

PRODUKSI BIOETANOL MENGGUNAKAN KOLEKTOR SURYA PLAT DATAR

Gerard Antonini Duma*, Andi Erwin Eka Putra, Wahyu H. Piarah,
Asdar

Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

*E-mail: gantoniniduma@gmail.com

ABSTRACT

Ethanol is currently used in many countries to be a mixture of conventional fuels. This is done to make savings on conventional fuels began to decrease. This research aims to produce ethanol from nipa sap using flat plate solar collectors. Nipa sap samples tested in 2 and 2 treatments. The first sample is tested sap every day for 4 days and the second sample is tested sap every 3 days. Ethanol was evaporated from nipa sap is then cooled using a condenser. The result is that ethanol is produced by an average of 18-20 cc of ethanol and concentration of first sample is first day = 59.4%, second day 71.2%, third day = 61%, fourth day = 59%, and second sample is one day = 58.9%, three day = 51.4%, and six day = 72.4%

Keywords: *bioethanol, flat plate solar collectors, heat transfer, alternative energy*

PENDAHULUAN

Nipah atau (*Nypa fruticans*) merupakan suatu tanaman jenis palem yang hidup di pasang surut air laut, pinggir sungai air payau dan hutan bakau. Saat ini, nipah berfungsi sebagai tanaman penyangga ekosistem, menahan erosi tanah di tepian muara sungai dan menahan abrasi (pengikisan tanah yang disebabkan oleh angin dan air laut ketika laut sedang pasang). Sedangkan daun nipah dimanfaatkan sebagai bahan pembuat atap, dinding, aneka keranjang anyaman dan untuk daun pembungkus rokok.

Indonesia memiliki hutan nipah terbesar di dunia dengan luas sebesar 700.000 ha. Buahnya membulat seperti pandan. Batang pohon nipah berbentuk rimpang yang terendam oleh lumpur, akar serabutnya mencapai panjang 13 m. Panjang daun mencapai 100 cm dan lebar daun 4-7 cm. Daun nipah yang tua berwarna kuning, sedangkan daunnya yang masih muda berwarna hijau. Jumlah daun dalam tiap tandan mencapai 25-100 helai (Chairul dan Silvia Reni Yenti, 2013). Selain itu, nipah juga dapat menghasilkan nira yang belum banyak dimanfaatkan.

Menurut Dahlan, (2009) nira nipah mengandung sukrosa sebanyak 13-17%, dan bahan ini sangat berpotensi untuk diolah menjadi bioetanol. Bioetanol atau dikenal sebagai etanol adalah cairan yang tak berwarna, mudah menguap dan terbakar dan paling sering

digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan etanol telah banyak digunakan sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Sumber bio-etanol jugadapat diperoleh dari beberapa tanaman seperti jagung, ubi, rumput laut dan nipah. Etanol menguap pada temperatur 78° C, lebih rendah dibandingkan dengan air. Saat ini, etanol sudah mulai banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif sebagai campuran dari bensin, tujuannya untuk menghemat pemakaian bahan bakar bensin dikarenakan persediaan bahan bakar fosil sudah semakin sedikit. Oleh karena itu, pengolahan nipah menjadi bio-etanol sangat dibutuhkan sekarang inikarena tidak akan menimbulkan krisis pangan seperti jagung dan tebu.

Penggunaan etanol sebagai campuran bahan bakar telah banyak digunakan di beberapa negara di dunia. Di Amerika, bahan bakar bensin dicampurkan dengan 10% etanol (dari bahan baku jagung). Di Brazil, etanol dibuat dari bahan baku tebu, dan digunakan pada bahan bakar bensin dalam kadar 10%. Di Finlandia, etanol dengan kadar 5% telah dicampurkan pada bensin dan memiliki angka oktan 98. Di Jepang, sejak tahun 2005 sudah mulai digunakan bahan bakar bensin dengan campuran 3% etanol (Sri Komarayati & Gusmailina)

Beberapa penelitian telah dilakukan pada beberapa tanaman untuk menghasilkan bio-etanol seperti tebu, jagung, ubi dan rumput. Pada tanaman tebu misalnya pernah dilakukan penelitian dengan proses fermentasi oleh (Agustin Krisna Wardani, Fenty Nurtyastuti Eka Pertiwi, 2012) dengan menghasilkan bio-etanol sebesar 8,792% sedangkan pada tanaman jagung dan rumput laut dilakukan proses fermentasi, hidrolisis, dan distilasi. Penelitian dilakukan oleh (Anita Purnama Sari, Ahyar Ahmad, Hanapi Usman, 2013) pada alga merah dengan sistem fermentasi dan hidrolisis. Hasilnya diperoleh nilai konversi selulosa alga merah adalah setiap 1 kilogram selulosa *Gracillaria verrucosa* menghasilkan 21,56 % bio-etanol dengan kemurnian 17,04% dan satu kilogram *Eucheuma cottonii* menghasilkan 18,40% bio-etanol dengan kemurnian 8,42%

Proses distilasi untuk memurnikan bio-etanol umumnya dilakukan dengan proses pemanasan dengan menggunakan sumber energi. Hal ini yang mengakibatkan nilai ekonomis dari bahan bakar etanol belum dapat bersaing dengan bahan bakar fosil (bensin).

Pemanfaatan radiasi sinar matahari sebagai sumber energy utama untuk menghasilkan energy panas dengan menggunakan kolektor telah banyak dilakukan (M. Burhan R. Wijaya, Samsudin Anis, Karnowo, 2013). Absorber pada kolektor surya dikenai sinar matahari dimana sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversi menjadi energi panas, lalu panas tersebut dipindahkan kepada fluida yang bersirkulasi di dalam kolektor surya untuk kemudian dimanfaatkan pada berbagai aplikasi (Sulaeman & Darul Mapasid, 2013)

Ada 2 tipe kolektor surya dan mempunyai temperatur keluaran yang berbeda-beda. Kolektor surya yang bertipe plat datar menghasilkan temperature fluida dari proses pemanasan adalah sekitar 60-90 °C (Goswami & Duffie, 1999). Kolektor surya lain adalah kolektor tabung pipa dimana temperatur fluida dari hasil pemanasan adalah sekitar 60-120 °C. Tipe terakhir kolektor surya parabola dimana dapat menghasilkan temperatur pemanasan 100°-400°C.

Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan dengan memanfaatkan kolektor surya yang bertipe plat datar sebagai sumber

energy untuk pemanasan pada proses distilasi nira nipah..Tipe ini dengan suhu pemanasan fluida di kisaran 60 – 90 °C dianggap cukup untuk menguapkan etanol yang terkandung dalam di nira nipah. Selain itu, tipe ini mempunyai konstruksi yang mudah dan harga yang lebih murah

FASILITAS DAN METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan pada percoban ini adalah

1. Kolektor surya
Kolektor surya sebagai alat penukar kalor dimana berfungsi memanaskan nira nipah hingga temperatur sekitar 50-70°C
2. Tabung distilasi
Tangki berfungsi sebagai wadah penampungan nira nipah selama pemanasan
3. Kondensor
Kondensor sebagai alat penukar kalor, untuk mengkondensasikan uap etanol menjadi cairan dan selanjutnya ditampung ke tabung penyimpanan
4. Pompa akuarium
Sebagai alat untuk mensirkulasikan nira nipah pada sistem
5. Tabung penyimpanan
Sebagai tempat menampung cairan etanol yang telah melalui proses distilasi
6. Termokopel
Sebagai alat untuk mengukur mengukur temperatur di setiap titik pengukuran
7. Termometer
Mengukur temperatur nira nipah di dalam tabung distilasi
8. Solarimeter
Mengukur radiasi total yang menimpa kolektor pada posisi kemiringan sama dengan kolektor.
9. Anemometer
Mengukur kecepatan angin yang berhembus disekitar kolektor.
10. Stopwatch
Sebagai alat untuk menghitung waktu sesuai dengan kebutuhan penelitian

Pada kolektor surya ini diletakkan 4 buah pipa pada jarak yang sama dimana pipa-pipa itu berhubungan dengan header bagian atas dan bawah.

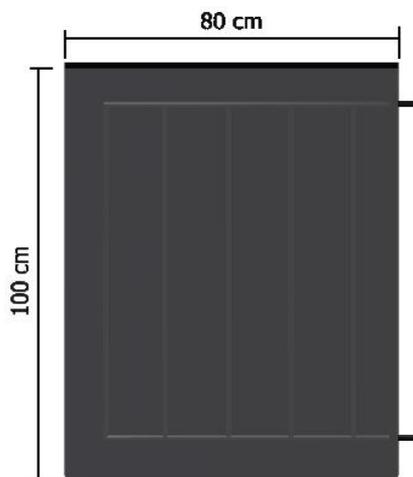
Plat penyerap dari kolektor surya ini terbuat dari plat aluminium dengan ukuran 80

cm x 60 cm dan tebal 2 mm, sedangkan keempat pipa kolektor terbuat dari tembaga dengan diameter 1,7 cm Jarak antar pipa 180 mm. Kaca penutup kolektor tebal 2 mm.

Untuk mengurangi kerugian aliran panas maka digunakan isolator kertas, aluminium foil dan polypropylene



Gambar 1. Titik-titik pengukuran pada kolektor surya



Gambar 2. Gambar alat pengujian

Prosedur Penelitian

Adapun prosedur pengambilan data yang dilakukan sebagai berikut :

1. Memasang dan memeriksa alat-alat pengujian yang akan digunakan pada pengambilan data
2. Pengambilan data dimulai pukul 09.00 pagi sampai dengan pukul 14.00. Nira nipah yang digunakan sebanyak 5 liter. Kolektor dipanaskan selama 15 menit sebelum dimulai pengambilan data
3. Mengukur debit nira nipah dengan menggunakan stopwatch dan jergen 5 liter. Nira nipah disirkulasikan dan dihitung waktunya sampai memenuhi jergen tersebut
4. Mensirkulasikan nira nipah dari tabung distilasi ke kolektor surya dengan menggunakan pompa. Nira nipah disirkulasikan dengan tujuan dipanaskan hingga mencapai temperatur sekitar 50-65° C
5. Mengukur temperatur nira nipah, temperatur kaca, temperatur plat, temperatur pipa dan temperatur air pendingin. Air pendingin pada kondensor dijaga temperaturnya maksimal 30° C dan diganti setiap 10 menit
6. Pengambilan data selanjutnya dicatat setiap 30 menit dengan mengulangi prosedur 4 dan 5
7. Cairan etanol hasil distilasi ditampung ke dalam tabung penyimpanan dan selanjutnya diukur volume dan kadar etanolnya. Kadar etanol diuji di Laboratorium Analisis Kimia di Fakultas MIPA Unhas

Nipah

Nipah atau *Nypa fruticans* adalah salah satu pohon anggota famili *Arecaceae* (palem) yang tumbuh di lingkungan hutan bakau, di daerah rawa yang berair payau atau daerah pasang-surut dekat tepi laut. Tumbuhan ini juga dikenal dengan banyak nama lain seperti daon, daonan (Sd., Bms.), buyuk (Jw., Bali), bhunyok (Md.), bobo (Menado, Ternate, Tidore), boboro (Halmahera), palean, palenei, pelene, pulene, puleanu, pulenu, puleno, pureno, parinan, parenga (Seram, Ambon dan sekitarnya).

Bioetanol

Bio-etanol berasal dari sumber nabati terbarukan. Sumber nabati yang dapat dijadikan bahan baku bioetanol adalah bahan-bahan nabati yang dapat mengalami proses fermentasi untuk menghasilkan alkohol (etanol). Selain itu, bioetanol juga dapat diperoleh dari reaksi kimia dengan cara mereaksikan etilene dengan steam (Krisnamurthi, 2008). Secara umum, bahan baku etanol dibagi menjadi tiga sumber utama, yaitu bahan yang mengandung pati, bahan yang mengandung glukosa, dan bahan yang mengandung serat atau lignoselulosa (Fardiaz, 1992).

Kolektor Surya Plat Datar

Komponen-komponen sebuah kolektor surya plat datar terdiri dari permukaan "hitam" sebagai penyerap energi radiasi matahari yang kemudian dipindahkan ke fluida. Penutup tembus cahaya (kaca) berfungsi mengurangi efek radiasi dan konveksi yang hilang ke atmosfer. Pipa-pipa aliran fluida berfungsi mengalirkan fluida yang akan dipanaskan serta isolasi untuk mengurangi kerugian konduksi kelingkuangan. Skema kolektor surya plat datar

1. Analisis perpindahan panas konveksi

a. Koefisien perpindahan panas konveksi penutup – udara luar

Koefisien perpindahan panas konveksi oleh penutup transparan terhadap udara luar, didasarkan pada hembusan angin di atas kaca penutup transparan:

$$h_w = \frac{Nu.k}{L}$$

Dimana:

Nu = Bilangan Nusselt

k = Konduktivitas termal, W/m.K

L = Panjang karakteristik, m

b. Koefisien perpindahan panas konveksi pelat – penutup

Koefisien perpindahan panas konveksi pelat – penutup (h_1) didekati dengan persamaan:

Bilangan Nusselt, Nu

$$Nu = 1 + 1,44 \left[1 - \frac{1708(\sin 1,8\beta)^{1,6}}{Ra \cos \beta} \right] + \left[1 - \frac{1708}{Ra \cos \beta} \right] \left[\left(\frac{Ra \cos \beta}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right]$$

Dimana:

β = Sudut kemiringan kolektor

Rayleigh number, Ra:

$$Ra = \frac{g.\beta'.\Delta T.L^3}{\nu.\alpha}$$

Dimana:

g = Percepatan gravitasi, m/s²

β' = Koefisien ekspansi volumetric

(untuk gas ideal, $\beta' = \frac{1}{T}$) [$\frac{1}{K}$]

ΔT = Beda temperature antara pelat dengan penutup, K

L = Jarak pelat dengan penutup, m

ν = Viskositas kinematik, m²/s

α = Thermal diffusivity, m²/s

Sehingga diperoleh:

$$h_{c,p-c} = \frac{Nu.k_f}{L}$$

$h_1 = h_{c,p-c}$

Dimana:

k_f = konduktivitas termal fluida pada

T_{avg}

c. Koefisien perpindahan panas konveksi pelat absorber – fluida kerja

Koefisien perpindahan panas konveksi pelat absorber – fluida kerja yang melibatkan aliran dalam (*internal flow*) dengan asumsi *heat flux* konstan, yakni:

Untuk aliran laminar, maka:

$$h_{cf-p} = \frac{Nu.k_f}{D_h}$$

Dimana:

Nu = Bilangan Nusselt

D_h = Diameter hidrolisis, m

D_h adalah diameter hidrolisis dari pipa, yakni:

$$D_h = \frac{4.A}{P}$$

Dimana:

A = Luas penampang, m²

P = Keliling pipa, m

2. Analisis perpindahan panas radiasi

a. Koefisien perpindahan panas radiasi penutup – udara luar

Koefisien perpindahan panas radiasi penutup terhadap udara luar dapat dihitung berdasarkan:

$$h_{r,c-a} = \varepsilon_c \frac{\sigma(T_c + T_s)(T_c^2 + T_s^2)(T_c + T_s)}{(T_c + T_a)}$$

Dimana:

ε_c = Emisivitas penutup

σ = Konstanta Steven-Boltzman = $5,6697 \times 10^{-8}$, W/m².K⁴

T_c = Temperatur penutup, K

T_a = Temperatur udara luar, K

T_s adalah *sky temperature* yang berkaitan dengan temperature udara luar, sehingga dapat dihitung berdasarkan:

$$T_{sky} = 0,0552.T_a^{1,5}$$

b. Koefisien perpindahan panas radiasi pelat – penutup

Koefisien perpindahan panas radiasi pelat – penutup, yakni:

$$h_{r,p-c} = \frac{\sigma(T_p^2 + T_c^2)(T_p + T_c)}{\frac{1}{\varepsilon_p} + \frac{1}{\varepsilon_c} - 1}$$

Dimana:

T_p = Temperatur pelat, K

ε_c = Emisivitas cover

ε_p = Emisivitas pelat

3. Efisiensi kolektor

Efisiensi kolektor dipengaruhi oleh radiasi matahari yang diserap (S), koefisien kerugian panas total (U_L).

Koefisien kerugian panas sisi atas (U_t):

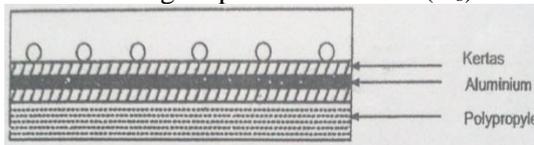
Dari rangkaian termal,

$$R_1 = \frac{1}{h_w + h_{r,c-a}}$$

$$R_2 = \frac{1}{h_{c,p-c,total} + h_{r,p-c}}$$

$$U_t = \frac{1}{R_1 + R_2}$$

Koefisien kerugian panas sisi bawah (U_b):



Gambar. Isolasi bagian bawah kolektor

$$U_b = \frac{1}{\left[\frac{L_p}{k_p} + \frac{L_a}{k_a} + \frac{L_p}{k_p} + \frac{L_{pp}}{k_{pp}} + \frac{1}{h_f} \right]}$$

Dimana:

L_p = Ketebalan kertas, m

L_a = Ketebalan aluminium foil, m

L_{pp} = Ketebalan *polypropylene*, m

k_p = Konduktivitas kertas, W/m.K

k_a = Konduktivitas aluminium foil, W/m.K

k_{pp} = Konduktivitas *polypropylene*, W/m.K

h_f = Koefisien konveksi pelat ke air, W/m².K

$$U_L = U_c + U_b$$

Faktor efisiensi kolektor (F'):

$$F' = \frac{h_1 h_r + h_2 U_t + h_2 h_r + h_1 + h_2}{(U_t + h_r + h_1)(U_b + h_r + h_2) - h_r^2}$$

Collector flow factor (F''):

$$F'' = \frac{\dot{m}.C_p}{A_c U_L F'} \left[\frac{\frac{S}{U_L} - (T_{f,o} - T_a)}{\frac{S}{U_L} - (T_{f,i} - T_a)} \right]$$

Dimana:

\dot{m} = Laju aliran massa, kg/s

S = Radiasi surya per satuan luas yang diserap oleh absorber, W/m²

A_c = Luasan absorber, m²

$T_{f,o}$ = Temperatur fluida keluar, K

$T_{f,i}$ = Temperatur fluida masuk, K

Faktor pelepasan panas (FR):

$$F_R = F' . F''$$

Sehingga diperoleh energi yang bermanfaat (q_u):

$$q_u = A_c . F_R [S - U_L (T_i - T_a)]$$

Akhirnya diperoleh efisiensi kolektor (η):

$$\eta = \frac{q_u}{A_c I_T}$$

Dimana:

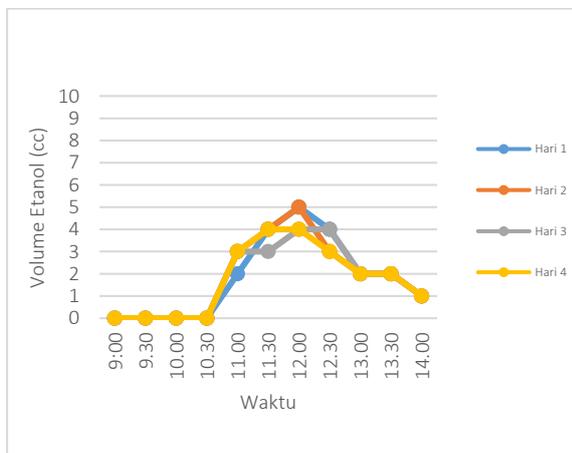
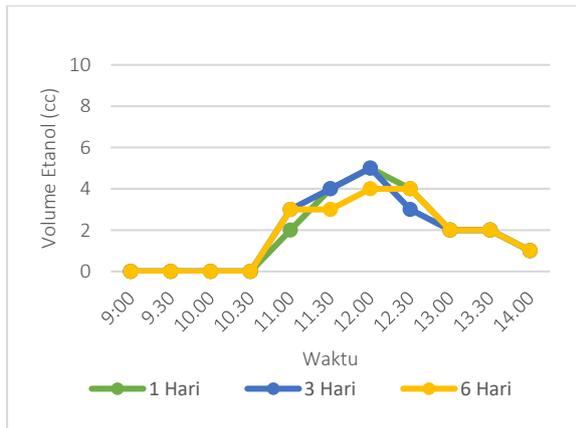
I_T = Intensitas matahari total, W/m²

Tempat dan Waktu Penelitian

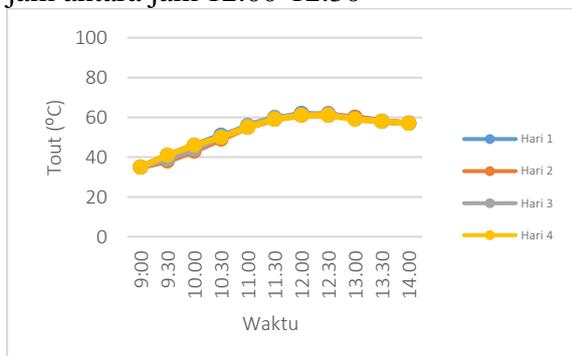
Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2016 hingga Mei 2016 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini menggunakan 2 sampel yang memperoleh 2 perlakuan dimana sampel pertama diuji setiap hari selama 4 hari dan sampel kedua diuji setiap 3 hari sebanyak 3 kali uji. Hasilnya produksi etanol terbanyak dari 2 sample nira nipah rata-rata pada jam 11.30 sampai 12.30 dapat dilihat pada grafik dibawah



Selanjutnya pada grafik temperatur nira nipah yang keluar dari kolektor surya pada kedua sampel yang diuji berdasarkan waktu pengujian dari jam 09.00-14.00. Hasilnya dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa temperatur nira tertinggi terjadi pada jam antara jam 12.00-12.30



KESIMPULAN

Produksi etanol terbanyak menggunakan kolektor surya plat datar yaitu pada jam 11.30 sampai 12.30 dimana rata-rata volumenya sebesar 4-5 cc dari 5 liter nira nipah yang diuji. Total rata-rata produksi etanol mulai jam 09.00-14.00 pengujian adalah 18-20 cc perhari. Temperatur nira nipah yang tertinggi diperoleh pada jam 12.00-12.30 yaitu sebesar 60-62 °C

Secara umum penggunaan kolektor surya plat datar sebagai alat pemanas untuk nira nipah sudah lumayan baik namun perlu peningkatan kinerja lebih baik lagi serta kinerja kondensor perlu ditingkatkan lagi

DAFTAR PUSTAKA

- Artian Sirun, 2010, Kaji Eksperimental Modifikasi Cara Tradisional Pada Sistem Distilasi Pembuatan Etanol, Universitas Hasanuddin, Makassar
- Chairul dan Silvia Reni Yenti, 2013, Pembuatan Bioetanol dari Nira Nipah Menggunakan *Sacharomyces Cereviceae*, Jurnal Teknobiologi, IV(2) 2013: 105 – 108 ISSN : 2087 – 5428, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru
- Duffie, John A., William Beckman, 1980. Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley & Sons, inc. 380 p
- Holman J.P., *Heat Transfer*, 10th Edition, Department of Mechanical Engineering Southern Methodist University, New York.

Incropera F.P., Dewit D.P., 1981,
Fundamental of Heat Transfer, New
York.

Rahardjo Tirtoatmodjo dan Ekadewi
Anggraini Handoyo, 1999, Unjuk
Kerja Pemanas Air Jenis Kolektor
Surya Plat Datar dengan Satu dan
Dua Kaca Penutup, Jurusan Teknik
Mesin, Universitas Kristen Petra,
Yunus Cengel, Heat Transfer, 2nd Edition.