



Projek Perancangan Reaktor Asap Cair Dalam Skala Labolatorium Di Laboratorium Energi Terbarukan : Analisa Konsistensi Produk

(Laboratory-Scale Liquid Smoke Reactor Design Project In The Renewable Energy Laboratory :
Product Consistency Analysis)

Usriana Tamja ¹⁾, Vinsensia Asni Meji ²⁾

^{1,2)} Jurusan Teknik Kimia, Universitas Ttibhuwana Tungga Dewi, Jl. Raya Tlogomas, Malang, Indonesia

Corresponding Author: usrianatamja22@gmail.com

Article Info

Page:
50 – 59

Submission Date:
20 / juni / 2024

Accepted Date:
25 / juni / 2024

Published Date:
30 / juni / 2024

Keywords: Liquid smoke,
reaktor pirolisis, charcoal
reaktion, biomass

ABSTRACT

This research focuses on the liquid smoke reactor, also known as a pyrolysis reactor. It is a device used in the production of liquid smoke from biomass materials. The pyrolysis process occurs when biomass is heated in the absence of oxygen or with very limited oxygen. As a result, chemical breakdown of polymers into simpler monomers or components takes place. The reactor is designed using stainless steel material with a diameter of 30 cm and a height of 40 cm. The bottom of the reactor is conical in shape. Additionally, the reactor is connected to a condenser via pipes to condense the vapor produced during the pyrolysis process into liquid smoke. Other components in this pyrolysis apparatus include a gas collector and a combustion chamber, which work together to produce liquid smoke from biomass. Under operational conditions, the maximum temperature achieved is 200°C. The operating time to produce charcoal ranges from 4 to 5 hours, depending on the raw material used, such as tea waste, cassava peel, or a mixture of tea waste and cassava peel. The maximum charcoal formation achieved is approximately 80%. By extending the operating time to 8-9 hours using raw materials like coconut shells, coffee grounds, or a combination of coconut shells and coffee grounds, there is an additional 10% increase in charcoal formation. Thus, the overall charcoal formation ratio reaches 90%.

EMAIL

¹ usrianatamja22@mail.com

² asni261222@mail.com

Kata kunci: Asap cair,
reaktor pirolisis, briket
arang, biomass

.Main Figure



ABSTRAK

Penelitian ini difokuskan pada alat reaktor asap cair dan merupakan perangkat yang digunakan dalam proses pembuatan asap cair dari bahan biomassa. Proses pirolisis terjadi ketika bahan biomassa dipanaskan tanpa adanya oksigend dan terjadi pemecahan kimiawi dari polimer menjadi monomer atau komponen yang lebih sederhana. Reaktor ini dirancang menggunakan bahan stainless steel dengan diameter 30 cm dan tinggi 40 cm. Selain itu, reaktor ini terhubung dengan kondensor melalui pipa untuk mengembunkan uap yang dihasilkan selama proses pirolisis menjadi asap cair. Komponen lain yang terdapat dalam alat pirolisis ini meliputi pengumpul gas dan ruang bakar, yang bekerja sama untuk menghasilkan asap cair dari biomassa. Dalam kondisi operasi, suhu maksimal yang diperoleh adalah 200°C. Waktu operasi untuk menghasilkan arang adalah 4-5 jam, tergantung pada bahan baku yang digunakan, seperti ampas teh, kulit singkong, atau campuran ampas teh dan kulit singkong. Hasil yang dicapai adalah pembentukan arang dengan tingkat maksimal sekitar 80%. Pada peningkatan waktu operasi menjadi 8-9 jam dengan menggunakan bahan baku tempurung kelapa, ampas kopi, atau campuran tempurung kelapa dan ampas kopi, terjadi peningkatan sekitar 10% dalam pembentukan arang. Dengan demikian, rasio pembentukan arang mencapai 90%.

INTRODUCTION

Indonesia merupakan negara yang kaya serta subur dalam dunia agraria dengan beragam macam tanaman. Beragam jenis tanaman di Indonesia memiliki keunggulannya masing-masing. Beberapa di antaranya digunakan sebagai bahan industri, terutama dalam industri farmasi, obat-obatan bahkan sebagai tanaman hias. Indonesia sebagai bangsa yang terkenal akan keberagaman tumbuhan khususnya hasil tani beserta rempah-rempah. Hal tersebut ditunjang dari letak geografis negara Indonesia dengan iklim tropis. Padi merupakan suatu ragam hayati yang berada pada negara Indonesia. Padi (bahasa Latin: *Oryza sativa* L.) adalah tumbuhan yang melimpah di Indonesia. Produksi beras global berada dalam posisi ketiga antara seluruh biji-bijian, sesudah jagung serta gandum. Produksi beras Indonesia merupakan yang terbesar di Asia Tenggara setelah Vietnam dan Thailand. Namun, beras yaitu sumber karbohidrat pokok untuk sebagian besar penduduk Indonesia [1]. Padi yaitu produk pertanian utama dalam negara agraris mencakup Indonesia. Beras yang dihasilkan dengan cara memoles padi jadi makanan utama masyarakat Indonesia. Dengan peningkatan produksi padi, tidak dipungkiri limbah penggilingan padi berupa sekam padi akan semakin meningkat. Limbah sekam padi dari produksi padi pada tahun 2020 sekitar 11 juta ton, karena sekitar 20% dari berat gabah adalah sekam padi. Sekam padi adalah produk sampingan yang lemah dari proses menggiling padi. Beberapa orang menggunakan sekam padi sebagai makanan hewan. Sekam padi tidak digunakan untuk tujuan lain. Dalam menangani sekam padi yang tidak sesuai menyebabkan tercemarnya lingkungan [2]. Energi biomassa berpotensi jadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi). Hal ini karena sifat-sifatnya yang bermanfaat yaitu berkelanjutan dan terbarukan (renewable resource)[3]. Biomassa yang memiliki potensi besar antara lain sekam padi, serpihan kayu, sabut kelapa, sampah perkotaan, kotoran ternak. Energi biomassa berarti konversi bahan baku padat menuju berbentuk padat dengan kemudahan untuk dipakai. Pemanfaatan bio-briket untuk bahan bakar sebagai suatu solusi alternatif mempergunakan bahan bakar fosil dengan berkesinambungan serta menurunkan dampak emisi karbon [4]. Banyaknya sekam padi pada negara Indonesia berarti tidak jarang menjadi limbah dari proses menggiling padi pertanian serta limbah sekam padi tidak digunakan dengan bijak. Pengonsumsi minyak bumi Indonesia meningkat rerata 6% setiap tahun [5]. Sekam padi ini sebagai biomassa yang dipakai untuk bahan baku briket. Sekam padi berarti limbah tani dari tahapan menggiling padi yang tidak digunakan dengan maksimal. Berdasarkan informasi Potensi Residu Biomassa Sebagai Sumber Energi di Indonesia, energi yang bisa diciptakan melalui penggunaan sekam padi adalah 27×10^9 J/tahun [5]. Sekam padi adalah lapisan keras yang mengelilingi dinding biji-bijian dan mencakup dua bagian yang dikatakan sebagai lemma dan palea yang saling menempel. Sekam padi sebagai bahan sampingan yang melimpah dari penggilingan padi. Penggunaan sekam padi kurang optimal dan penggunaannya membutuhkan inovasi baru. Salah satunya adalah bahan energi alternatif yang berteknologi sederhana dan bisa dipakai untuk bahan pembakaran briket. Bahan bakar briket tidak sekadar terjangkau, tetapi juga mudah dibuat dan ekonomis [6]. Briket adalah penggumpalan arang yang dibuat melalui bahan keras serta lunak. Beragam faktor yang memberi pengaruh sifat briket arang yaitu berat jenis bahannya ataupun jenis serbuk batu baranya, suhu karbonisasi, kehalusan serbuk, tekanan pemadatan serta pencampuran formulasi bahan baku briket. Proses pencetakan adalah proses pengolahan yang meliputi pengelupasan, pencampuran bahan baku, mencetak menggunakan sistem hidrolik, serta pengeringan dalam suatu keadaan agar memperoleh briket berbentuk fisik, mempunyai sifat beserta ukuran kimia tertentu. Batubara merupakan bahan bakar padat yang bisa dipakai untuk sumber energi alternatif pada suatu bentuk. Pastinya, penentuan proses briket perlu berpacu kepada segmen pasar guna meraih nilai teknis, ekonomi, serta lingkungan secara maksimal. Pembriketan tujuannya agar memperoleh bahan bakar dengan kualitas bagus yang bisa

dipakai dalam seluruh sektor untuk energi alternatif. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui gambaran umum mengenai perkembangan teknologi industri terutama yang diterapkan di LABORATORIUM BIOENERGI. Mempelajari sistem operasi alat dan prinsip kerja alat pada proses produksi asap cair di LABORATORIUM BIOENERGI. Memperluas wawasan ilmu Teknik Kimia dalam industri nyata khususnya pada sistem operasi alat dan produksi asap cair. Mendapatkan pengalaman dalam lingkungan kerja dan peluang berlatih menangani permasalahan dalam pabrik serta melaksanakan studi perbandingan antara teori yang didapatkan pada kuliah dengan penerapan (apilkasi) langsung di pabrik. Dalam pelaksanaan penelitian, penulis mempunyai tujuan umum sebagai berikut menjalankan kewajiban Magang dari Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang yang merupakan persyaratan kelulusan. Menghasilkan lulusan berkualitas, profesional, dan disiplin yang dibutuhkan dalam dunia kerja. Sebagai upaya memperoleh pengetahuan, keterampilan dan pengalaman sesuai dengan kompetensi yang dimiliki. Agar mahasiswa dapat mengetahui secara langsung pekerjaan dan kegiatan yang ada di industri sehingga dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah ke dunia kerja.

METHODS

Penelitian dilaksanakan di universitas Tribhuwana Tunggadewi (Unitri) Malang meresmikan Science Techno Park (STP), di Jalan Tirto Rahayu, Tlogomas, Kota Malang. Bahan baku yang digunakan adalah **ampas teh**. Teh adalah minuman yang mengandung kafein, infusi yang dibuat yang dibuat dengan cara menyeduh daun, pucuk daun, atau tangkai daun yang dikeringkan pucuk daun, atau tangkai daun yang dikeringkan dari tanaman *Camellia sinensis* dengan air panas. Teh yang berasal dari tanaman t dengan air panas. Teh yang berasal dari tanaman teh dibagi menjadi 4 kelompok: teh hitam, teh oolong, teh hijau, dan teh putih. Istilah teh juga digunakan untuk minuman yang dibuat dari buah, rempah-rempah atau tanaman obat lain yang diseduh, misalnya, teh rosehip, camomile krisan dan Jiaogulan. Teh yang tidak mengandung daun teh disebut teh herbal. Sedangkan ampas teh adalah sisa teh yang telah di seduh yang biasanya di buang karena tidak di gunakan lagi. Namun sebenarnya ampas teh juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif lain. Manfaat ampas teh antara lain dapat dijadikan beberapa alternatif seperti di bawah ini Alat pembersih, Produk kecantikan, Produk pewangi, Pupuk organik, Bahan bakar. Tentunya pemanfaatan ampas teh tersebut harus melalui beberapa proses agar menjadi sebuah produk, terutama pada pengolahan ampas teh sebagai bahan bakar. Ampas teh dapat dijadikan bahan bakar berupa briket, dikarenakan sifat dari ampas teh yang mudah dihaluskan dan memiliki kadar air yang sedikit jika sudah melalui proses pengeringan atau karbonasi. Kemudian ampas teh dicampurkan dengan perekat dan dicetak. **Kulit Singkong (Manihot utilisima)**. Singkong merupakan tanaman umbi-umbian yang banyak digunakan oleh masyarakat dan industri makanan menjadi berbagai produk makanan ringan, namun pemanfaatan singkong tersebut menghasilkan limbah kulit singkong sebesar 15-20% dari berat total singkong[7]. Berdasarkan data di Provinsi Sumatera Selatan diketahui bahwa produksi singkong sebanyak 217.807 ton yang artinya potensi limbah kulit singkong melimpah, produksi singkong di wilayah sumsel sangat berpotensi untuk dikembangkan pemanfaatan kulitnya sehingga memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Badan Pusat Statistik 2015). Klasifikasi singkong . Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophyta, Sub divisio: Angiospermae, Classis: Dicotilae, Ordo : Euphorbiales, Familli : Euphorbiaceae, Genus : Manihot, Species : Manihot utilisima. **Kulit ubi kayu** yang diperoleh dari produk tanaman ubi kayu (*Manihotesculenta* Cranz atau *Manihot utilisima* Pohl) merupakan limbah utama pangan di negara negara berkembang. Semakin luas areal tanaman ubi kayu diharapkan produksi umbi yang dihasilkan semakin tinggi sehingga tinggi pula limbah kulit yang dihasilkan Selama ini kulit singkong hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bioenergi dan

pembuatan kompos selebihnya langsung dibuang ke tempat pembuangan akhir. Walaupun dapat diolah menjadi kompos, ternyata limbah kulit singkong tidak baik bagi lingkungan karena mengandung sianida (toksik) yang tinggi sehingga dapat merusak tanah dan mencemari lingkungan karena dapat menimbulkan bau yang tidak sedap jika ditumpuk. Kulit singkong mengandung karbon (C) sebesar 59,31%, hydrogen (H) sebesar 9,78%, oksigen (O) sebesar 28,74%, nitrogen (N) sebesar 2,06%, sulfur (S) sebesar 0,11% dan air (H₂O) sebesar 11,4%. Kulit ubi kayu yang diperoleh dari produk tanaman ubi kayu (*Manihotesculenta* Cranz atau *Manihot utilissima* Pohl) merupakan limbah utama pangan di negaranegara berkembang. Semakin luas areal tanaman ubi kayu diharapkan produksi umbi yang dihasilkan semakin tinggi sehingga tinggi pula limbah kulit yang dihasilkan. Setiap kilogram ubi kayu biasanya dapat menghasilkan 15–20 %. Berdasarkan kandungan karbon yang cukup tinggi tersebut maka kulit singkong berpotensi untuk dijadikan arang aktif dengan proses aktivasi dan karbonisasi. Arang aktif ini dapat digunakan sebagai adsorben (Ikawati dan Melati, 2010).

Tempurung Kelapa. Tanaman kelapa banyak terdapat di daerah beriklim tropis. Kelapa diperkirakan dapat ditemukan di lebih dari 80 negara. Indonesia merupakan negara agraris yang menempati posisi ketiga setelah Filipina dan India sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia. Adapun di Provinsi Sumatera Selatan, komoditas kelapa (kopra) menjadi potensi unggulan. Pada tahun 2017, luasan tanaman kelapa berkisar 65.878 ha menghasilkan produksi sekitar 57.298 ton/tahun. tempurung kelapa adalah salah satu sumber karbon yang berasal dari batok buah kelapa, dimana satu buah kelapa dapat menghasilkan tempurung kelapa (endokarp) sebanyak 12% sehingga tempurung kelapa ini sangat berpotensi untuk dikembangkan/dimanfaatkan. Salah satu pemanfaatan tempurung kelapa adalah sebagai bahan baku dari karbon aktif. Dari hasil EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) menunjukkan bahwa unsur utama arang tempurung kelapa adalah karbon dengan persentase kandungan sebesar 82,92%. Pemilihan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena memiliki potensi untuk pembuatan massal dan pada penelitian sebelumnya luas permukaan yang dihasilkan juga cukup besar yaitu berkisar antara 524 - 704 m²/gr. Luas permukaan menjadi parameter pemilihan bahan karena pada aplikasi adsorpsi gas, semakin besar luas permukaan maka kapasitas adsorpsi dari karbon aktif akan semakin besar pula. Tempurung kelapa merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa hemiselulosa metoksil dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapa. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO₂) yang cukup tinggi kadarnya dalam tempurung kelapa. Berat tempurung sekitar 15-19% dari berat keseluruhan buah kelapa. Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras dengan kadar air sekitar 6-9%.

Ampas Kopi. Ampas kopi merupakan produk samping dari bubuk biji kopi yang telah diekstrak menjadi minuman. Ampas kopi biasanya dianggap sebagai limbah padat yang kurang dimanfaatkan atau bahkan masih belum memanfaatkan secara maksimal (Adline et al., 2013). Tingginya konsumsi kopi mengakibatkan semakin meningkatnya limbah ampas kopi. Produksi limbah ampas kopi di dunia mencapai 700.000 ton per tahunnya (Acevedo et al., 2013). Ampas kopi masih memiliki beberapa komponen bioaktif seperti senyawa fenolik dan senyawa flavonoid (Mussato et al., 2011). Pujol et al (2013) menyatakan bahwa ampas kopi mengandung senyawa bioaktif berupa komponen polifenol. Komponen-komponen polifenol tersebut khususnya asam klorogenat memiliki potensi sebagai senyawa antioksidan [8]. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa ekstrak ampas kopi memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa senyawa fenolik yaitu asam klorogenat, dan kafein yang tinggi serta antosianin (senyawa flavonoid) dalam jumlah yang rendah dan seluruhnya memiliki aktivitas antioksidan [9].

Briket. Briket adalah massa padat dari bahan lunak. Briket adalah salah satu metode yang layak untuk mengubah biomassa residu menjadi energi terbarukan, kualitas briket tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan dalam biomassa dan manipulasi seperti kadar air, suhu,

penambahan substrat dan ukuran partikel. Itu tergantung pada keadaan. Ketika briket batu bara digunakan sebagai bahan bakar dan memiliki kapasitas yang sama dengan batu bara dan jenis bahan bakar lainnya. Briket merupakan bahan bakar alternatif yang dibuat dari bahan organik sisa dengan mencampurkan perekat dan memiliki kuat tekan yang konstan di mana kadar air dihilangkan untuk meningkatkan sifat keberadaan biomassa. Bio briket merupakan bahan bakar komposit yang terdiri dari biomassa (< 2 mm). Pembuatan cetakan membutuhkan perhatian terhadap banyak komponen yang diperlukan, seperti bahan baku dan pengikat. Bahan baku pembuatan briket adalah bahan organik berupa selulosa. Selulosa adalah kandungan biomassa yang terdiri dari kantong karbon yang dapat mempengaruhi kandungan karbon yang mengikat batu bara. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan selulosa maka semakin tinggi pula kandungan karbon terikatnya. Briket adalah bahan bakar padat yang spesifikasinya seperti nilai kalor, abu, kadar air, bahan yang mudah menguap dan karbon tetap harus diperhatikan.. **Kadar Air.** Kadar air adalah kadar air suatu zat berdasarkan berat basah dan berat keringnya. Kadar air juga merupakan properti yang sangat penting. Jika kadar air tinggi, energi yang dibutuhkan untuk pembakaran akan digunakan untuk menguapkan uap air dalam cetakan, yang dapat menurunkan nilai kalor briket dan dapat merusak stabilitas briket. Ya (dapat dengan mudah dihancurkan). Briket arang rentan terhadap pertumbuhan jamur yang berlebihan. **Pirolisator.** Pirolisator adalah alat membuat asap cair. Alat ini terdiri dari 5 komponen, yaitu tabung reaktor, destilator, pipa penyalur asap, separator, dan kompor. Reaktor adalah wadah yang terbuat dari plat berdiameter 50 cm dan tinggi 50 cm. Reaktor adalah tempat meletakkan bahan baku asap cair (LIPI, 2005). Reaktor merupakan tempat pembakaran bahan baku yang nantinya akan menghasilkan asap cair. Destilator adalah tempat dikondensasinya asap menjadi bentuk cair. Separator merupakan wadah untuk menampung kotoran sehingga asap cair yang dihasilkan bersih. Dalam hal ini kompor biasanya digunakan sebagai pemanas reaktor. Reaktor dibuat dengan menggabungkan sebuah wadah berbahan dasar stainless steel dengan diameter 50 cm dan tinggi 1 meter dengan sebuah penutup yang telah terhubung kepipa besi. Penutup ini dapat dilepas dari panci dan harus dipasang dengan rapat menggunakan baut agar udara dan panas tidak dapat berinteraksi dari luar kedalam dan sebaliknya. Ujung pipa lainnya dihubungkan dengan destilator yang terbuat dari wadah yang terbuat dari besi atau plastik dan posisinya sedikit lebih rendah dari reaktor. Didalam destilator terdapat pipa yang berbentuk spiral untuk memperluas luas permukaan pipa dan air untuk mengkondensasi asap cair. Pipa penghubung antara reaktor dan destilator dibuat seperti kurva parabola. Setelah pipa menurun maka pipa naik kembali. Tujuan dari desain pipa seperti ini adalah agar kotoran dan tar yang turun dan memiliki massa jenis lebih tinggi dari pipa tersebut udara tidak ikut naik ke destilator. Dibagian paling rendah pipa tersebut diberi lubang dengan bor dan dihubungkan dengan penampung kotoran yang terbuat dari botol plastik. Pemanas menggunakan kompor joss yang diletakkan dibawah reaktor dengan menggunakan rangka terbuat dari besi siku sebagai penahan. Besi siku dibuat seperti sebuah kubus berongga yang disambungkan menggunakan las dengan tinggi 30 cm, lebar 40 cm, dan panjang 40 cm. **Prinsip Pirolisis.** Pirolisis merupakan suatu proses pembakaran tanpa menggunakan oksigen yang berasal dari luar sehingga terjadi penguraian bahan-bahan penyusun kayu, dengan adanya kondensor asap yang dihasilkan akan mengalami proses pengembunan. Pirolisis merupakan penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan penelitian akan dilaksanakan di Labolatorium Energi Terbarukan. Kegiatan penelitian dimulai pada tanggal 12 Februari - 12 Maret 2024. Tempat kegiatan eksperimen diLabolatorium Energi di Jl. Tirto Rahayu, Tlogomas, Kec, Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Kegiatan

dilakukan pada hari kerja kantor yaitu setiap hari senin sampai hari jumat mulai pukul 08.00 WIB – 15.00 WIB. **Materi Pelaksanaan.** Dalam kegiatan ini dilaksanakan selama 1 bulan di Labolatorium Energi Terbarukan. Dimana selama kegiatan mahasiswa mencoba merancang alat reaktor asap cair serta mencari data dengan melakukan pengujian alat menggunakan bahan baku sekam padi di Labolatorium Energi Terbarukan. **Metode Pelaksanaan.** Metode pelaksanaan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini observasi Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi yang dilakukan dalam proses perancangan Reaktor Asap Cair. Dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan dengan mengamati sistem atau cara kerja, proses perancangan alat dari awal sampai akhir, dan kegiatan pengendalian mutu. Wawancara yang merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan melakukan Tanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang proyek perancangan yang detail serta pengendalian mutu atau bahan baku yang di gunakan.

RESULTS AND DISCUSSION

Dalam rancang reaktor Asap Cair ini terdapat beberapa masalah yang terkait dalam perancangan yaitu sebagai berikut Dalam perancangan alat destilasi Asap Cair ini memiliki kekurangan pada pembakaran, yaitu untuk menyalakan dan mematikan kompor pada proses pembakaran harus secara manual yang masih membutuhkan tenaga manusia. Belum ada asisten labolatorium atau karyawan yang membantu melancarkan proses perancangan alat atau pun pembersihan labolatorium. Adanya sisa-sisa pembakaran yang menpel di dinding Reaktor sehingga menghambat proses pembakaran Kerusakan kabel reaktor dan kontroler sehingga tidak dapat tersambung atau digunakan. Proses Pembuatan Asap Cair. Pembuatan asap cair dari sekam padi dibuat dengan teknik pirolisis, yaitu dekomposisi secara kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa reagen lainnya. Pemanas yang digunakan untuk reaktor pirolisis menggunakan liquid petroleum gas dan. Reaktor pirolisis terbuat dari tangki yang terbuat dari stainless steel kemudian dibentuk tabung dengan melakukan pengelasan. Tangki kondensor menggunakan drum stainless yang didalamnya didesain pipa yang dibentuk seperti kumparan atau spiral dan direndam dalam air. Ujung pipa dalam kondensor disambung digunakan sebagai tempat keluarnya produk asap cair. Alat yang akan dirancang adalah reaktor pirolisis, kondensor dan *control panel*. Alat yang digunakan dalam pembuatan alat pirolisis ini terdiri dari, plat stainless steel 304, pipa besi, plat besi, termokopel besi, valve control, kondensor, statif dan klem kondensor, kompor gas, tabung gas 3 kg, dan stopwatch. Bahan yang di gunakan adalah air, LPG, sekam padi, ampas teh, kulit singkong, ampas kopi, dan cangkang kelapa.

Perancangan Alat Pirolisis. Menyiapkan plat stainless steel kemudian dipotong dan dilas untuk membentuk reaktor silinder dengan ukuran diameter 30 cm dan tinggi 40 cm. Menyusun rangkaian untuk tutup reaktor pirolisis dengan pasang lubang pada ujung-ujung tutup lingkaran dengan diameter 30 cm atau untuk baut ukuran 4 sebanyak 8 lubang. Langkah selanjutnya adalah menyusun rangkaian kondensor, kondensor ini dirancang dengan ukuran tinggi 31 cm 26 cm dan 27 cm untuk menampung air sebagai pendingin dan pada ujung tabung dipasang kran untuk mengalirkan air panas keluar kondensor. Merangkai bagian dalam kondensor dengan kumparan-kumparan menggunakan bahan roll stainless, sebagai tempat mengalirkan asap cair. Langkah berikutnya adalah merangkai alat antara reaktor pirolisis dengan kondensor dengan memberikan penyangga sebagai tempat reaktor dengan tinggi cm dan untuk kondensor diameter 24 cm, tinggi penampung 34 cm. Menyiapkan rangkaian untuk sumber panas atau kompor gas dan tabung LPG. Kompor gas yang digunakan sebagai sumber panas untuk reaktor dihubungkan dengan selang regulator dengan dua cabang, satu cabang untuk mengalirkan gas dan yang satu lagi untuk temperature control yang dilengkapi oleh

valve control. Control panel dirangkai untuk tempat temperature control, ada dua rangkaian kabel yang pertama dihubungkan dengan selang regulator untuk mengatur aliran gas LPG yang masuk ke reaktor pirolisis dan yang kedua kabel yang dihubungkan dengan kumparan yang ada di atas tutup reaktor pirolisis. Alat ini menggunakan sumber listrik yang dilengkapi dengan saklar dan stop kontak. Merangkai dan melakukan running alat. Perancangan alat pirolisis ini terbagi menjadi 3 bagian antara lain reaktor pirolisis, kondensor dan kontrol panel. Reaktor Pirolisis Reaktor pirolisis ini berbahan dasar stainless steel berbentuk silinder dengan kapasitas 8 liter dan berdimensi diameter 30 cm dan tinggi 40 cm. Penutup reaktor dibuat dengan memasang baut berjumlah 12 dengan ukuran 10 mm. Tujuan dirancang penutup seperti yang terlihat pada Gambar 2 adalah untuk menghindari hilangnya panas ke luar reaktor pirolisis sehingga proses pembakaran berjalan sempurna. Di sela-sela tutup tersebut dipasang rockwall untuk meminimalisasi panas yang keluar. Sumber panas menggunakan kompor gas dengan bahan bakar LPG, termokopel dihubungkan dengan pipa yang ada di dalam reaktor pirolisis agar temperature di dalam reaktor dapat terukur dan dapat diset sesuai yang diinginkan. Bagian luar reaktor pirolisis dilapisi isolator untuk mengurangi hilangnya panas ke luar ruang pirolisis. Penyangga dengan tinggi 34 cm digunakan untuk meletakkan reaktor pirolisis dengan tujuan mengatur kesesuaian letak antara reaktor dengan kondensor sehingga asap cair yang keluar dari reaktor pirolisis dapat mengalir sempurna ke dalam kondensor. Panjang pipa yang menghubungkan antara reaktor pirolisis dengan kondensor adalah 12 cm, yang disertai dengan 2 elbow. Ruang kondensor didesain dengan bahan yang sama dengan reaktor berbentuk silinder tanpa tutup yang didalamnya terdapat kumparan pipa dengan panjang 200 cm. Ruang yang tidak ditempati kumparan pipa diisi dengan air pendingin yang dilengkapi dengan pipa pengeluaran untuk mengatur sirkulasi air pendingin. Jika air yang digunakan sebagai pendingin asap cair sudah mencapai suhu diatas 50 °C maka kran dibuka dan air akan dikeluarkan dengan tetap menjaga kestabilan volume air. Selain sebagai pendingin, kondensor juga berfungsi untuk mempercepat pengembunan asap cair yang keluar dari reaktor pirolisis.



Gambar 1. Kondensor, Control Panel, Rangkaian Alat Pyrolisis

Control Panel. Perancangan ruang control panel bertujuan untuk mempermudah dalam mengatur kondisi operasi reaktor pirolisis. Temperatur kontrol tertinggi yang pernah dilakukan untuk pengujian adalah sampai dengan temperature 500 °C dan dicapai sekitar waktu 2 jam untuk mencapai kondisi tersebut. Set temperature dilakukan dengan terlebih dahulu menyalakan saklar sampai lampu indikator menunjukkan temperature tertentu. Kenaikan temperature dicapai secara bertahap dengan mengatur pada tombol temperature, dengan range 10 °C – 50 °C.

Perhitungan Rendeman Proses Pirolisis

$$\text{Rendemen arang} = \frac{\text{massa arang}}{\text{massa bahan}} \times 100 \%$$



Gambar 2. Hasil bioarang menggunakan peralatan uji a) bahan baku sekam padi, b), c) hasil pirolisis, d) asap cair

Pengujian Alat Proses Pembuatan Arang penelitian ini Proses pembuatan arang menggunakan alat pirolisis dilakukan dengan menggunakan bahan baku kulit singkong, ampas the, campuran ampas the + kulit soingkong, cangkang keklapa, ampas kopi, campuran cangkang kelapa + ampas kopi, dan sekam padi. Mula-mula Bahan baku yang sudah ditimbang dimasukkan ke dimasukkan kedalam pirolisator. Bahan yang ada di dalam pirolisator dipanaskan sampai melewati titik didih senyawa organik yang ada di dalam bahan sehingga berubah fasa menjadi uap/gas. Uap/gas yang telah keluar dari dalam bahan akan mengalir ke puncak pirolisator dan keluar melalui pipa kemudian mengalir ke dalam kondensor untuk proses kondensasi. Asap cair yang telah berubah fasa menjadi fasa cair keluar melalui kondensor dan masuk ke dalam tabung penampungan. Arang sebagai residu akan tertinggal di dalam pirolisator. Uji coba terhadap bahan dilakukan sebanyak dua kali percobaan. Uji coba yang telah dilakukan dapat mengetahui beberapa hal antara lain). Asap pertama kali keluar dari pirolisator setelah proses pirolisis berjalan antara 5–10 menit dan temperatur bahan di 100°C. Asap cair pertama kali keluar setelah proses pirolisis berjalan antara 24 – 48 menit dan temperatur bahan 150°C.



Gambar 3. Perakitan alat pirolisis

Tabel 1. Proses pembuatan arang

Sampel	Kadar Air (%)	Waktu Pembakaran	Suhu Pembakaran (°c)	% Arang
Ampas Teh	40%	4-5	150 - 200	60 %
Kulit Singkong	40%	4-5	150 -200	80 %

Campuran Ampas The + Kulit Singkong	40%	4-5	150 -200	50 %
Cangkang Kelapa	20%	8-9	150 -200	90 %
Ampas Kopi	50%	8-9	150 -200	50 %
Campuran Cangkang Kelapa + Ampas Kopi	40%	8-9	150 -200	50 %
Sekam Padi	6 %	4-5	150-200	20%

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa dari setiap sampel yang diuji coba menghasilkan % arang yang berbeda tergantung kadar air biomassanya. Pada pengujian alat ini hasil akhir dari pembakaran tidak sempurna dikarenakan dipengaruhi oleh beberapa faktor.

CONCLUSION

Kekurangan dalam Perancangan Reaktor Asap Cair: Pembakaran: Masalah manualitas dalam menyalakan dan mematikan kompor pada proses pembakaran memerlukan tenaga manusia. Keterbatasan Asisten: Tidak ada asisten laboratorium atau karyawan yang membantu dalam proses perancangan alat atau pembersihan laboratorium. Sisa Pembakaran: Adanya sisa-sisa pembakaran yang menempel pada dinding reaktor menghambat proses pembakaran. Kerusakan Kabel dan Kontroler: Kerusakan pada kabel reaktor dan kontroler mengakibatkan ketidakmampuan untuk terhubung atau digunakan. **Proses Pembuatan Asap Cair:** Metode Pirolisis: Asap cair dibuat melalui teknik pirolisis, yaitu dekomposisi bahan organik melalui pemanasan tanpa reagen tambahan. Reaktor Pirolisis: Reaktor terbuat dari tangki stainless steel yang dibentuk menjadi tabung melalui pengelasan. Kondensor: Kondensor menggunakan drum stainless dengan pipa yang berbentuk kumparan atau spiral, direndam dalam air, dan berfungsi sebagai tempat keluarnya produk asap cair. Alat yang Dibutuhkan: Reaktor pirolisis, kondensor, dan panel kontrol menggunakan berbagai komponen seperti plat stainless steel, pipa besi, termokopel, valve control, dan lainnya. Bahan Baku: Proses melibatkan bahan seperti sekam padi, ampas teh, kulit singkong, ampas kopi, dan cangkang kelapa. **Reaktor Pirolisis:** Reaktor berbahan dasar stainless steel dengan bentuk silinder, kapasitas 8 liter, dan dimensi diameter 30 cm serta tinggi 40 cm. Penutup reaktor menggunakan baut berjumlah 12 dengan ukuran 10 mm untuk mencegah kehilangan panas ke luar reaktor. Rockwall dipasang di sela-sela tutup untuk meminimalisasi panas yang keluar. Sumber panas menggunakan kompor gas dengan bahan bakar LPG. Termokopel terhubung dengan pipa di dalam reaktor untuk mengukur dan mengatur suhu reaktor. **Kondensor:** Kondensor dirancang dengan tinggi 31 cm, 26 cm, dan 27 cm untuk menampung air sebagai pendingin. Ujung tabung kondensor dilengkapi dengan kran untuk mengalirkan air panas keluar. Kumparan-kumparan dalam kondensor menggunakan bahan roll stainless sebagai tempat mengalirkan asap cair. **Penyangga dan Penghubung:** Penyangga dengan tinggi 34 cm digunakan untuk meletakkan reaktor pirolisis dan mengatur letak antara reaktor dan kondensor. Panjang pipa yang menghubungkan reaktor pirolisis dengan kondensor adalah 12 cm dengan 2 elbow. Ruang kondensor berbentuk silinder tanpa tutup, dengan kumparan pipa berpanjang 200 cm. Kondensor juga berfungsi mempercepat pengembunan asap cair yang keluar dari reaktor. **Bahan Baku:** Bahan baku yang digunakan meliputi kulit singkong, ampas teh, campuran ampas teh

Journal published by LENVARI

APERUM Pesona Mutiara, Karangwidoro, Dau, Kabupaten Malang 65151

<https://journal.lenvari.org/index.php/jieti> | 58

+ kulit singkong, cangkang kelapa, ampas kopi, dan campuran cangkang kelapa + ampas kopi. Bahan baku dimasukkan ke dalam pirolisator setelah ditimbang. **Proses Pirolisis:** Bahan di dalam pirolisator dipanaskan hingga melewati titik didih senyawa organik, mengubahnya menjadi uap/gas. Uap/gas keluar dari bahan dan mengalir ke puncak pirolisator, lalu melalui pipa menuju kondensor untuk proses kondensasi. Asap cair yang berubah fasa menjadi cairan keluar melalui kondensor dan masuk ke dalam tabung penampungan. Arang sebagai residu tertinggal di dalam pirolisator. **Uji Coba:** Uji coba dilakukan dua kali percobaan. Asap pertama kali keluar dari pirolisator setelah 5–10 menit dengan suhu bahan 1000°C. Asap cair pertama kali keluar setelah 24–48 menit dengan suhu bahan 1500°C.

REFERENCES

- [1] P. D. Wijayati, N. Harianto, and A. Suryana, "Permintaan Pangan Sumber Karbohidrat di Indonesia," *Anal. Kebijak. Pertan.*, vol. 17, no. 1, p. 13, 2019, doi: 10.21082/akp.v17n1.2019.13-26.
- [2] G. A. Andriani, I. Marina, and K. Sumantri, "RESPON PETANI TERHADAP PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI BRIKET DI DESA KARANGSAMBUNG KECAMATAN KADIPATEN KABUPATEN MAJALENGKA," *J. Sustain. Agribus.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–13, Jun. 2022, doi: 10.31949/jsa.v1i1.2760.
- [3] J. S. T. Allo, A. Setiawan, and A. S. Sanjaya, "Pemanfaatan Sekam Padi untuk Pembuatan Biobriket Menggunakan Metode Pirolisa," *J. Chemurg.*, vol. 2, no. 1, p. 17, 2018, doi: 10.30872/cmng.v2i1.1633.
- [4] I. AA, H. Hernawati, and P. E. Broto, "Optimization of Bio-Briquettes As an Alternative Fuel Solution Through the Combination of Cocoa Fruit Peel, Peel of Banana (Musa ...," *J. Online ...*, vol. 9, no. 2, pp. 37–43, 2024, [Online]. Available: <https://online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/32033%0Ahttps://online-journal.unja.ac.id/jop/article/download/32033/17819>.
- [5] U. F. Al-afifi, Erdin Syam, and Elvin Piter, "Perhitungan Potensi Energi Listrik Pada Sekam Padi Melalui Metode Gasifikasi," *SainETIn*, vol. 4, no. 2, pp. 5–10, Mar. 2021, doi: 10.31849/sainetin.v4i2.4329.
- [6] S. Saparin and E. S. Wijianti, "PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK UNTUK PEMBUATAN BRIKET SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF UNTUK KEBUTUHAN MASYARAKAT DI DESA KULUR ILIR KABUPATEN BANGKA TENGAH," *J. Pengabd. Kpd. Masy. Univ. Bangka Belitung*, vol. 3, no. 1, pp. 18–24, 2018, doi: 10.33019/jpu.v3i1.141.
- [7] A. Suhaeri, Maryono, and S. Side, "Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Terhadap Ion Cr 6+ Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Terhadap Ion Cr 6+ Adsorption Capacity Of Activated Carbon From Cassava Peel Against Cr 6+ Metal Ion," *J. Chem.*, vol. 15, no. 2, pp. 95–104, 2018.
- [8] N. Tajik, M. Tajik, I. Mack, and P. Enck, "The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature," *Eur. J. Nutr.*, vol. 56, no. 7, pp. 2215–2244, Oct. 2017, doi: 10.1007/s00394-017-1379-1.
- [9] S. Hu, A. Gil-Ramírez, M. Martín-Trueba, V. Benítez, Y. Aguilera, and M. A. Martín-Cabrejas, "Valorization of coffee pulp as bioactive food ingredient by sustainable extraction methodologies," *Curr. Res. Food Sci.*, vol. 6, p. 100475, 2023, doi: 10.1016/j.crfs.2023.100475.