

Pemanfaatan Limbah Potongan Kayu Ulin Menjadi Cuka Kayu Melalui Proses Kondensasi Reaktor Drum Bekas

Ayu Lingga Ratna Sari⁽¹⁾, Winarti⁽²⁾, Siti Maria Ulva⁽³⁾, Dady Sulaiman⁽⁴⁾

^{1,2,3,4}Jurusan Fisika, Universitas Kaltara, Bulungan

E-mail: ayulinggaratnasari84@gmail.com

ABSTRACT

Ironwood is one of the most commonly found types of wood in the forest habitats of Kalimantan.. Ironwood is usually used as building materials and furniture, while the waste has not been optimally utilized. Thus, this research focuses on repurposing the remaining waste from ironwood pieces as wood vinegar through a condensation process employing a used drum reactor. Wood vinegar can be used as a food preservative, pest and plant disease exterminator, organic liquid fertilizer, plant fertilizer and disinfectant. Wood vinegar is made through a condensation process using a used drum reactor. Subsequent testing incorporates data on the calorific value, density and pH of wood vinegar. The results show that burning 60 kg of waste ironwood pieces using a condensation process produces an average of 500 ml of wood vinegar with the amount of heat required in the manufacturing process being 76,257 Joules. In the density test, the results showed that the density value of wood vinegar produced from the burning and condensation process of ironwood scrap waste was an average of 1.020 kg/ml, where this value is greater than the set standard, namely <1.005 kg/ml, which indicates that there is still a lot of it. tar content in wood vinegar. Meanwhile, the pH measurement results show that wood vinegar has a pH of 4, which indicates that wood vinegar is acidic and falls into the grade 3 category, namely low quality wood vinegar.

Keywords: *Ironwood Waste, Condensation, Wood Vinegar, Calorific Value*

ABSTRAK

Kayu ulin merupakan salah satu kayu yang paling banyak berada di habitat hutan Kalimantan. Kayu ulin biasanya digunakan sebagai bahan bangunan dan furniture, sementara limbahnya belum dimanfaatkan secara maksimal. Sehingga dalam penelitian ini limbah sisa potongan kayu ulin akan dimanfaatkan sebagai bahan cuka kayu melalui proses kondensasi dengan menggunakan reaktor drum bekas. Cuka kayu dapat dimanfaatkan sebagai pengawet makanan, pembasmi hama dan penyakit tanaman, pupuk cair organik, penyubur tanaman dan desinfektan. Cuka kayu dibuat melalui proses kondensasi menggunakan reaktor drum bekas. setelah itu, dilakukan pengujian menggunakan data nilai kalor, Densitas dan pH cuka kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pembakaran 60 kg limbah potongan kayu ulin dengan proses kondensasi menghasilkan cuka kayu rata-rata 500 ml dengan jumlah kalor yang dibutuhkan dalam proses pembuatan sebesar 76,257 Joule. Pada pengujian densitas didapatkan hasil bahwa nilai densitas cuka kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran dan kondensasi limbah potongan kayu ulin rata-rata sebesar 1,020 kg/ml, dimana nilai tersebut lebih besar dari standar yang ditetapkan yaitu <1,005 kg/ml yang menandakan masih banyak terdapat kandungan tar pada cuka kayu. Sedangkan hasil pengukuran pH menunjukkan cuka kayu memiliki pH sebesar 4 yang menandakan cuka kayu bersifat asam dan masuk dalam golongan grade 3 yaitu cuka kayu dengan kualitas rendah.

Kata kunci: Limbah Kayu Ulin, Kondensasi, Cuka Kayu, Nilai Kalor

Article History

Received : 7 Desember 2023
Accepted : 15 Desember 2023

Revised : 10 Desember 2023
Published : 31 Desember 2023

Sitasi:

Sari, Ayu L. R., Winarti, Ulva, Siti M., Sulaiman, Dady Pemanfaatan Limbah Potongan Kayu Ulin Menjadi Cuka Kayu Melalui Proses Kondensasi Menggunakan Reaktor Drum Bekas. *Jurnal Sains Benuanta*, 2(2), 8-17.
DOI: <https://doi.org/10.61323/jsb.v2i2.80>

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara urutan ke tiga memiliki hutan terluas di dunia yang kaya akan sumber daya alamnya, salah satunya adalah dengan beraneka ragam jenis tanaman dan pepohonan. Kalimantan merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki potensi hutan yang sangat luas dengan penghasil kayu ulin (*Eusideroxylon Zwageri* T et B) paling banyak. Jenis ulin ini (*Eusideroxylon Zwageri* T et B) juga dikenal dengan nama belin dan kayu besi borneo merupakan jenis pohon asli dari pulau Kalimantan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan, diantaranya digunakan sebagai atap rumah adat oleh suku dayak, konstruksi rumah/gedung, jembatan dan perkalpan dan furniture, diantaranya adalah digunakan sebagai kusen jendela dan pintu, daun pintu serta hiasab rumah. Kayu ulin banyak dimanfaatkan karena banyak keunggulan yang dimiliki, diantaranya adalah memiliki sifat yang sangat kuat dan kuat, mudah bertunas sehingga akan mudah tumbuh jika telah ditebang, pohon ulin tahan terhadap kebakaran karena memiliki kerapat kayu yang tinggi, mudah untuk dikembangkan (Aiso-Sanada et al., 2020).

Banyak industri dengan berbagai cara mengolah kayu menjadi berbagai jenis produk dan fungsional yang memiliki nilai jual tinggi, hal ini mengakibatkan meningkatnya kegiatan eksploitasi hutan dan menimbulkan masalah baru di lingkungan yaitu meningkatnya limbah kayu yang belum dapat dimanfaatkan dengan maksimal (Tampubolon, 2020). Terdapat banyak jenis limbah kayu dari hasil industri pengolahan kayu, diantaranya adalah limbah kulit kayu, sisa potongan kayu, serpihan-serpihan kayu, serta serbuk kayu atau yang sering disebut dengan limbah padatan yang kebanyakan dihasilkan oleh pabrik penggergajian dan industri pulp and paper. Selama ini pengolahan limbah kayu di Kalimantan belum maksimal, banyak masyarakat memanfaatkan limbah kayu hanya untuk kayu bakar pengganti bahan bakar dalam keperluan memasak, sedangkan limbah kulit kayu dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan dan yang paling sering dibakar dan dibuang disungai sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan khususnya udara dan sungai.

Selain hanya dimanfaatkan sebagai kayu bakar, kebanyakan orang di Kalimantan memanfaatkan limbah potongan kayu ulin sebagai obat tradisional untuk mengobati sakit gigi, sehingga terdapat dugaan bahwa kayu ulin mengandung zat atau senyawa yang dapat membunuh kuman (antibiotik) atau hanya mengandung senyawa analgesik (Ajizah et al., 2018). Dari beberapa studi menunjukkan bahwa kayu ulin banyak mengandung senyawa kimia antara lain golongan alkaloid, flavonoid, triterpenoid, tanin, dan saponin. Flavonoid, triterpenoid dan saponin adalah senyawa kimia yang memiliki potensi sebagai antibakteri dan antivirus. Dilihat dari kandungannya itu, diduga kayu ulin memang mempunyai potensi untuk membunuh kuman atau mikroba (Ajizah et al., 2018). Sehingga untuk mengurangi dampak negatif dari penumpukan limbah kayu ulin yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan memanfaatkan kandungan yang terdapat pada kayu ulin kemungkinan pemanfaatannya adalah sebagai cuka kayu.

Cuka kayu atau asap cair merupakan produk kimia organik yang merupakan cairan hasil kondensasi atau pengembunan uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa, dan senyawa karbon lainnya (Yuliyati et al., 2023). Cuka kayu memiliki sifat asam dengan komponen penyusunnya ada asam asetat dan turunannya dan senyawa organik lainnya (Arisandi &

Aminah, 2021). Dalam kehidupan sehari-hari cuka kayu memiliki banyak manfaat dalam berbagai Industri. Pada bidang industri makanan cuka kayu memiliki fungsi sebagai antioksidan dan anti bakteri, bahkan cuka kayu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet makanan. Pada bidang pertanian cuka kayu dapat dimanfaatkan sebagai desinfektan, pengusir hama dan penyubur tanah, sehingga cuka kayu dapat dikembangkan untuk kepentingan dimasa depan (Lingbeck et al., 2014). Hal ini disebabkan karena adanya proses dekomposisi dari kandungan yang terdapat pada cuka kayu melalui proses pembakaran dan proses kondensasi bahan dasar kayu, diantaranya adalah kandungan senyawa asam dan turunannya yang dihasilkan dari hemiselulosa dan selulosa yang terkandung dalam batang kayu (Sa'diyah et al., 2017). Sehingga dalam penelitian ini peneliti akan membuat cuka kayu dengan memanfaatkan limbah kayu ulin dengan menggunakan metode kondensasi menggunakan reaktor drum bekas.

Kondensasi atau pengembunan adalah suatu proses perubahan keadaan suatu fisik uap dari fase uap menjadi fase cair karena adanya perubahan suhu atau temperatur yang terjadi pada sistem (Yuga et al., 2022). Dalam pembuatan cuka kayu selama pembakaran, komponen dari kayu akan mengalami pirolisa sehingga menghasilkan berbagai macam senyawa antara lain fenol, karbonil, asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon, polisiklik aromatik dan lain sebagainya. Kemudian dilanjutkan dengan proses kondensasi untuk merubah asap hasil pembakaran menjadi titik-titik air yang nantinya akan menjadi cuka kayu yang memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi dari limbah sisa potongan kayu ulin yang terdapat di Kalimantan khususnya di Kalimantan Utara sebagai bahan dasar pembuatan cuka kayu dengan menggunakan metode kondensasi menggunakan reaktor dari drum bekas, dengan tujuan membantu mengurangi penumpukan limbah potongan kayu ulin yang belum dikelola secara maksimal menjadi suatu bahan yang bermanfaat dan memiliki nilai jual yang tinggi.

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Kaltara, Tanjung Selor Kalimantan Utara. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental untuk mengetahui jumlah cuka kayu yang dihasilkan dari pengolahan limbah kayu ulin dengan proses kondensasi dengan menggunakan drum bekas serta untuk mengetahui energi kalor yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka kayu dalam proses kondensasi.

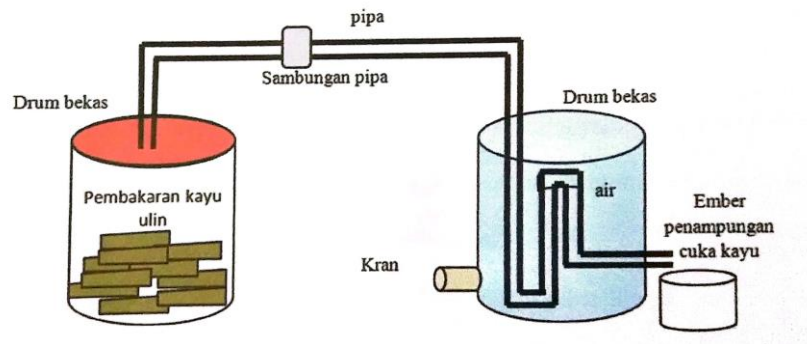
Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain satu set reaktor yang terbuat dari drum bekas, satu drum bekas yang digunakan untuk menampung air, termometer maksimum/minimum (0° - 150° C), gelas ukur, korek api, satu buah ember untuk menampung cuka kayu yang dihasilkan, selang air 1,5 m dan alat pengukur pH. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini hanya terdiri dari limbah potongan kayu ulin sebanyak 180 kg dan air.

Prosedur Penelitian

Perancangan Reaktor Drum Bekas

Tahapan awal dari penelitian ini adalah merancang dan merakit raktro drum bekas yang akan digunakan pada proses konsensasi sisa potongan kayu ulin untuk menghasilkan cuka kayu. Reaktor dari drum bekas dirangkai seperti Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Rangkaian Reaktor Drum Bekas

Gambar 1 menunjukkan rangkaian dari reaktor drum bekas yang akan digunakan dalam proses kondensasi pembuatan cuka kayu. Dimana dalam rangkaian tersebut terdiri dari 2 drum bekas yang digunakan sebagai tempat pembakaran kayu untuk menghasilkan asap kayu ulin dan sebagai tempat penampungan air untuk proses kondensasi. Kemudian terdapat pipa penghubung antara drum pembakaran kayu dan drum penampung air sampai ember penampung cuka kayu yang bertujuan untuk mengalirkan asap agar dapat melewati drum penampungan air dan mengalirkan hasil dari proses kondensasi yaitu berupa cuka kayu ke ember penampungan.

Pembuatan Cuka Kayu

Tahapan awal dalam pembuatan cuka kayu dari sisa potongan kayu ulin adalah mempersiapkan alat yang dibutuhkan dan dilanjutkan dengan mempersiapkan bahan. Sebelum limbah potongan kayu ulin dimasukkan dalam reaktor drum bekas, limbah kayu ulin dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel dan dipotong-potong lebih kecil agar lebih mempermudah dan mempercepat dalam proses pembakaran. Kemudian dilakukan pengeringan pada kayu ulin dengan cara dijemur untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada potongan kayu ulin. Setelah mengering masukkan limbah potongan kayu ulin pada reaktor drum bekas dan melakukan proses pembakaran selama 6 jam. Asap yang dihasilkan dari proses kondensasi dialirkan pada drum penampungan air sebagai proses kondensasi agar menghasilkan cuka kayu. Cuka kayu yang dihasilkan kemudian disimpan dalam botol tertutup dan disimpan dengan tujuan untuk mengendapkan kandungan berbahaya yang terdapat dalam cuka kayu. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan melakukan tiga kali percobaan untuk mendapatkan data yang valid.

Pengukuran Dalam Proses Pembuatan Cuka Kayu

Dalam proses pembuatan cuka kayu, dilakukan pengukuran pada temperatur asap yang dihasilkan dari proses pembakaran limbah potongan kayu dan temperatur cairan yang dihasilkan dari proses kondensasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besar kalor yang dibutuhkan dalam proses kondensasi hingga menghasilkan cuka kayu dengan volume yang banyak. Adapun rumusan kalor yang digunakan untuk menghitung besarnya kalor yang terjadi dalam proses pembakaran dan kondensasi sebagai berikut :

$$Q = mc\Delta T \quad \text{Pers. 1}$$

Dimana :

Q = Kalor (J)

m = Massa (kg)

c = Kalor Jenis (J/°C)

T = Perubahan Suhu (°C)

(Haliday & Resnick, 2018)

Selain itu dilakukan pengukuran volume cuka kayu untuk mengetahui banyaknya cuka kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran dan kondensasi limbah potongan kayu ulin

dengan menggunakan gelas ukur dan pengukuran pH untuk mengetahui tingkat keasaman cuka kayu yang dihasilkan dengan menggunakan kertas lakmus.

3. Hasil dan Pembahasan

Reaktor dalam penelitian ini menggunakan drum bekas sebagai tempat untuk proses pembakaran limbah sisa potongan kayu ulin dan sebagai tempat penampungan air untuk proses kondensasi. Dalam penelitian ini drum bekas dipilih karena merupakan suatu alat yang mudah untuk didapatkan dan memiliki ketahanan panas sebagai tempat untuk pembakaran. Pada Gambar 1 menunjukkan reaktor drum bekas yang terdiri dari 2 bagian yaitu drum pertama yang digunakan sebagai tempat pembakaran limbah potongan kayu ulin dan drum kedua sebagai tempat penampungan air, dimana air dalam drum berfungsi untuk membantu proses terjadinya kondensasi, yaitu merubah asap yang dihasilkan dari proses pembakaran limbah potongan kayu ulin menjadi titik-titik air dimana dalam penelitian ini menghasilkan cuka kayu. Pada drum tempat pembakaran limbah potongan kayu ulin dihubungkan dengan selang bertujuan untuk mengalirkan asap hasil pembakaran pada selang air yang terendam dalam drum penampungan air agar terjadi proses kondensasi dan menghasilkan cuka kayu.

Setelah reaktor dari drum bekas dirangkai proses dilanjutkan dengan pembuatan cuka kayu diawali dengan menyiapkan bahan dasar yaitu limbah potongan kayu ulin sebanyak 180 kg yang nantinya akan dibagi dalam tiga kali percobaan dan air yang ditempatkan pada drum bekas tempat penampung air dalam proses kondensasi. Proses dilanjutkan dengan memotong potongan kayu ulin menjadi ukuran yang lebih kecil agar proses pembakaran menjadi lebih mudah dan cepat. Kemudian dilanjutkan dengan membersihkan limbah potongan kayu ulin dari kotoran yang menempel dengan tujuan agar cuka kayu yang dihasilkan tidak tercampur dengan zat-zat lain, dan potongan kayu ulin yang telah dibersihkan dijemur hingga mengering untuk menghilangkan kadar air yang terkandung didalamnya agar lebih mudah untuk dibakar.

Pada proses pembakaran dihasilkan asap yang akan dialirkan dalam pipa untuk menuju ke drum penampungan air agar terjadi proses kondensasi dan menghasilkan titik-titik air atau embun yang akan ditampung pada ember penampungan cuka kayu. Proses kondensasi ini terjadi ketika asap (gas) yang memiliki suhu tinggi bertemu dengan suatu sistem yang dingin dalam hal ini air yang ditampung pada drum bekas, sehingga akan menghasilkan titik-titik air (embun), dimana dalam penelitian ini titik-titik embun menghasilkan cuka kayu. Cuka kayu yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Volume Cuka Kayu Yang Dihasilkan

Percobaan Ke-	Massa Limbah Kayu Ulin	Volume Cuka kayu	Massa Cuka Kayu (Kg)
1	60 Kg	498 ml	0,508
2	60 Kg	503 ml	0,513
3	60 Kg	499 ml	0,509
Rata-rata	60 Kg	500 ml	0,510

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa volume cuka apel yang dihasil dari tiga kali percobaan dengan massa limbah potongan kayu ulin yang sama yaitu sebanyak 60 kg dan dengan proses yang sama yaitu proses pembakaran yang berlangsung selama 6 jam dan proses kondensasi didapatkan hasil, percobaan ke 1 sebanyak 498 ml, percobaan ke 2 sebanyak 503 ml dan percobaan ke 3 499 ml. Hal ini menunjukkan dengan massa limbah potongan kayu yang sama dan perlakuan yang sama akan dihasilkan volume cuka kayu yang sama rata-rata 500 ml. Dari Tabel 1 juga dapat diketahui massa cuka kayu yang dihasilkan

dengan melakukan pengukuran massa menggunakan neraca digital dan didapatkan hasil percobaan ke 1 dengan volume 498 ml didapatkan massa cuka kayu ulin sebesar 0,508 kg, pada percobaan ke 2 dengan volume 503 ml didapatkan massa cuka kayu ulin sebesar 0,513 kg, dan pada percobaan ke 3 dengan volume 500 ml didapatkan massa cuka kayu sebesar 0,509 kg. Dengan rata-rata nilai massa 0,510 kg cuka kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran dan kondensasi selama 6 jam dari limbah potongan kayu ulin sebanyak 60 kg.

Saat proses pembakaran berlangsung juga dilakukan pengukuran suhu (T_1) pada asap yang dihasilkan dari proses pembakaran dan suhu (T_2) pada titik-titik air (cuka kayu) yang dihasilkan dari proses kondensasi dengan menggunakan termometer. Temperatur yang dihasilkan dari proses pembakaran (T_1) dan hasil cuka kayu dari proses kondensasi (T_2) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Suhu Proses Pembakaran dan Cuka Kayu Hasil Kondensasi

Percobaan Ke-	Volume Cuka kayu	Suhu Asap (T_1)	Suhu Cuka Kayu (T_2)
1	498 ml	110°C	21°C
2	503 ml	111°C	21.5°C
3	499 ml	109°C	21.4°C
Rata-rata	500 ml	110°C	21.3°C

Hasil pada Tabel 2 ini menunjukkan bahwa dari percobaan 1 hingga 3 dengan massa kayu ulin yang sama dan perlakuan yang sama didapatkan suhu asap dari proses pembakaran (T_1) dan suhu cuka kayu yang dihasilkan dari proses kondensasi (T_2) hampir sama, dengan nilai rata-rata dari ke tiga percobaan tersebut T_1 110°C dan T_2 21.3°C. Dimana pada percobaan 1 didapatkan hasil T_1 110°C dan T_2 21°C, pada percobaan ke 2 didapatkan hasil T_1 110°C dan T_2 21°C, dan percobaan ke 3 didapatkan T_1 110°C dan T_2 21°C. Dari hasil tersebut dapat dihitung besarnya energi kalor yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka kayu dari limbah potongan sisa kayu ulin, dengan persamaan 1

Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran untuk mengetahui nilai jenis kalor pada cuka kayu. Dari hasil pengukuran didapatkan hasil bahwa cuka yang berasal dari limbah potongan kayu ulin memiliki nilai kalor (c) sebesar 1,68 J/Kg°C. Sehingga dapat diketahui besar nilai kalor Q untuk proses kondensasi hingga menghasilkan cuka kayu pada Tabel 3.

Tabel 3. Energi Kalor Pada Proses Kondensasi

Percobaan Ke-	Volume Cuka kayu (V)	Massa Cuka Kayu (m)	Suhu Asap (T_1)	Suhu Cuka Kayu (T_2)	Energi Kalor (Q)
1	$498 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$	0,508 kg	110 °C	21 °C	-75,956 J
2	$503 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$	0,513 kg	111 °C	21.5 °C	-77,566 J
3	$499 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$	0,509 kg	109 °C	21.4 °C	-75,250 J
Rata-rata					-76,257 J

Tabel 3 menunjukkan dari hasil perhitungan energi kalor (Q), didapatkan hasil bahwa energi kalor (Q) yang dibutuhkan (diserap) pada proses kondensasi pada percobaan 1 dengan suhu T_1 sebesar 110°C dan T_2 sebesar 21°C didapatkan hasil energi kalor yang dibutuhkan sebesar -75,956 J, pada percobaan 2 dengan T_1 sebesar 111°C dan T_2 sebesar 21.5°C didapatkan hasil energi kalor sebesar -77,566 J, dan pada percobaan 3 dengan nilai T_1 sebesar 109°C dan T_2 sebesar 21.4°C didapatkan hasil energi kalor sebesar -75,250 J. Sehingga dapat

diketahui bahwa untuk membuat cuka kayu dari limbah potongan kayu ulin sebanyak 60 kg pada proses kondensasi dibutuhkan energi kalor rata-rata sebesar -76,257 J agar dapat menghasilkan cuka kayu dengan volume rata-rata 500 ml dan massa sebesar 0,510 kg.

Selain itu dilakukan pengukuran densitas dari cuka kayu dengan membandingkan massa cuka kayu dan volume cuka kayu. Dimana semakin besar nilai massa dan volume cuka kayu dari limbah potongan kayu ulin, akan menunjukkan hasil densitas dari cuka kayu yang tinggi. Hasil perhitungan densitas ($\rho=m/v$) pada cuka kayu dari limbah potongan kayu ulin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Densitas Cuka Kayu Dari Limbah Potongan Kayu Ulin

Percobaan Ke-	Massa Cuka Kayu (Kg)	Volume Cuka Kayu (m^3)	Densitas (Kg/m^3)
1	0,508	498.10^{-6}	1.020,08
2	0,513	503.10^{-6}	1.019,88
3	0,509	499.10^{-6}	1.020,04
Rata-rata			1.020,00

Hasil Tabel 4 menunjukkan bahwa densitas cuka kayu pada percobaan ke-1 didapatkan hasil 1.020,08 kg/m^3 , pada percobaan ke-2 didapatkan hasil 1.019,88 kg/m^3 , dan percobaan ke 3 didapatkan hasil 1.020,04 kg/m^3 . Hasil ini menunjukkan bahwa densitas pada cuka kayu yang dihasilkan dari proses kondensasi pembakaran limbah sisa potongan kayu ulin masih sangat tinggi jika dibandingkan dengan standar mutu asap cair yang ada pada industri di Jepang yaitu sebesar $<1,005$ g/ml (Anggraini dan Yuningsih, 2014). Densitas cuka kayu dari limbah potongan kayu ulin yang kurang dari standar menunjukkan kualitas dari cuka kayu yang rendah karena dengan densitas yang tinggi menunjukkan bahwa cuka kayu dari limbah potongan kayu ulin masih banyak mengandung tar (Nu'ainir dan Khalimatus, 2022)(Yatagai,2002).

Pengukuran pH pada cuka kayu dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus, dari 3 kali percobaan yang dilakukan dapat diketahui cuka kayu yang dihasilkan dari proses kondensasi memiliki pH rata-rata sebesar 4, hal ini menunjukkan bahwa cuka kayu yang dihasilkan bersifat asam. Nilai pH ini menunjukkan bahwa cuka kayu yang dihasilkan dari proses kondensasi banyak mengandung asam-asam organik, hal ini dipengaruhi oleh bahan-bahan kimia yang terkandung didalamnya, diantaranya adalah hemiselulosa dan selulosa yang mengalami dekomposisi menjadi asam (sa'diyah, et al, 2017). Tingginya nilai keasaman (pH) disebabkan karena kandungan zat ekstraktif, diantaranya resin, lemak, asam lemak, lilin dan alkohol. Resin yang terkandung dalam kayu akan menghasilkan asam yang dapat menaikkan pH pada cuka kayu.

Nilai pH pada penelitian ini sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan untuk cuka kayu yaitu pada rentang 3-4. Namun berdasarkan pada nilai pengukuran pH yang didapatkan yaitu 4, cuka kayu yang dihasilkan dari proses kondensasi limbah potongan kayu ulin digolongkan pada grade 3 sebagai cuka kayu dengan kualitas yang paling rendah. Cuka kayu yang dikategorikan pada grade 3 diketahui mengandung senyawa tar dan air yang sangat banyak, karena dalam proses pembuatannya tidak dilakukan pemurnian lebih lanjut. Namun pH pada cuka kayu yang dihasilkan menunjukkan bahwa cuka kayu tergolong

memiliki tingkat keasamaan yang tinggi dan memiliki kualitas yang baik, karena dengan nilai tingkat keasamaan yang tinggi cuka kayu akan memiliki kemampuan sebagai bahan antimikroba dan sterilisasi (Sa'diyah, 2022).

4. Simpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari 60 kg limbah sisa potongan kayu ulin dengan proses pembakaran dan proses kondensasi selama 6 jam dapat menghasilkan cuka kayu dengan volume rata-rata 500 ml. Dalam penelitian ini untuk dapat menghasilkan cuka kayu 500 ml dari proses pembakaran hingga kondensasi limbah sisa potongan kayu ulin dibutuhkan energi kalor rata-rata sebesar -76,257 J. Cuka kayu yang dihasilkan memiliki nilai densitas rata-rata 1,020 gr/ml, dimana hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat kandungan lain pada cuka kayu, diantaranya adalah kandungan tar. Selain itu cuka kayu yang dihasilkan memiliki tingkat keasamaan yang tinggi yaitu dengan pH sebesar 4, namun dari hasil ini cuka kayu masih dikategorikan pada grade yaitu cuka kayu dengan kualitas yang rendah karena masih banyak mengandung air yang banyak dan senyawa tar.

Agar didapatkan hasil penelitian yang lebih baik maka untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan temperatur dalam proses pembakaran agar didapatkan cuka kayu dengan tingkat keasamaan yang lebih tinggi. Selain itu untuk mengurangi senyawa lain dalam kandungan cuka kayu akan lebih baik jika dilakukan destilasi atau pemurnian pada cuka kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran dan kondensasi 60 kg limbah potongan kayu ulin. Hal ini dilakukan agar didapatkan nilai densitas yang lebih kecil, dimana dengan nilai densitas yang lebih kecil menunjukkan berkurangnya kandungan senyawa lain pada cuka kayu. Menurut standar industri di Jepang cuka kayu yang berkualitas memiliki densitas <1,005 g/ml.

Daftar Pustaka

- Aiso-Sanada, H., Nezu, I., Ishiguri, F., Jaffar, A. N. N. B. M., Ambun, D. B. A., Perumal, M., Wasli, M. E., Ohkubo, T., & Abe, H. (2020). Basic wood properties of Borneo ironwood (*Eusideroxylon zwageri*) planted in Sarawak, Malaysia. *Tropics*, 28(4), 99–103.
- Ajizah, A., Thihana, T., & Mirhanuddin, M. (2018). Potensi ekstrak kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* T et B) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Bioscientiae*, 4(1).
- Arisandi, H., & Aminah, S. (2021). Pemanfaatan Limbah Kayu Praktikum dan Penelitian Untuk Pembuatan Cuka Kayu Sebagai Salah Satu Bahan Pembuatan Hand Sanitizer. *Indonesian Journal of Laboratory*, 4(3), 82–89.
- Haliday, & Resnick. (2018). *FUNDAMENTALS OF PHYSICS* (J. Walker (ed.); 10th ed.). WILEY.
- Halliday, & Resnick. (2015). *Fundamental of Physics 10th Edition*. In *Wiley* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Lingbeck, J. M., Cordero, P., O'Bryan, C. A., Johnson, M. G., Ricke, S. C., & Crandall, P. G. (2014). Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*, 97(2), 197–206.
- Sa'diyah, K., Suharti, P. H., Hendrawati, N., Nugraha, I., & Febrianto, N. A. (2017). Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa dengan Metode Pirolisis. *Seminar Nasional Rekayasa Proses Industri Kimia*, 1, 1–7.
- Tampubolon, B. S. (2020). PEMANFAATAN LIMBAH KAYU GELAM (*Melaleuca cajuputi*) Dan SERBUK ULIN (*Eusideroxylon zwageri*) Serta Serbuk Campuran Untuk Pembuatan Papan Semen Partikel. *Jurnal Sylva Scientiae*, 2(3), 432–442.
- Yuga, A. Y., Tamrin, T., Warji, W., & Kuncoro, S. (2022). Modifikasi Rancang Bangun Kondensasi Uap Air Laut untuk Mendapatkan Air Murni. *Jurnal Agricultural Biosystem*

Engineering, 1(4), 446–454.

Yuliyati, R., Mahardika, I. B. K., & Andriani, A. A. S. P. R. (2023). Pengaruh Pemberian Konsentrasi Cuka Kayu dan Pupuk Hayati Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max* L. Merrill). *Gema Agro*, 28(2), 92–100.