadar alkohol 9%. Hal ini terjadi karena proses evaporasi yang dihasilkan tidak terlalu banyak. Kondisi ini

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

berbeda setelah waktu tersebut, dimana dari grafik menunjukkan bahwa sopi yang dihasilkan makin lama makin tinggi dari pada waktu sebelumnya. Produktifitas sopi meningkat seiring bertambahnya waktu, dimana mencapai titik tertinggi pada pukul 13.30 dan terendah pada pukul 09.30. Pada produktifitas sopi di setiap jamnya, ternyata mempengaruhi konsentrasi alkoholnya. Hal ini diakibatkan oleh tingginya temperatur yang melebihi titik didih dari sopi, sehingga proses evaporasi bersamaan dengan air.



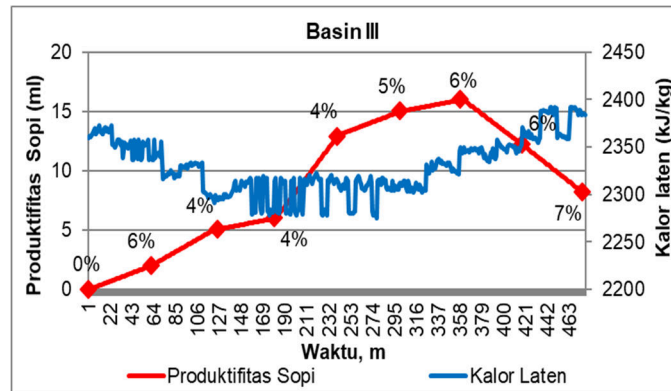
Gambar 7. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi pada massa arang 400 gram.

Hasil pengujian yang disajikan pada grafik 7 terlihat bahwa kalor laten bergerak turun mengikuti waktu. Kondisi ini terjadi karena pengaruh meningkatnya temperatur pada permukaan arang, sehingga nilai kalor laten yang dihasilkan semakin rendah dan produktifitas sopi semakin meningkat. Kondisi ini juga terjadi karena perubahan wujud fasa cair menjadi gas, mengikuti nilai kalor laten yang dihasilkan pada permukaan arang. Pada gambar grafik di atas juga menunjukkan bahwa pada 30 menit pertama, nilai kalor laten mulai mengalami proses fluktuasi kemudian datar dalam waktu 8 menit. Hal ini disebabkan oleh proses penyerapan dan pelepasan kalor penguapan saat terjadinya proses evaporasi. Perolehan produktifitas sopi maksimum yang didapat pada basin II ini pada pukul 13.30 dan pukul 14.30, mencapai 12 ml dengan kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 5%. Hal ini terjadi karena temperatur dalam basin sudah mencapai titik kesetimbangan, sehingga proses evaporasi terus terjadi dan jika

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

temperatur tidak terkontrol akan berakibat pada kadar alkohol yang dihasilkan.

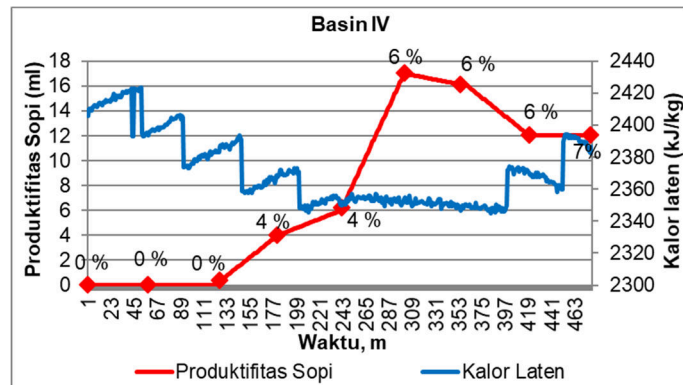


Gambar 8. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi pada massa arang 300 gram.

Pada gambar 8 hubungan antara kalor laten dan produktifitas sopi. Hasil pengujian dan pengukuran menunjukkan bahwa kalor laten yang berada di dalam ruang basin, sangat mempengaruhi produktifitas sopi. Dilihat pada grafik perolehan produktifitas sopi di awal waktu penguapan sangat kecil. Hal ini terjadi karena diwaktu pukul 08.30, masih terjadinya proses penyerapan kalor untuk meningkatkan temperatur dalam basin. Namun, seiring berjalannya waktu, sopi mengalami kenaikan yang cukup drastis. Hal ini diakibatkan oleh temperatur yang sedang menuju titik konstan, sehingga proses evaporasi terus berlangsung, dengan perolehan produktifitas sopi terbanyak pada pukul 14.30. Total keseluruhan produktifitas sopi 75 ml dengan rata-rata kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 7%. Bila membandingkan kedua kurva antara kalor laten dan produktifitas sopi, terlihat bahwa semakin rendah kalor laten di setiap waktu penguapan, maka semakin tinggi produktifitas sopi. Kondisi ini terjadi karena dipengaruhi oleh temperatur pada plat penyerap kalor (arang).

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021



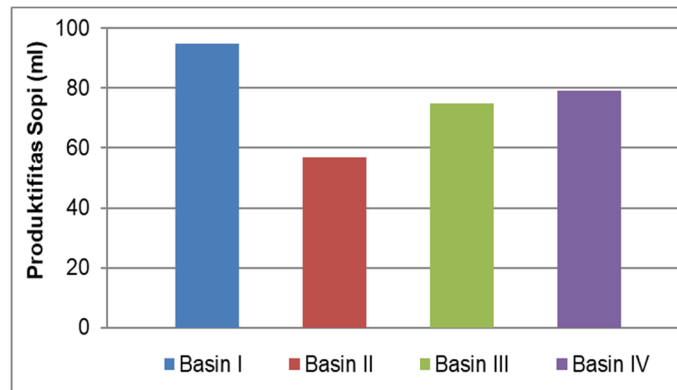
Gambar 9. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi tanpa arang.

Hubungan antara kalor laten dan produktifitas sopi dapat dilihat pada gambar 9 Nilai kalor laten yang ditampilkan pada grafik, mengalami pola naik dan turun kemudian datar dalam waktu 10 menit hingga pukul 12.00. Hal terjadi karena proses penyerapan kalor dan pelepasan kalor penguapan yang terjadi dalam basin, masih terlalu sedikit. Namun, seiring bertambahnya waktu perubahan pola grafik kalor laten menjadi datar selama 90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur dalam basin sudah mencapai titik kesetimbangan, sehingga temperatur tetap konstan di waktu tersebut.

Perolehan produktifitas sopi di awal waktu penguapan sangat kecil namun di pertengahan mengalami kenaikan yang cukup drastis. Hal disebabkan nilai kalor laten yang mempengaruhi proses evaporasi. Perolehan produktifitas sopi terbanyak pada pukul 13.30, dan total keseluruhan produktifitas sopi basin IV, 79 ml dengan rata-rata kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 7 %. Jika membandingkan kedua kurva antara kalor laten dan produktifitas sopi, terlihat bahwa semakin rendah kalor laten di setiap waktu penguapan, maka semakin tinggi prodiktifitas sopi. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur dalam basin.

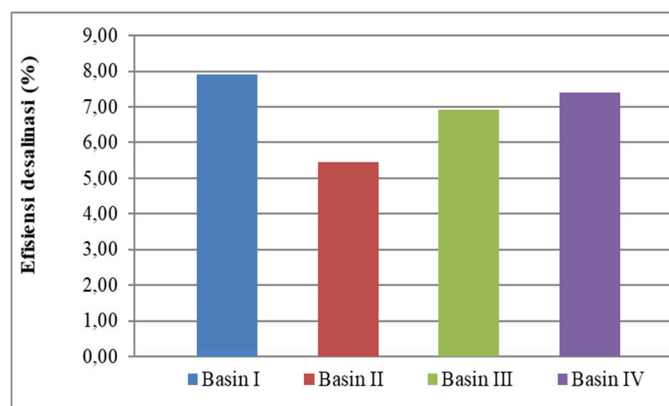
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021



Gambar 10. Grafik perbandingan produktifitas sopi pada setiap basin

Hasil perbandingan produktifitas sopi disajikan pada grafik 10 antara basin I, II, III dan basin IV. Terlihat hasil dari pengujian dimana produktifitas sopi maksimum yang di peroleh pada basin I sebanyak 95 ml, basin II mencapai 57 ml, basin III mencapai 75 ml dan basin IV mencapai 79 ml. Hasil destilasi yang diperoleh dari ke empat basin berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan temperatur dan tekanan pada material arang dan juga perbedaan densitas pada arang, sehingga prosesnya waktu penyerapan Nira ke permukaan arang untuk di uapkan juga berbeda. Hal ini terdapat pada basin I, II dan basin III, Sedangkan pada basin IV tanpa menggunakan arang, produktifitas sopi yang dihasilkan mendekati hasil destilasi sopi pada basin I dikarenakan tidak adanya faktor penghambat seperti yang terjadi pada basin yang lainnya.



Gambar 11. Grafik perbandingan efesiensi destilasi

Hasil perbandingan efesiensi destilasi antara basin I, II, III dan basin IV, disajikan pada grafik 11 dimana efesiensi maksimum yang diperoleh variasi massa arang 500 gram ,400 gram dan 300 gram, pada basin I, II

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

dan basin III yaitu sebesar 7,92 %, 5,44 % dan 6,91 %. Sedangkan sedangkan basin IV tanpa menggunakan arang nilai efisiensinya sebesar 7,41 %. Hasil efisiensi destilasi yang terlihat sangat berbeda setiap basin. Hal ini diakibatkan oleh dipengaruhi oleh produktifitas sopi yang dihasilkan dan intensitas matahari. Efisiensi destilasi juga dipengaruhi oleh luasan basin dan plat penyerap kalor (arang), sehingga ketika semakin banyak produktifitas sopi yang dihasilkan, maka efisiensi akan terus meningkat.

KESIMPULAN

Dalam proses destilasi Nira menjadi sopi, temperatur dan data intensitas serta kalor laten sangat berpengaruh pada hasil produksi sopi. Dimana masing-masing memiliki peran yang meningkatkan hasil produktifitas sopi dan menghasilkan performa yang lebih efektif untuk proses destilasi.

Pengaruh variasi massa arang pada setiap basin terhadap proses destilasi sopi adalah produktifitas sopi paling banyak terdapat pada basin I dengan dengan massa arang 500 gram yaitu 95 ml dan efisiensi destilasi mencapai 7,92 %, diikuti basin IV tanpa menggunakan arang yaitu 79 ml dengan efisiensi destilasi 7,41 % serta basin III dengan variasi massa arang 300 gram yaitu 75 ml dengan efisiensi destilasi 6,91 %. Sedangkan produktifitas sopi paling sedikit terdapat pada basin II dengan variasi massa arang 400 yaitu 57 ml dan efisiensi alat destilasi mencapai 5,44 %.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

DAFTAR PUSTAKA

Maniur Arianto Siahaan, E. G. 2019. Penentuan Kadar Alkohol Pada Tuak Aren Yang Diperjualbelikan Di Nagori Dolok Kecamatan Silau Kahean Kabupaten Simalungun Sumatera Utara. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan*.

Jamal, S. Suwasti. 2012. Sistem Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Kolektor Destilasi Dengan Cover Ganda Dan Heat Absorber Serta Kondisi Tekanan Vakum.

Mulyanet. 2006. Sistem Distilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Kolektor Plat Datar Dengan Tipe Kaca Penutup Miring, http://noviwidi.blog.uns.ac.id/files/2010/05/sistem_distilasi_air_laut_tenaga_surya_menggunakan_kolektor_plat_.pdf , Mei, 15, 2010.

J. P Holman. 2010. "Heat Transfer". New York : McGraw-Hill Company

Delyanis, E dan Belessiotis V. 2001. *Solar Energy and Desalination, Advances in Solar Energy, An Annual Review of Research and Depolepment*. D.Y