

KARAKTERISTIK LIMBAH KELAPA MUDA SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI ASAP CAIR



SKRIPSI

Oleh :

**Firmando Eniksen Purba
E1G017060**

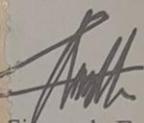
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
2021**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Karakteristik Limbah Kelapa Muda Sebagai Bahan Baku Industri Asap Cair”** ini merupakan karya tulis sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Bengkulu, November 2021


Firmando Eniksen Purba
E1G017060

KARAKTERISTIK LIMBAH KELAPA MUDA SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI ASAP CAIR

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh derajat
Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Bengkulu

Oleh :

Firmando Eniksen Purba
NPM. E1G017060

Pembimbing:

Dr. Yazid Ismi Intara, S.P, M.Si
Prof. Dr. Ir Yuwana, M.Sc

Bengkulu
2021

KARAKTERISTIK LIMBAH KELAPA MUDA SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI ASAP CAIR

Oleh :

Firmando Eniksen Purba
NPM. E1G017060

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal

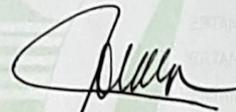
05 November 2021

Pembimbing Utama,



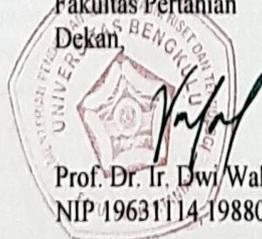
Dr. Yazid Ismi Intara, S.P, M.Si
NIP. 19740727 200501 1 001

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Yuwana, M.Sc
NIP. 19591210 198603 1 003

Mengetahui,
Fakultas Pertanian
Dekan,



Prof. Dr. Ir. Dwi Wahyuni Ganefianti, M.S
NIP 19631114 198803 2 012

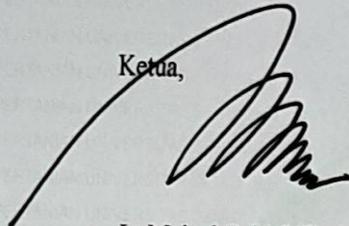
KARAKTERISTIK LIMBAH KELAPA MUDA SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI ASAP CAIR

Oleh :

Firmando Eniksen Purba
NPM. E1G017060

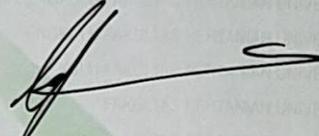
Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal
18 November 2021

Ketua,



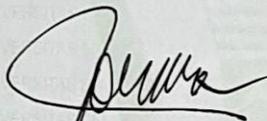
Ir. Meizul Zuki, MS
NIP. 19590503 198603 1 003

Sekretaris,



Dr. Yazid Ismi Intara, S.P, M.Si
NIP. 19740727 200501 1 001

Anggota,



Prof. Dr. Ir. Yuwana, M.Sc
NIP. 19591210 198603 1 003

Anggota,



Drs. Syafnil, M. Si
NIP. 19630722 199403 1 002

Mengetahui,
Fakultas Pertanian
Dekan,



Prof. Dr. Ir. Dwi Wahyuni Ganefianti, MS
NIP. 19631114 198803 2 012

RINGKASAN

Karakteristik Limbah Kelapa Muda Sebagai Bahan Baku Industri Asap cair (Firmando Eniksen Purba dibawah bimbingan Yazid Ismi Intara dan Yuwana. 2021. 61 halaman)

Pohon kelapa merupakan salah satu tanaman yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat di Indonesia. Pada tahun 2018 tiap bulannya di Pantai Panjang rata-rata limbah kelapa muda yang dihasilkan mencapai 15 ton, dan untuk daerah Kota Bengkulu tiap bulannya rata rata limbah kelapa muda yang dihasilkan sebanyak 7 ton. Jika dijumlahkan hasil limbah kelapa muda yang berada di Kota Bengkulu yaitu sebanyak 22 ton, hasil ini serupa dengan hasil limbah suatu industri. Jika dikelola dengan baik hasil pembakaran ini dapat menghasilkan produk yang bermanfaat sebagai asap cair. Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya.

Bahan yang digunakan berupa limbah kelapa yang sudah tidak terpakai, didapat dari penjual es kelapa muda yang berada di pesisir Pantai Panjang , Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 taraf perlakuan 3 pengulangan sehingga diperoleh 18 kombinasi perlakuan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut K1 (Kadar air 16%), K2 (Kadar air 20%), K3 (Kadar air 24%), K4 (Kadar air 28%), K5 (Kadar air 32%), K6 (Kadar air 36%). Proses pembuatan asap cair mengacu pada Karima (2014), Persiapan bahan baku yaitu bahan pembakar dengan menyiapkan limbah kelapa muda yang didapat dari Pantai Panjang Kota Bengkulu. Pengukuran kadar air limbah kelapa menurut SNI 01-2891-1992 yaitu dengan memotong kecil-kecil limbah kelapa menggunakan golok dengan ukuran 5-8 cm. Kemudian ditimbang limbah kelapa untuk diketahui berat awal lalu dikeringkan menggunakan tenaga cahaya matahari. Selanjutnya diambil sampel limbah kelapa dan ditimbang 10 gram, kemudian diletakan dalam wadah cawan penguap, dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3-5 jam. Selanjutnya dimasukkan sampel ke dalam desikator untuk didinginkan sampel, kemudian dihitung berat keringnya dan disiapkan setiap kelompok perlakuan kadar air yaitu 16%, 20%, 24%, 28%, 32% dan 36% dan dihentikan pengeringan ketika berat sampel sudah lebih kecil dari berat basah dan siap di angkat.

Pembuatan asap cair dimulai dengan cara limbah kelapa muda dengan kadar air sesuai perlakuan dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Setiap kali pembakaran bahan sabut kelapa muda sebanyak 1500 g dimasukkan ke dalam tabung reaktor, Kemudian tabung ditutup dengan rapat. Selanjutnya rangkaian alat kondensasi dipasang dan tabung pendingin dialiri dengan air dingin. Api dinyalakan untuk membakar tabung reaktor. Bahan di dalam tabung

reaktor akan panas dan akan mengalami pirolisis. Asap akan keluar dari wadah dan masuk ke dalam kondensor yang akhirnya mengeluarkan cairan hasil kondensasi ditampung di dalam botol. Pemanasan diakhiri sampai tidak ada asap cair yang menetes dalam wadah penampung. Parameter-yang diamati pada penelitian ini antara lain yaitu rendemen, kadar asam, kadar fenol dan pH. Data dianalisis menggunakan ANOVA dengan taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji DMRT.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik fisik limbah kelapa muda tidak memiliki banyak perbedaan, hal ini disebabkan karena nilai kadar air bahan limbah kelapa muda memiliki nilai kadar air dengan jarak yang tidak cukup jauh yaitu dengan nilai interval 4%, akan tetapi berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa nilai kadar air bahan baku pada proses pembuatan asap cair memberi pengaruh terhadap rendemen dan mutu asap cair yang dihasilkan secara pirolisis. Hasil analisis kimia asap cair limbah kelapa muda terpilih adalah asap cair limbah kelapa muda kadar air 16% (KA1), karena memiliki rendemen sebesar 9,06%. Total asam tertitrasi 5,2% dan kadar fenol 4,52% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Total asam tertitrasi 5,2% yang dihasilkan sudah memenuhi standar mutu asap cair yaitu sekitar 4,5-15,0%. Kadar fenol yang dihasilkan pada penelitian ini masih belum memenuhi standar mutu asap cair yaitu sekitar 4,6-15,0%. Nilai pH yang rendah akan mempengaruhi terhadap tingginya total asam tertitrasi dan kadar fenol. Karena pH, total asam tertitrasi dan kadar fenol saling berkaitan satu dengan yang lainnya. pH 2,6 yang terdapat pada asap cair limbah kelapa muda sudah memenuhi setandar mutu asap cair yaitu sekitar 1,5-3,0.

(Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu)

SUMMARY

Characteristics of Young Coconut Waste as Raw Material for Liquid Smoke Industry (Firmando Eniksen Purba under the guidance of Yazid Ismi Intara and Yuwana. 2021.61 page)

Coconut tree is one of the plants that are needed by people in Indonesia. In 2018, every month in Pantai Panjang the average young coconut waste produced reached 15 tons, and for the Bengkulu City area each month the average young coconut waste produced was 7 tons. If you add up the results of young coconut waste in Bengkulu City, which is as much as 22 tons, this result is similar to the waste product of an industry. If properly managed, these combustion products can produce useful products as liquid smoke. Liquid smoke is a condensation product of steam resulting from direct or indirect combustion of materials that contain a lot of lignin, cellulose, hemicellulose and other carbon compounds.

The material used is coconut waste that is not used, obtained from young coconut ice sellers on the coast of Panjang Beach. The design used was a Completely Randomized Design (CRD) with 6 treatment levels and 3 repetitions so that 18 treatment combinations were obtained. The treatments in this study were as follows: K1 (water content 16%), K2 (20% moisture content), K3 (24% moisture content), K4 (28%), K5 (32%), K6 (water content 32%, water 36%). The process of making liquid smoke refers to Karima (2014), Preparation of raw materials, namely combustion materials by preparing young coconut waste obtained from Panjang Beach, Bengkulu City. Measurement of coconut waste water content according to SNI 01-2891-1992 is by cutting coconut waste into small pieces using a machete with a size of 5-8 cm. Then weigh the coconut waste to determine the initial weight and then dry it using sunlight. Next, take a sample of coconut waste and weigh 10 grams, then place it in an evaporating dish container, and put it in the oven at 105°C for 3-5 hours. Then put the sample into a desiccator to cool the sample, then calculate the dry weight and prepare each treatment group for water content, namely 16%, 20%, 24%, 28%, 32% and 36% and stop drying when the sample weight is less than the weight of the sample. wet and ready to be removed. The manufacture of liquid smoke begins by way of young coconut waste with water content according to the treatment entered into the pyrolysis reactor. Every time 1500 g of young coconut coir is burned, it is inserted into the reactor tube, then the tube is tightly closed. Next, a series of condensing devices is installed and the cooling tube is fed with cold water. The fire was lit to burn the reactor tubes. The material in the reactor tube will be hot and will undergo pyrolysis. The smoke will come out of the container and enter into the condenser which finally releases the condensed liquid which is accommodated in the bottle.

Heating is terminated until no liquid smoke drips into the reservoir. The parameters observed in this study included yield, acid content, phenol content and pH. The data were analyzed using ANOVA with a level of 5% and continued with the DMRT test.

The results showed that the physical characteristics of young coconut waste did not have much difference, this was because the water content value of the young coconut waste material had a water content value with a distance that was not far enough, with an interval value of 4%, but based on the results of the study it can be said that The value of water content of raw materials in the process of making liquid smoke has an effect on the yield and quality of liquid smoke produced by pyrolysis. The results of the chemical analysis of the selected young coconut waste liquid smoke is 16% water content of young coconut waste liquid smoke (KA1), because it has a yield of 9.06%. The total titrated acid was 5.2% and the phenol content was 4.52% higher than the other treatments. The total 5.2% titrated acid produced has met the quality standard of liquid smoke, which is about 4.5-15.0%. The phenol content produced in this study still does not meet the quality standard of liquid smoke, which is around 4.6-15.0%. A low pH value will affect the high total titrated acid and phenol content. Due to the pH, the total titrated acid and the phenol content are related to each other. The pH of 2.6 contained in the liquid smoke of young coconut waste has met the quality standard of liquid smoke, which is around 1.5-3.0.

(Agroindustrial Technology Study Program, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Bengkulu University)

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Firmando Eniksen Purba lahir di Simantin 1 Kecamatan Pamatang Sidamanik, Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 02 Desember 1999. Penulis merupakan anak ketiga dari Bapak Jinter Purba dan Ibu Mariani Gultom. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 091429 Kebun Sidamanik pada tahun 2011, kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP YPI Dharma Budi Sidamanik dan dinyatakan lulus pada tahun 2014, dan menyelesaikan sekolah menengah atas pada tahun 2017 di SMA Negeri 1 Sidamanik. Penulis kemudian diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu setelah dinyatakan lulus Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) tahun 2017.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif di organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Teknologi Industri Pertanian (HIMATIN) pernah menjabat sebagai anggota aktif di Biro Kesejahteraan Masyarakat pada periode 2018/2019 dan anggota aktif di Biro Kesekretariatan pada periode 2019/2020. Penulis juga bergabung dalam organisasi lain seperti UKM Katolik UNIB sebagai Kepala Bidang Internal. Penulis juga bergabung dalam organisasi Perhimpunan Mahasiswa Katolik Republik Indonesia (PMKRI) berstatus sebagai anggota biasa. Penulis juga Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) sebagai anggota dan juga aktif sebagai anggota dan koordinator dalam berbagai kegiatan kepanitiaan organisasi eksternal. Penulis juga bergabung dalam perkumpulan keluarga Agroindustrial Christiani sebagai Kepala Bidang Internal.

Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten dosen pada praktikum mata kuliah Fisika. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri UNIB periode 91 di Gg Melati UNIB Belakang Kecamatan Muara Bangkahulu pada Juli 2020 – Agustus 2020. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara pada bulan September 2020 – Oktober 2020. Penulis melakukan penelitian tentang “Karakteristik Limbah Kelapa Muda Sebagai Bahan Baku Industri Asap Cair” pada bulan Maret 2021 – April 2021 di Laboratorium Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

Berbahagialah orang yang bertahan dalam pencobaan, sebab apabila ia sudah tahan uji, ia akan menerima mahkota kehidupan yang dijanjikan Allah kepada barangsiapa yang mengasihi Dia.

(Yakobus 1 : 12)

Karena Allahlah yang mengerjakan di dalam kamu baik kemauan maupun pekerjaan menurut kerelaan-Nya.

(Filipi 2 : 13)

Kita hanya akan memperoleh apa yang menjadi kerja keras dan usaha kita, tetap berdoa dan bekerjalah.

PERSEMBAHAN :

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis masih diberikan kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penulis persembahkan Skripsi ini kepada :

- ✚ Kedua orangtuaku, Bapak Jinter Purba dan Ibu Mariani Gultom yang telah memberikan doa, semangat, pelajaran hidup serta kasih sayang.
- ✚ Kuucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kakakku Mutiara Winda Sari Purba, abangku Jimmi Jekson Parlindungan Purba yang selama ini senantiasa mendoakan, selalu mensupportku dan memberi segala pengorbanan yang tidak terbatas.
- ✚ Seluruh keluarga besarku
- ✚ Dosen Pembimbing Utama Bapak Dr. Yazid Ismi Intara, S.P., M.Si. dan Pembimbing Pendamping Bapak Prof. Dr. Ir. Yuwana, M.Sc.
- ✚ Dr. Yazid Ismi Intara, S.P., M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik
- ✚ Dosen dan staff jurusan Tekonologi Pertanian FP UNIB
- ✚ Sahabat – sahabat seperjuangan, TIP Kristiani 17, dan teman – teman Zosintegral
- ✚ Almamaterku Universitas Bengkulu

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu dan memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan di bangku perkuliahan dan juga skripsi ini, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yesus yang selalu memberikan kesehatan dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orangtuaku, Bapak Jinter Purba dan Ibu Mariani Gultom yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
3. Kuucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kakakku Mutiara Winda Sari Purba serta abangku Jimmi Jekson Parlindungan Purba yang selama ini senantiasa mendoakan, selalu mensupportku dan memberi segala pengorbanan yang tidak terbatas.
4. Keluarga besarku yang selalu mendoakan dan memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Yazid Ismi Intara, S.P., M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus dosen Pembimbing Utama yang telah berkorban tenaga, waktu dan pikiran dalam membimbing, memberikan nasihat, motivasi dan saran selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Prof. Dr. Ir Yuwana, M.Sc. selaku Pembimbing Pendamping yang telah banyak membimbing penulis selama masa perkuliahan hingga penulisan skripsi ini selesai dan selalu memberikan dukungan, arahan, masukan, dan motivasi kepada penulis.
7. Ketua Jurusan, Ketua Laboratorium Teknologi Pertanian, Bapak/Ibu dosen dan seluruh staff Jurusan Teknologi Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis dan memberikan pelayanan yang baik selama masa perkuliahan.
8. Sahabatku sekaligus teman mabar Toman Adri Martua Sinaga dan Jerio Calvin Siahaan yang selalu menemani dan telah banyak membantu, mengingatkan dan memberikan semangat selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi
9. Teman – temanku Marcliansi Sinaga, Desyana Sembiring dan Meilani Hutagaol yang senantiasa memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman – teman TIP Kristiani 17 yaitu Jerio, Desi, Mei, Toman, Mian, Mompo, Rasita, Rosa, Sari dan Dedi.
11. Teman – teman seperjuangan Zosintegral 17 yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan dan penelitian.

12. Seluruh teman – teman dan kakak tingkat 015, 016, 018 dan 019 yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Karakteristik Limbah Kelapa Muda Sebagai Bahan Baku Industri Asap cair”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu, memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun terutama kepada :

1. Dr. Yazid Ismi Intara, S.P., M.Si. selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik
2. Prof. Dr. Ir. Yuwana, M.Sc. selaku Pembimbing Pendamping

Semoga segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis bisa menjadi ilmu yang bermanfaat dan mendapat berkat dari Tuhan.

Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun diharapkan demi kesempurnaan dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca yang memerlukannya.

Bengkulu, November 2021

Firmando Eniksen Purba
E1G017060

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Kelapa	4
2.1.1 Tanaman Buah Kelapa Muda	4
2.1.2 Karakteristik Morfologi Tanaman Kelapa.....	5
2.2 Limbah Kelapa Muda	6
2.2.1 Tempurung Kelapa	7
2.2.2 Sabut Kelapa.....	7
2.3 Asap Cair.....	9
2.3.1 Karakteristik Asap Cair	8
2.3.2 Jenis-jenis Asap Cair	8
2.3.3 Manfaat Asap Cair.....	8
2.4 Pirolisis	10
2.5 Kualitas Asap Cair.....	10
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu.....	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Rancangan Penelitian	14
3.4 Tahapan Penelitian	15
3.4.1 Persiapan Bahan Baku	15
3.4.2 Proses Pembuatan Asap Cair	16
3.5 Parameter Pengamatan	20
3.5.1 Rendemen	15
3.5.2 Kadar Asam	22
3.5.3 Kadar Fenol	22
3.5.4 pH.....	15
3.6 Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Pembuatan Asap Cair Menggunakan Kiln Tipe Drum.....	20
4.2 Karakteristik Fisik Limbah Kelapa Muda Dengan Kondisi Kadar Air	20
4.3 Sifat Kimia Yang Dihasilkan Dari Produksi Asap Cair	31
4.3.1 Rendemen	31
4.3.2 Kadar Asam	32
4.3.3 Kadar Fenol.....	33
4.3.4 pH.....	33

4.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Asap Cair Limbah Kelapa Muda	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan asap cair dan formalin.....	11
2. Persyaratan mutu asap cair berdasarkan jenis uji dan jenis mutu	15
3. Persyaratan mutu dan keamanan pangan produk asapan.....	15
4. Perlakuan pada penelitian.....	16
5. Pengacakan urutan pelaksanaan penelitian RAL	17
6. Proses pembuatan asap cair	21
7. Karakteristik limbah kelapa muda dengan kadar air yang berbeda-beda.....	22
8. Hasil uji asap cair limbah kelapa muda	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hasil pengujian kadar air terhadap rendemen	7
2. Hasil pengujian kadar air terhadap kadar asam	16
3. Hasil pengujian kadar air terhadap kadar fenol	17
4. Hasil pengujian kadar air terhadap pH	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagan alir pembuatan asap cair	34
2. data hasil uji rendemen	32
3. data hasil uji ANOVA dan uji DMRT rendemen pada taraf 5 %	36
4. Data hasil uji kadar asam.....	37
5. Data hasil uji ANOVA dan uji DMRT kadar asam pada taraf 5%.....	33
6. data hasil uji kadar fenol.....	34
7. Data hasil uji ANOVA dan uji DMRT kadar fenol pada taraf 5%	40
8. Data hasil uji pH.....	41
9. Data hasil uji ANOVA dan uji DMRT pH pada taraf 5%	37
10. Data karakteristik fisik limbah kelapa muda	38
11. Dokumentasi kegiatan	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Direktorat Jenderal Perkebunan (2019), menyatakan bahwa pohon kelapa merupakan salah satu tanaman yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat di Indonesia. Tanaman kelapa merupakan komoditas penting yang memiliki kontribusi serta peran yang strategis hampir di semua bidang kehidupan. Data Direktorat Jenderal Perkebunan (2019), menunjukkan bahwa pada tahun 2018 luas tanaman kelapa Indonesia mencapai 3.417.951 ha dengan jumlah produksi 2.920.665 ton. Terlihat dari data tersebut bahwa didalam setahun produksi buah kelapa di Negara Indonesia yaitu dapat mencapai 2,9 juta ton atau nilainya setara dengan sekitar 15 miliar butir kelapa yang dihasilkan dalam pertahunnya.

Badan Lingkungan Hidup Kota Bengkulu (2018), menunjukkan bahwa pada tahun 2018 tiap bulannya di Pantai Panjang rata-rata limbah kelapa muda yang dihasilkan mencapai 15 ton, dan untuk daerah Pantai Kedurang Bengkulu Selatan menghasilkan limbah kelapa muda sebanyak 8 ton, kemudian untuk daerah Pantai Muara Ketahun menghasilkan limbah kelapa sebanyak 10 ton. Jika dijumlahkan hasil limbah kelapa muda yang berada di Bengkulu yaitu sebanyak 33 ton, hasil ini serupa dengan hasil limbah suatu industri. Pembuangan limbah kelapa secara sembarangan tersebut dapat merugikan lingkungan, padahal jika dikelola dengan baik hasil pembakaran ini dapat menghasilkan produk yang bermanfaat sebagai asap cair.

Prospek penggunaan asap cair sangat luas, mencakup industri makanan sebagai pengawet, industri kesehatan, pupuk tanaman, bioinsektisida, pestisida desinfektan, herbisida, dan lain sebagainya. Prospek penggunaan asap cair yang sangat luas ini memiliki berbagai keunggulan bila dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia sintetik. Asap cair lebih mudah diaplikasikan karena konsentrasi asap cair dapat dikontrol agar memberi flavor dan warna yang sama dan seragam. Asap cair telah disetujui oleh banyak negara untuk digunakan pada bahan pangan dan sekarang ini banyak digunakan pada produk daging. Bahan ini dapat diproduksi secara sederhana dengan menggunakan bahan dan peralatan yang mudah diperoleh serta relatif murah.

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya (Sari, dkk. 2018). Karena asap tersebut mempunyai sifat panas dan kemudian berada di suhu dingin, maka terjadilah penyubliman gas menjadi cair, sehingga asap pun berubah menjadi cair. Selama proses produksi berlangsung, hampir tidak ada asap yang keluar dari instalasi karena instalasi tertutup rapat dan oksigen didorong masuk ke dalam tungku menggunakan blower agar api di dalam tungku tidak dapat

mati dan tidak ada asap yang keluar melalui instalasi. Inilah yang disebut sebagai Asap Cair. Sabut kelapa mengandung pektin 14,25%, hemiselulosa 8,50%, air 26%, lignin 29,23%, dan selulosa 19,27%. Kualitas asap cair dari kelapa terbaik diperoleh dari suhu pirolisis 400°C dan waktu pirolisi 180 menit menunjukkan asap cair yang dihasilkan mengandung senyawa fenol sebesar 4,13%, karbonil 11,3% dan asam 10,2% (Yunus, 2011).

Proses pembuatan asap cair menurut Yaman, s dalam (Hidayat dan Qomarudin 2015) yaitu melalui proses pirolisis. Pirolisis kayu akan mengalami peruraian zat hemiselulosa pada suhu 200-260°C, selulosa pada suhu 240- 350°C, lignin pada 280-500°C. Selulosa dan hemiselulosa terurai menjadi asam asetat dan homolognya. Semakin meningkat suhu dan waktu pirolisis semakin lama akan menghasilkan pH yang rendah pada asap cair, pengecilan ukuran partikel dapat berakibat pada meningkatkan laju pemanasan (Maulina, 2017).

Pamori, dkk. (2014) telah melakukan penelitian terhadap asap cair dengan bahan baku sabut kelapa dan dengan perlakuan kadar air 70%, 60%, 40%, 30%, 20%. Parameter dalam penelitian ini mengamati rendemen, derajat keasaman, total asam tertitrasi, kadar fenol dan bobot jenis. Hasil penelitian mereka menyatakan bahwa pirolisis sabut kelapa muda dengan kadar air 20 %, menghasilkan asap cair yang terbaik dengan karakteristik rendemen 9,06% nilai pH 2,6 total asam 5,2 %, kadar fenol 0,660%, dan bobot jenis 1,009. Berdasarkan hal itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi asap cair dari limbah kelapa muda dengan kondisi kadar air yang berbeda-beda yaitu $\pm 16\%$, $\pm 20\%$, $\pm 24\%$, $\pm 28\%$, $\pm 32\%$, $\pm 36\%$.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah yang menjadi pokok dalam penelitian adalah :

1. Bagaimana karakteristik fisik limbah kelapa muda yang dikeringkan pada kadar air yang berbeda-beda?
2. Bagaimana mengidentifikasi asap cair dari limbah kelapa muda dengan kondisi kadar air $\pm 16\%$, $\pm 20\%$, $\pm 24\%$, $\pm 28\%$, $\pm 32\%$, $\pm 36\%$?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Untuk mendapatkan karakteristik fisik limbah kelapa muda yang dikeringkan pada kadar air yang berbeda-beda.
2. Untuk mengetahui hasil identifikasi asap cair dari limbah kelapa muda dengan kondisi kadar air $\pm 16\%$, $\pm 20\%$, $\pm 24\%$, $\pm 28\%$, $\pm 32\%$, $\pm 36\%$, dengan menghasilkan asap cair yang terbaik.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat yaitu sebagai berikut

1. Memberikan informasi serta solusi kepada masyarakat mengenai penanganan limbah kelapa muda yang bertebaran sepanjang pesisir Pantai Panjang Kota Bengkulu.

1.5 Batasan Masalah

1. Bahan untuk pembuatan produk asap cair yang digunakan adalah limbah kelapa muda diambil dari pesisiran Pantai Panjang Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa

2.1.1 Tanaman Buah Kelapa Muda

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera L*) merupakan salah satu tanaman industri yang memegang peranan penting dalam perekonomian di Indonesia. Pernyataan tersebut didukung oleh keadaan geografis di Indonesia yang beriklim tropis dengan curah hujan sering terjadi di sepanjang tahun. Salah satu tanaman yang terdapat di Indonesia adalah tanaman kelapa (*Cocos nucifera L.*). Tanaman Kelapa dapat ditemukan hampir di seluruh bagian dunia, terutama di sekitar pantai. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera L.*) merupakan salah satu tanaman yang tergolong dalam *Famili Palmae* yang banyak tumbuh di Indonesia yang memiliki iklim tropis. Lingkungan hidup merupakan faktor yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa yaitu sinar matahari, temperatur, kelembaban, curah hujan dan tanah. Tanaman kelapa muda adalah tanaman yang memiliki keunikan, dengan komponen daging buah dan komponen air buah yang dapat dikonsumsi secara langsung. Keunikan tanaman kelapa muda ditunjang oleh sifat fisik dan komposisi kimia daging, serta air kelapa. Sehingga air dan daging buah menjadi salah satu produk yang digemari mulai dari kalangan anak-anak hingga orang dewasa. Wilayah penyebaran tanaman kelapa di seluruh pelosok negara Indonesia walaupun setiap keluarga petani memiliki rata-rata hanya sekitar 1,1 ha/KK tanaman kelapa muda (Barlina, 2004).

Tanaman kelapa dikenal dengan sebutan *Coconut*, dalam bahasa Belanda disebut *Kokosnoot* atau *Klapper*, lalu bahasa Prancis dikenal juga dengan *Cocotier*, dalam bahasa Indonesia sendiri disebut dengan *Krambil* atau *Klapa* (Jawa). Sejak tahun 1988, Negara Indonesia tercatat sebagai Negara yang menduduki urutan pertama dengan memiliki areal kebun kelapa yang terluas di dunia. Luas areal perkebunan kelapa di Indonesia sekitar 97,4% dikelola oleh perkebunan rakyat dengan melibatkan hampir 3,1 juta keluarga petani, sisanya sebanyak 2,1% dikelola swasta, dan 0,5% dikelola negara. Sebagian besar perkebunan kelapa di Indonesia dikelola sebagai perkebunan rakyat yang hampir tersebar di seluruh pelosok Nusantara. Luas areal perkebunan di pulau Sumatera 32,90%, luas areal di pulau Jawa 24,30%, pulau Maluku dan pulau Papua hanya 7,80%, pulau Sulawesi sekitar 19,30%, lalu pulau Kepulauan Bali, pulau NTB dan pulau NTT sekitar 8.20%, sedangkan di pulau Kalimantan hanya sekitar 7,50% (Nogoseno, 2003).

2.1.2 Karakteristik Morfologi Tanaman Kelapa

Kelapa merupakan salah satu jenis tanaman yang tergolong ke dalam suku pinang-pinangan (*Arecaceae*). Semua bagian yang ada pada tanaman kelapa dapat dimanfaatkan,

mulai dari pelepah, batang, daun, bunga, buah, bahkan akar kelapa sekalipun dapat dimanfaatkan, baik itu sebagai produk ataupun barang (Hariyono, 2015).

a. Akar

Tanaman kelapa yang baru bertunas memiliki akar tunggang. Namun perkembangan akar tersebut semakin lama, maka akan dilampaui oleh akar-akar yang lain, sehingga bentuk dan fungsinya sama seperti akar serabut yang biasa (Resmiyati, 2005). Hasil penelitian Chuakul (2005) menyatakan bahwa akar tanaman kelapa dapat digunakan sebagai antipiretik.

b. Batang

Batang pohon kelapa merupakan batang tunggal, tetapi terkadang ada beberapa batang kelapa yang bercabang. Pada umumnya, batang kelapa mengarah lurus ke atas dan tidak bercabang, kecuali pada tanaman di tebing, pinggir sungai dan lain-lain, pertumbuhan tanaman batang kelapa akan melengkung menyesuaikan ke arah sinar matahari. Berdasarkan karakter, batang tanaman kelapa dapat dibedakan menjadi dua macam tipe yaitu kelapa Genjah (*Dwarf*) dan kelapa Dalam (*Tall*). Kelapa Genjah memiliki ciri pangkal batangnya tidak membesar atau tidak ada bole, umumnya batang kelapa memiliki batang yang tinggi sekitar 5-10 meter. Sedangkan Kelapa Dalam (*Tall*) memiliki ciri pada pangkal batangnya yang membesar (disebut *bole*), umumnya memiliki tinggi batang sekitar 15-30 meter. Sedangkan, dari hasil silang kedua tipe batang kelapa tersebut disebut kelapa Hibrida yang memiliki ciri yang hampir sama dengan kelapa Genjah. Batang pohon tanaman kelapa banyak dimanfaatkan sebagai bahan mebel, bahan konstruksi bangunan, dan jembatan (Resmiyati, 2005).

c. Daun

Pertumbuhan dan pembentukan pada mahkota daun, dimulai sejak biji berkecambah dan pada tingkat pertamanya membentuk 4 – 6 helai daun. Daun tersusun dan saling membalut satu sama lain, merupakan selubung yang memudahkan susunan lembaga pada waktu tumbuh akar akan menembus sabut. Daun kelapa muda masih berwarna kekuningan yang tersusun majemuk, dan menyirip, sedangkan kelapa yang sudah tua akan berwarna hijau tua. Daun kelapa mempunyai banyak manfaat, yang umumnya dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan tangan seperti hiasan, pembungkus makanan, sapu, atap rumah, dan sebagai keranjang (Resmiyati, 2005).

d. Bunga

Pohon kelapa akan mulai berbunga setelah berumur 3 – 4 tahun pada kelapa genjah, sedangkan pada kelapa dalam, mulai berbunga setelah berumur dan 4 – 8 tahun, dan pada kelapa Hibrida akan mulai berbunga sesudah pohon kelapa berumur 4 tahun. *Spatha* adalah

pelindung pada calon bunga dengan kulit tebal yang panjangnya sekitar 80 – 90 cm yang akan mulai tumbuh pada ketiak daun yang pada bagian luarnya diselubungi oleh seludang (Resmiyati, 2005).

e. Buah

Bunga betina pada pohon kelapa yang telah dibuahi akan tumbuh menjadi buah, yang berumur kira-kira 3–4 minggu setelah terbukanya manggar. Beberapa buah kelapa yang terbentuk akan menjadi buah yang dapat dipetik, tetapi 1/2 - 2/3 buah kelapa muda akan mengalami pengguguran, hal ini disebabkan karena pohon kelapa tidak sanggup membesarkannya. Buah yang masih kecil dan muda biasa disebut dengan *bluluk* atau *bungsil* (bahasa Bali). Kelapa dapat diklasifikasikan dalam tiga varietas berdasarkan bentuk dan asal perkawinannya yaitu *typical (Tall Varieties = kelapa Dalam)* Nama (*Dwarf Varieties = kelapa Genjah*) dan kelapa Semi Dalam yang disebut dengan kelapa Hibrida (*Aurantiaca*) (Resmiyati, 2005).

Buah merupakan bagian utama dari tanaman kelapa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan industri. Beberapa komponen dari buah kelapa yaitu seperti sabut, tempurung, daging buah dan air kelapa. Komponen yang ada pada buah kelapa tersebut mempunyai manfaat yang penting dan bernilai. Bagian terluar dari buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa dengan ketebalan sabut kelapa bervariasi berkisar antara 4-6 cm disebut dengan Sabut kelapa (*Mesocarpium*). Sabut kelapa memiliki serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat karpet, karung, sikat dan keset (Resmiyati, 2005).

Daging buah adalah komponen utama dari kelapa yang dapat diolah menjadi berbagai macam produk bernilai ekonomi yang tinggi seperti minyak goreng, VCO, santan, selai, es kelapa muda. Karakteristik dari buah kelapa yaitu berdiameter 10 sampai 20 cm atau lebih, berwarna kuning, hijau atau coklat, buah tersusun dari mesokarp berbentuk serat yang berlignin (sabut), dan endokarp yang keras (batok). Berdasarkan Pugersari *et al.* (2013), menyatakan bahwa berat dan tebal tempurung pada buah kelapa sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa itu sendiri. Tempurung memiliki berat sekitar 15-19% bobot total buah kelapa dengan ketebalan 3-5 mm. Tempurung kelapa memiliki komposisi senyawa kimiawi yang hampir sama dengan kayu yaitu tersusun dari lignin 36,51%, Selulosa 33,61%, Semiselulosa 29,27%, tempurung juga termasuk golongan kayu keras (Resmiyati, 2005).

2.2 Limbah Kelapa Muda

2.2.1 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan lapisan keras dengan ketebalan 3–5 mm yang terletak pada bagian dalam kelapa. Kandungan tempurung kelapa terdiri dari selulosa, lignin, metoksil

dan berbagai mineral yang sesuai dengan jenis kelapanya. Terdapat pula kandungan kimia pada tempurung kelapa yaitu lignin, cellulosa, dan hemicelluloses. Kandungan lignin pada tempurung kelapa berfungsi sebagai pengatur peredaran cairan dalam tumbuhan dan penguat dinding sel. Pada kayu, lignin akan terdeformasi (sudah tidak terwujud lagi) pada temperatur 300-500°C (Setiowati dan Tirono, 2014).

Limbah biomassa dari tempurung buah kelapa sangatlah melimpah tetapi pemanfaatan pada limbah tersebut tidak begitu optimal. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai bahan bakar hanya sekali pakai. Oleh sebab itu limbah tempurung ini akan menjadi sangat bermanfaat sebagai bahan baku asap cair yang ramah lingkungan. Arang tempurung kelapa adalah produk hasil dari pembakaran tempurung yang tidak sempurna. Arang tempurung kelapa lebih menguntungkan dibandingkan kayu bakar sebagai bahan bakar. Kalor pada arang tempurung kelapa lebih tinggi tetapi memiliki asap yang sedikit. Arang tempurung kelapa dapat ditempa menjadi berbagai macam bentuk briket dan penggunaannya lebih praktis daripada kayu bakar. Arang tempurung dapat diolah dan dimanfaatkan menjadi arang aktif, juga dapat digunakan sebagai bahan produk pengisi dan pewarna yang digunakan pada industri karet dan plastik (Arni dan Nismayanti, 2014).

2.2.2 Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah biomassa hasil samping pertanian yang mudah didapatkan. Berat sabut kelapa sekitar 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari serat (*fiber*) dan gabus (*pitch*) yang terdiri dari 75% serat serta 25% gabus sebagai penghubung satu serat dengan serat lainnya. Penggunaan serat sabut kelapa sebagai biosorben berpotensi untuk menghilangkan logam berat yang cukup tinggi pada perairan disebabkan serat sabut kelapa memiliki kandungan lignin (35%–45%) dan selulosa (23%–43%). Sabut kelapa mengandung air 26%, lignin 29,23%, selulosa 19,27%, pektin 14,25%, dan hemiselulosa 8,50%.

Limbah perkebunan kelapa seperti sabut kelapa belum dimanfaatkan secara optimal, seperti sabut kelapa dimanfaatkan sebagai keset dan tali. Solusinya dengan menggunakan sabut untuk menghilangkan atau menetralkan bau dan dapat membekukan lateks (getah karet) dengan sempurna pada pengolahan karet. Sabut kelapa merupakan salah satu bahan baku yang dapat diproses menjadi asap cair dan berpotensi dikembangkan karena dalam satu buah kelapa terdiri dari 34,50% sabut kelapa. Asap cair hasil olahan dari sabut kelapa perlu diproses kembali karena masih mengandung kadar benzopiriena yang tinggi dan beracun, sehingga asap cair belum layak digunakan. Pengawetan asap cair yang efektif adalah 5 hari dengan penambahan es pada produk asap (Yunus, 2011).

2.3 Asap Cair

Asap merupakan suatu susunan sistem kompleks yang terdiri antara fase cairan yang terdispersi dengan gas medium yang berperan sebagai pendispersinya. Asap cair terdiri dari suatu campuran larutan dengan dispersi koloid yang berasal dari uap asap dalam air yang diperoleh melalui proses pirolisis tempurung atau dibuat melalui campuran senyawa murni. Hal ini didukung oleh Kilinc and Cakh (2012), menyatakan bahwa asap cair saat ini mulai populer digunakan sebagai bahan pengawet produk untuk berbagai produk pangan dan juga sebagai biopestisida dalam meningkatkan proses produksi pertanian. Kemudian Isamu, dkk. (2012), menyatakan bahwa salah satu penelitian yang sering dilakukan ialah untuk pengawetan ikan tuna dengan cara pengasapan. Proses pirolisis tempurung kelapa menghasilkan asap cair yang mempunyai banyak manfaat dan biasanya digunakan sebagai bahan pengawet makanan, insektisida, dan obat-obatan. Asam karbiksolat, fenol dan karbonil merupakan komponen utama dalam asap cair. Degradasi hemiselulosa menghasilkan furan, furfural dan asam asetat. Selama ini bahan pembuatan asap cair banyak menggunakan bahan kayu keras seperti kayu jati, mangium, tusam dan sengon. Jenis kayu tersebut biasa digunakan dalam bentuk blok kayu ataupun serbuk kayu yang telah dipres. Akan tetapi, biaya produksi pembuatan asap cair menjadi tinggi dikarenakan harga kayu yang mahal dan ketersediaannya yang terbatas. Terdapatnya kendala-kendala penggunaan bahan pengasap dari kayu tersebut mendorong penggunaan bahan pengasap dari bahan jenis yang lain, contohnya seperti tempurung dan sabut kelapa. Kedua bahan tersebut memiliki komponen selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang cukup besar. Selain itu, perbandingan pengelolaan limbah kelapa dapat memberikan nilai tambah sebagai asap cair daripada pemanfaatannya sebagai keset, anyaman, atau souvenir. Suroso, dkk. (2018), menyatakan bahwa asap cair dalam sektor pangan dapat digunakan sebagai pengawet pada jenis makanan seperti ikan, daging, dan mie.

2.3.1 Karakteristik Asap Cair

Komponen senyawa penyusun asap cair terbesar, yaitu:

1. Senyawa Fenolat

Senyawa fenol mempunyai peran pada pembentukan cita rasa produk pengasapan dan juga mempunyai aktivitas antioksidan yang dapat mempengaruhi daya simpan pangan. Guaiakol, 4- metilguaiakol dan 2,6-dimetoksifenol adalah komponen senyawa fenol yang berperan sebagai pembentukan *flavor*. Guaiakol berperan sebagai pemberi rasa pada asap, sementara siringol berperan memberi aroma asap. Senyawa fenol adalah zat aktif yang dapat memberikan efek antibakteri dan anti mikroba terhadap asap cair. Selain itu, fenol juga dapat

berperan sebagai pemberi efek antioksidan terhadap bahan pangan yang akan diawetkan. Identifikasi oleh senyawa fenol terhadap mutu dan kualitas asap cair yang dihasilkan diharapkan dapat mewakili kriteria oleh mutu asap cair tersebut, sehingga hasilnya nanti dapat diaplikasikan kepada semua bahan produk pengasapan. Kadar fenol bervariasi antara 2,10-2,13% tergantung macam dan bentuk kayu dengan nilai rata-ratanya sebesar 2,85%, sedangkan untuk asap cair tempurung kelapa itu adalah sebesar 5,13% (Fauziwati, dkk. 2018).

2. Senyawa Karbonil

Senyawa ini mempunyai peran sebagai pewarnaan dan cita rasa pada produk yang diasap. Senyawa karbonil memiliki pengaruh yang utama pada warna (reaksi maillard) sedangkan pada pengaruh aromanya kurang menonjol. Warna produk pada pengasapan disebabkan karena adanya interaksi antara karbonil dengan gugus amino. Kandungan senyawa karbonil pada jenis kayu bervariasi antara 8,56-15,23% dengan variasi rata-rata 11,84% sedangkan pada tempurung kelapa memiliki senyawa karbonil sebesar 13,28%. (Fauziwati, dkk. 2018).

3. Senyawa Asam

Senyawa asam bersama dengan senyawa fenol dan karbonil secara sinergis sebagai anti mikroba sehingga dapat menghambat peruraian dan pembusukan produk yang telah dilakukan pengasapan. Senyawa asam pada asap cair dapat mempengaruhi cita rasa, pH dan umur simpan produk pangan. Senyawa asam terutama pada asam asetat mempunyai aktivitas antimikrobia dan pada konsentrasi 5% mempunyai efek bakterisidal. Asam asetat dapat menembus dinding sel, dan secara efisien asam asetat mampu menetralkan gradien pH transmembran. Nilai keasaman (dihitung sebagai % asam asetat) asap cair yang diperoleh dari berbagai jenis kayu bervariasi yaitu antara 4,27-11,39% dengan nilai rata-rata 6,58%, sedangkan untuk tempurung kelapa banyaknya sebesar 11,39% (Desmelati, dkk. 2013).

4. Senyawa Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)

Senyawa PAH dapat terbentuk pada proses asap cair dan memiliki pengaruh buruk karena masih bersifat karsinogen. Selain bebas dari senyawa-senyawa berbahaya, produk asap cair yang dimanfaatkan sebagai pengawet bahan produk pangan haruslah memiliki cita rasa yang dapat diterima oleh para konsumen. Pembentukan berbagai senyawa PAH selama pembuatan asap tergantung pada, temperatur pirolisis, waktu dan kelembaban udara pada proses pembuatan asap serta kandungan udara dalam kayu yang dipakai. (Desmelati, dkk. 2013).

2.3.2 Jenis – jenis Asap Cair

Asap cair yang dihasilkan melalui proses pirolisis perlu dilakukannya proses pemurnian yang dimana proses ini bertujuan untuk menentukan jenis asap cair terbaik yang akan dihasilkan nantinya (Sari, dkk. 2015). Jenis asap cair tersebut yaitu:

1. Asap Cair *Grade 1*

Asap cair *grade 1* memiliki warna kuning pucat. Jenis asap cair ini merupakan hasil dari proses distilasi dengan penyaringan dengan zeolit yang kemudian dilanjutkan dengan proses distilasi fraksinasi dan dilanjutkan dengan 6 penyaringan menggunakan karbon aktif. Jenis asap cair ini biasa digunakan pada produk makanan yang siap saji seperti mie basah, bakso dan tahu dan lain-lain (Sari, dkk. 2015).

2. Asap Cair *Grade 2*

Asap cair *grade 2* merupakan asap cair yang telah melalui tahapan distilasi yang kemudian dilakukan proses penyaringan dengan zeolit. Asap cair dengan *grade 2* ini mempunyai warna kuning dengan kecoklatan (belum jernih), jenis asap cair ini biasa dipakai untuk mengawetkan bahan makanan-makanan mentah seperti daging, ayam dan ikan (Sari, dkk. 2015).

3. Asap Cair *Grade 3*

Asap cair ini merupakan hasil pemurnian asap cair dari tar menggunakan proses distilasi. Distilasi merupakan cara untuk memisahkan campuran berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan menggunakan prinsip bahwa beberapa komponen dapat menguap lebih cepat daripada komponen lainnya. Ketika uap diproduksi dari campuran, uap tersebut lebih banyak berisi komponen-komponen yang bersifat lebih volatile sehingga proses pemisahan komponen dari campuran dapat terjadi. Jenis asap cair ini memiliki ciri yaitu berwarna coklat pekat dan berbau tajam (Sari, dkk. 2015).

Tabel 1. Perbandingan asap cair dan formalin

No	Parameter	Asap Cair	Formalin
1	Asal	Bahan alam,mudah didapat	Bahan kimia,susah didapat
2	Bau	Khas asap cair	Menyengat khas formalin, aroma terbakar
3	Efek samping	Aman,tidak ada efek samping	Membahayakan kesehatan
4	Warna	Kekuningan sampai kecoklatan	Jernih
5	Keuntungan	Aman bagi kesehatan maupun lingkungan	Berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan
6	Ekonomis	Variatif dari Rp. 6000-Rp. 15000 per liter	Lebih mahal, Rp 20000 per liter
7	Daya pengawet	Lama	Lama

Sumber: SNI 2725.(1)1.(BSN).2009

2.3.3 Manfaat Asap Cair

Asap cair mempunyai banyak manfaat dan telah digunakan oleh berbagai industri, antara lain:

1. Industri Pangan

Asap cair ini mempunyai manfaat yang sangat besar pada industri pangan karena sifat antimikrobia dan antioksidannya dapat berperan sebagai pemberi rasa dan aroma yang spesifik dan juga sebagai pengawet. Asap cair dapat menghambat kerusakan pangan dengan cara mendonorkan *hydrogen* dikarenakan asap cair mengandung senyawa fenol yang bersifat sebagai antioksidan. Asap cair dalam jumlah sangat kecil merupakan salah satu cara yang efektif untuk menghambat autooksidasi lemak, sehingga dapat mengurangi kerusakan pangan karena oksidasi lemak terhadap oksigen (Prasetyowati, dkk. 2014).

2. Industri perkebunan

Asap cair dapat dimanfaatkan sebagai koagulan lateks, yang dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan. Karena sifat fungsional dari asap cair tersebut seperti antijamur, antibakteri dan antioksidan (Prasetyowati, dkk. 2014).

3. Industri Kayu

Asap cair dapat dimanfaatkan pada industri kayu. Kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap daripada kayu tanpa diolesi asap cair dan asap cair juga dapat digunakan sebagai bahan campuran larutan finishing meubel guna menambah ketahanan warna kuning keemasan pada bahan tersebut (Prasetyo, dkk. 2014).

2.4 Proses Pirolisis

Proses pirolisa terdiri dari berbagai proses reaksi yaitu, oksidasi, polimerisasi, kondensasi dan dekomposisi. Reaksi–reaksi terjadi selama pirolisa kayu meliputi menghilangnya air dari kayu pada suhu 120–150 °C, pirolisa selulosa terjadi pada suhu 280 – 320 °C, pirolisa lignin pada suhu 400 °C, dan pirolisa hemiselulosa terjadi pada suhu 200–250 °C. Dengan suhu 400 °C pada proses pirolisa maka akan menghasilkan senyawa dengan kualitas organoleptik yang tinggi. Apabila dengan suhu yang lebih tinggi dari 400 °C, maka akan terjadi reaksi kondensasi yang ditandai dengan terbentuknya senyawa baru dan kenaikan linier senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatis pada oksidasi produk kondensasi (Hanafiah, dkk. 2018).

Hemiselulosa adalah proses pirolisa awal yang menghasilkan furfura, furan, asam asetat, dan homolog pada komponen kayu. Hemiselulosa tersusun atas heksosan ($C_6H_{10}O_5$) dan pentosan ($C_5H_8O_4$) dan rata–rata proporsinya tergantung pada spesies kayu yang digunakan. Pirolisi dari pentosan membentuk furah, furfural dan turunannya serta seri yang

panjang dari asam karboksilat. Bersamaan dengan selulosa, pirolisis heksosan membentuk homolognya dan asam asetat. Dekomposisi hemiselulosa terjadi pada suhu 200 – 250 °C. Proses pirolisis lignin dapat menghasilkan senyawa eter fenolitik dan fenol seperti guaiakol (2 – metoksifenol) dan homolognya. Turunan dari proses pirolisis lignin memiliki pengaruh terhadap aroma asap dari produk hasil pengasapan. Dekomposisi lignin itu sendiri menghasilkan fenol yang terjadi pada suhu 300 °C dan berakhir pada suhu 450 °C. Pirolisis selulosa menghasilkan senyawa karbonil dan asam asetat seperti glikosal, asetaldehida, dan akrolein. Lalu pirolisis lignin dengan hasil yaitu senyawa guaiakol, fenol, siringol bersama dengan homolognya dan derivatnya (Hanafiah, dkk. 2018).

2.5 Kualitas Asap Cair

Kualitas asap cair yang diperoleh dari hasil pirolisis sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, suhu yang digunakan, ukuran partikel kayu, dan kadar air kayu. Kualitas asap cair dapat dilihat dari kadar senyawa fenol dan asam yang dihasilkan. Kandungan senyawa fenol dan asam akan mempengaruhi nilai pH asap cair yang dihasilkan. Fenol merupakan unsur aktif yang memberikan efek sebagai antibakteri dan antimikroba pada asap cair. Hasil pirolisis lignin akan menghasilkan senyawa fenol. Senyawa ini berperan sebagai pemberi rasa dan antioksidan. Kandungan fenol yang tinggi memberikan indikasi yang sangat baik bahwa asap cair dapat digunakan sebagai bahan pengawet dan menghambat kerusakan yang disebabkan oleh oksidasi lemak. Kualitas fenol pada kayu sangat bervariasi yaitu antara 10 – 200 mg/kg. Tingkat asam merupakan salah satu karakteristik kimia yang menentukan kualitas asap cair yang dihasilkan. Asam organik yang memiliki peranan penting dalam asap cair adalah asam asetat. Asam asetat diklasifikasikan sebagai senyawa asam yang mempengaruhi pH, citarasa, dan umur simpan produk asapan sebagaimana peranannya sebagai antibakteri. Senyawa asam ini dihasilkan dari pirolisis selulosa. Asap cair yang dihasilkan bersifat asam. Hal ini disebabkan karena senyawa asam yang ada dalam asap cair tersebut, sebagian besar asam asetat dan asam lainnya. Disamping itu kadar fenol juga mempengaruhi pH. Asap cair yang memiliki pH rendah memiliki kualitas yang tinggi dilihat dari efek keseluruhan terhadap umur simpan produk asapan dan sifat organoleptiknya. Asap cair yang baik memiliki pH 1,5 – 3,7. Pada kondisi pH rendah mikroba tidak bisa hidup dan berkembang biak. Produk asap menggunakan asap cair dinilai aman untuk kesehatan karena tidak mengandung senyawa PAH atau *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*. *World Health Organization* (WHO) meregulasi kandungan PAH dalam makanan tidak boleh melebihi 1 *ppb*. Produk asap yang aman harus memenuhi persyaratan SNI 2725.(1)1.2009 tentang persyaratan mutu dan keamanan pangan produk asapan dapat dilihat pada Tabel 2. Pada tabel SNI 2725.(1)1.2009 ini belum

dicantumkan persyaratan tentang PAH tetapi hanya mencantumkan mengenai persyaratan organoleptik, cemaran mikroba, dan kimia (Himawati, 2010).

Tabel 2. Persyaratan Mutu dan Keamanan Pangan Produk Asapan

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
Organoleptik	Angka (1-9)	Minimal 7
Cemaran Mikroba: Alt	Koloni/g	Maksimal 1,0 x 10 ⁵
Escherichia Coli	APM/g	Maksimal
Salmonella	Per 25 g	Negatif
Vibrio Cholera	Per 25 g	Negatif
Staphylococcus	Koloni/g	Maksimal 1,0 x 10 ³
Kimia:		
Kadar Air	% Fraksi Massa	Maksimal 60
Kadar Histamin	mg/kg	Maksimal 100
Kadar Garam	% Fraksi Massa	Maksimal 4

Sumber: SNI 2725.(1)1.(BSN).2009

Tabel 3. Persyaratan Mutu Asap Cair Berdasarkan Jenis Uji dan Jenis Mutu

No	Jenis Uji	Satuan	Jenis Mutu	
			Asap Cair Kasar	Distilat Asap Cair
1	Penampakan Derajat		Kuning, merah muda merah kecoklatan	Tanpa warna, kuning muda, merah muda jernih (tidak ada endapan)
2	Berat Jenis	(g/ml)	Minimal 1,005	Minimal 1,001
3	Derajat Keasaman (pH)		2,0-4,0	1,5-3,0
4	Kadar Asam	(%)	0,5-5,0	4,5-15,0
5	Total Fenol	(%)	1,5-9,5	4,6-15,0
6	Kadar Air	(%)	Maksimal 85	Maksimal 70
7	Bau Asap (oudour)	Laju emisi bau	Minimal 1300	Minimal 1500

Sumber: SNI 2725.(1)1.(BSN).2009

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan April 2021 di Laboratorium Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa reaktor pirolisis, kondensor, selang, golok, termometer, pH meter, vortex shaker, sentrifuse, spektrofotometer.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kelapa muda, bahan analisis digunakan etanol 95%, akuades, reagen FolinCiocalteu, asam galat 0,2%, Na_2SO_3 5%, Na_2CO_3 5%, indikator fenolphthalein, dan NaOH 0,1 N. Peralatan yang digunakan adalah reaktor pirolisis, kondensor, selang, golok, termometer, pH meter.

3.3 Rancangan Penelitian

Bahan yang digunakan berupa limbah kelapa yang sudah tidak terpakai, didapat dari penjual es kelapa muda yang berada di pesisir Pantai Panjang, Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 taraf perlakuan 3 pengulangan sehingga diperoleh 18 kombinasi perlakuan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut K1 (Kadar air 16%), K2 (Kadar air 20%), K3 (Kadar air 24%), K4 (Kadar air 28%), K5 (Kadar air 32%), K6 (Kadar air 36%). Tabel rancangan penelitian dan tabel pengacakan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 :

Tabel 4. Perlakuan pada penelitian

Perlakuan(K)	Ulangan(U)		
	1	2	3
1	K1U1	K1U2	K1U3
2	K2U1	K2U2	K2U3
3	K3U1	K3U2	K3U3
4	K4U1	K4U2	K4U3
5	K5U1	K5U2	K5U3
6	K6U1	K6U2	K6U3

Tabel 5. Pengacakan urutan pelaksanaan penelitian secara RAL

Urutan Pengacakan	Kode Sampel	Urutan Pengacakan	Kode Sampel	Urutan Pengacakan	Kode Sampel
1	K1U1	7	K6U3	13	K2U3
2	K1U2	8	K2U2	14	K1U3
3	K5U1	9	K4U2	15	K3U3
4	K6U2	10	K5U3	16	K4U1
5	K4U3	11	K3U2	17	K2U1
6	K5U2	12	K6U1	18	K3U1

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Persiapan Bahan Baku

Proses pembuatan asap cair mengacu pada Karima (2014), Persiapan bahan baku yaitu bahan pembakar dengan menyiapkan limbah kelapa muda yang didapat dari Pantai Panjang Kota Bengkulu. Pengukuran kadar air limbah kelapa menurut SNI 01-2891-1992 yaitu dengan memotong kecil-kecil limbah kelapa menggunakan golok dengan ukuran 5-8 cm. Kemudian ditimbang limbah kelapa untuk mengetahui berat awal lalu dikeringkan menggunakan tenaga cahaya matahari. Selanjutnya diambil sampel limbah kelapa dan ditimbang 10 g, kemudian diletakan dalam wadah cawan penguap, dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105⁰C selama 3-5 jam. Selanjutnya dimasukkan sampel ke dalam desikator untuk didinginkan sampel, kemudian dihitung berat keringnya dan disiapkan setiap kelompok perlakuan kadar air yaitu 16%, 20%, 24%, 28%, 32%, 36% dan menghentikan pengeringan ketika berat sampel sudah lebih kecil dari berat basah dan siap di angkat.

adapun rumus untuk menghitung kadar air adalah:

$$\text{Kadar Air(\%)} = \frac{\text{Berat sampel awal(B1)} - \text{Berat sampel akhir(B2)}}{\text{Berat sampel awal(B1)}} \times 100 \%$$

3.4.2 Proses Pembuatan Asap Cair

Pembuatan asap cair dimulai dengan cara limbah kelapa muda dengan kadar air sesuai perlakuan dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Setiap kali pembakaran bahan sabut kelapa muda sebanyak 1500 g dimasukkan ke dalam tabung reaktor, Kemudian tabung ditutup dengan rapat. Selanjutnya rangkaian alat kondensasi dipasang dan tabung pendingin dialiri dengan air dingin. Api dinyalakan untuk membakar tabung reaktor. Bahan di dalam tabung reaktor akan panas dan akan mengalami pirolisis. Asap akan keluar dari wadah dan masuk ke dalam kondensor yang akhirnya mengeluarkan cairan hasil kondensasi ditampung di dalam botol. Pemanasan diakhiri sampai tidak ada asap cair yang menetes dalam wadah penampung.

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter-yang diamati pada penelitian ini antara lain yaitu rendemen, kadar asam, kadar fenol dan pH.

3.5.1 Rendemen

Rendemen merupakan hasil perbandingan antara asap cair yang dihasilkan dengan bahan limbah tempurung kelapa yang telah diolah. Untuk mendapatkan nilai rendemen dilakukan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar rendemen yang dihasilkan oleh suatu alat dalam memproduksi asap cair tiap satuan banyaknya bahan yang diolah.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{BN}}{\text{BB}} \times 100 \%$$

Keterangan :

BN : Berat asap cair yang dihasilkan tiap satu satuan berat bahan yang diolah (kg)

BB : Berat bahan Olahan (kg)

3.5.2 Kadar Asam

Kadar asam merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas asap cair yang dihasilkan. Kadar asam yang dihitung berupa asam asetat yang merupakan komponen penting di dalam asap cair yang bersifat mengawetkan. Asap cair sebanyak 2 mL ditambahkan dengan 20 mL aquadest lalu larutan tersebut dikocok sampai homogen setelah larutan tercampur larutan tersebut ditimbang sebanyak 2 gram dan ditambahkan 3 tetes indikator phenolptalein kemudian larutan ditrasi dengan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah keunguan dan stabil (Prasetyowati dkk, 2014).

Kadar asam dihitung dengan:

$$\text{Kadar asam} = \frac{\text{V (mL)titer} \times \text{N NaOH} \times \text{fp} \times 60}{\text{berat sampel (g)} \times 100\%} \times 100$$

Keterangan :

V : Volume NaOH yang terpakai

FP : Faktor Pengenceran

3.5.3 Kadar Fenol

Senyawa fenol berperan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk. Analisis kadar fenol asap cair dari limbah kelapa muda dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Asap cair Sebanyak 50,0 mg sampel dilarutkan dengan 10 ml etanol, selanjutnya diencerkan dengan aquadest sampai 100 ml. Larutan tersebut diambil sebanyak 2,5 ml dan diencerkan lagi dengan aquadest sampai 25 ml. Lalu larutan yang telah diencerkan diambil 3,0 ml dan dicampurkan dengan 1,5 ml reagen Folin-

Ciocalteu 10% di dalam tabung reaksi, campuran divortex selama 1 menit lalu didiamkan pada suhu kamar selama 5 menit. Kemudian Sebanyak 1,5 ml Na_2CO_3 (7,5% b/v) dimasukkan ke dalam campuran dan didiamkan kembali pada suhu kamar pada *operating time* 1 jam setelah itu absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang 754 nm (Tri, 2017).

3.5.4 pH

Nilai pH akan dilakukan pengukuran setelah melakukan proses pemisahan terhadap tarr. Untuk menghitung nilai pH asap cair digunakan pH meter. Nilai pH ditentukan dengan langkah berikut : menekan tombol *power on/off* dimasukkan elektroda ke dalam *aquadest* Kemudian dilap dengan tissue (elektroda tidak boleh terkena dasar wadah), lalu pH meter dicelupkan ke dalam asap cair, pH yg muncul di layar monitor dicatat sebagai pH asap cair (Bareta dkk, 2021).

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan Analysis of Variance (Anova). Kemudian dilanjutkan dengan Uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Asap Cair Menggunakan Kiln Tipe Drum

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan asap cair pada penelitian ini adalah limbah kelapa muda, dengan perlakuan kadar air yang berbeda-beda. Perlakuan dalam kadar air ini meliputi KA₁ (16%), KA₂ (20%), KA₃ (24%), KA₄ (28%), KA₅ (32%), KA₆ (36%). Sebelum dimasukkan ke dalam alat pembakaran pirolisis, bahan baku limbah kelapa muda terlebih dahulu dikeringkan agar sesuai dengan kadar air yang diinginkan, yaitu dengan cara menentukan kadar air awal bahan dengan sampel 100 g, kemudian diletakan dalam wadah cawan penguap, dan dimasukan ke dalam oven dengan suhu 105⁰C selama 3-5 jam. Selanjutnya dimasukan sampel ke dalam desikator untuk mendinginkan sampel, kemudian dihitung berat keringnya dan disiapkan setiap kelompok perlakuan kadar air yaitu 16%, 20%, 24%, 28%, 32% dan 36% dan menghentikan pengeringan ketika berat sampel sudah lebih kecil dari berat basah dan siap di angkat.

Proses pembuatan asap cair mengacu pada Karima (2014), Pembuatan asap cair dimulai dengan cara limbah kelapa muda dengan kadar air sesuai perlakuan dimasukan ke dalam reaktor pirolisis. Setiap kali pembakaran bahan sabut kelapa muda sebanyak 4500 g dimasukan ke dalam tabung reaktor, Kemudian tabung ditutup dengan rapat. Selanjutnya rangkaian alat kondensasi dipasang dan tabung pendingin dialiri dengan air dingin. Api dinyalakan untuk membakar tabung reaktor. Bahan di dalam tabung reaktor akan panas dan akan mengalami pirolisis, asap cair keluar mengalir melalui pipa penghubung lalu dikondensasi agar lebih sempurna dan mengurangi pencemaran udara. Komposisi rendemen asap cair yang diperoleh sangat tergantung pada proses kondensasi. Proses pembuatan asap cair dan hasil asap cair dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 1.

Berdasarkan hasil penelitian pada saat dilakukan pembakaran yaitu pada bahan kelapa muda dengan kadar air 16% proses pembakaran dilakukan hanya dengan satu kali pembakaran saja dengan waktu tiga jam dan waktu pengeringan selama sembilan hari. Pada kadar air 20 % pengeringan dilakukan selama delapan hari dengan satu kali pembakaran selama tiga jam dua puluh menit, Pada kadar air 24 % pengeringan dilakukan selama tujuh hari dengan tiga kali pembakaran selama lima jam, Pada kadar air 28 % pengeringan dilakukan selama enam hari dengan empat kali pembakaran selama lima jam tiga puluh menit, Pada kadar air 32 % pengeringan dilakukan selama empat hari dengan enam kali pembakaran dan ditambahkan kertas pembakaran dilakukan selama tujuh jam, Pada kadar air 36 % pengeringan dilakukan selama tiga hari dengan tujuh kali pembakaran dan ditambahkan kertas pembakaran dilakukan selama delapan jam. Faktor yang mempengaruhi rendemen asap cair

selain suhu pirolisis adalah waktu pirolisis. Pada penelitian ini diperoleh rendemen asap cair cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu pirolisis. Hal ini disebabkan semakin lama waktu pirolisis, semakin banyak bahan baku yang terdekomposisi akibat lamanya waktu kontak panas dengan bahan baku (Nurassyidin dan Zultiniar, 2015). Proses pembuatan asap cair dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Proses pembuatan asap cair

Sampel	Pengeringan	Pembakaran	Waktu
36%	enam jam/hari selama tiga hari	tujuh x pembakaran ditambahkan kertas	delapan jam
32%	enam jam/hari selama empat hari	enam x pembakaran ditambahkan kertas	tujuh jam
28%	enam jam/hari selama enam hari	empat x pembakaran	lima jam tiga puluh menit
24%	enam jam/hari selama tujuh hari	tiga x pembakaran	lima jam
20%	enam jam/hari selama delapan hari	satu x pembakaran	tiga jam dua puluh menit
16%	enam jam/hari selama sembilan hari	satu x pembakaran	tiga jam

4.2 Karakteristik Fisik Limbah Kelapa Muda Dengan Kondisi Kadar Air yang Berbeda-Beda

Proses pirolisis dilakukan setelah kadar air bahan baku sudah sesuai dengan yang di tentukan. Kadar air bahan baku dengan nilai kadar air 36% memiliki bentuk persegi dan masih sedikit basah, memiliki warna kuning kecoklatan, pada bahan baku dengan kadar air 32%, 28% dan 24% memiliki bentuk persegi dan bahan baku sudah mulai kering dan menyusut, memiliki warna coklat muda, pada bahan baku dengan kadar air 20% memiliki bentuk persegi dan bahan baku sudah menyusut dan mengeras, memiliki warna coklat tua. Kemudian pada bahan baku dengan kadar air 16% memiliki bentuk persegi, bahan sudah menyusut dan mengeras, memiliki warna coklat tua. Hasil pengujian terhadap sifat fisik limbah kelapa muda dengan kadar air yang berbeda-beda dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Karakteristik limbah kelapa muda dengan kadar air yang berbeda-beda.

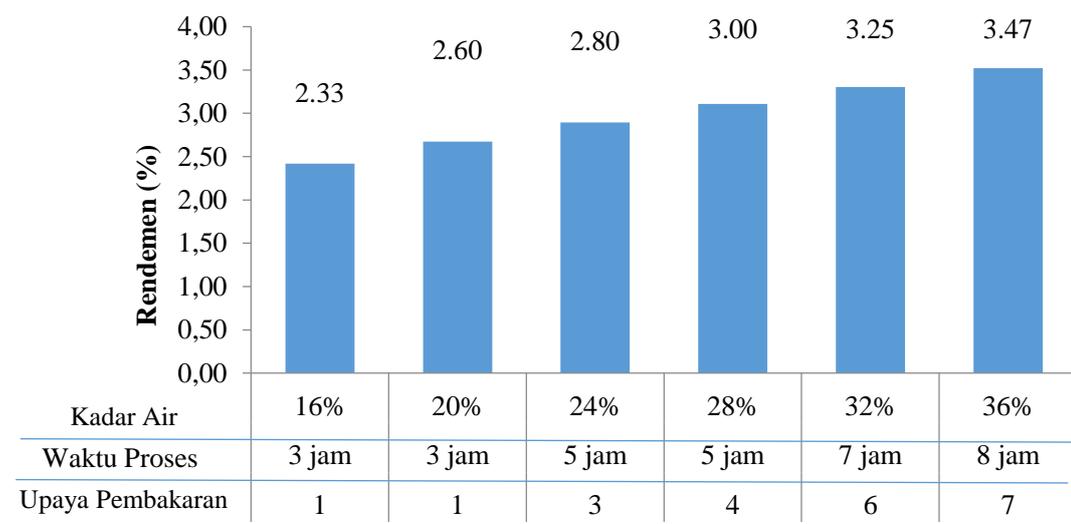
Sampel	Bentuk	Warna
 <p>36 %</p>	Berbentuk Persegi dan masih sedikit basah	Kuning kecoklatan
 <p>32 %</p>	Berbentuk persegi dan sudah mulai kering	Coklat muda
 <p>28 %</p>	Berbentuk persegi dan sudah mulai menyusut	Coklat muda
 <p>24 %</p>	Berbentuk persegi dan sudah menyusut	Coklat muda
 <p>20 %</p>	Berbetuk persegi, sudah menyusut, dan mengeras	Coklat tua
 <p>16 %</p>	Berbetuk persegi, sudah menyusut, dan mengeras	Coklat tua

4.3 Sifat Kimia yang Dihasilkan dari Produk Asap Cair

4.3.1 Rendemen

Rendemen merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengetahui hasil dari suatu proses. Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai rendemen asap cair yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar limbah kelapa muda. Nilai rendemen yang relatif tinggi diperoleh pada perlakuan KA₆ (Kadar Air 36%) yaitu sebanyak 20,88% sedangkan pada perlakuan KA₁ (Kadar Air 16%) memiliki rendemen terendah yaitu 9,06%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air bahan limbah kelapa muda rendemen

asap cair yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hasil pengujian kadar air terhadap rendemen dapat dilihat pada Gambar 2.



Kondisi Saat Proses Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Kelapa Muda

Gambar 2. Hasil Pengujian Kadar Air Terhadap Rendemen

Hasil analisis varian (*ANOVA*) pada taraf ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa kadar air berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen asap cair dengan nilai ($P < 0,05$). Analisis dilanjutkan dengan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (*DMRT*) menunjukkan bahwa kadar air asap cair 16% berbeda nyata terhadap semua perlakuan.

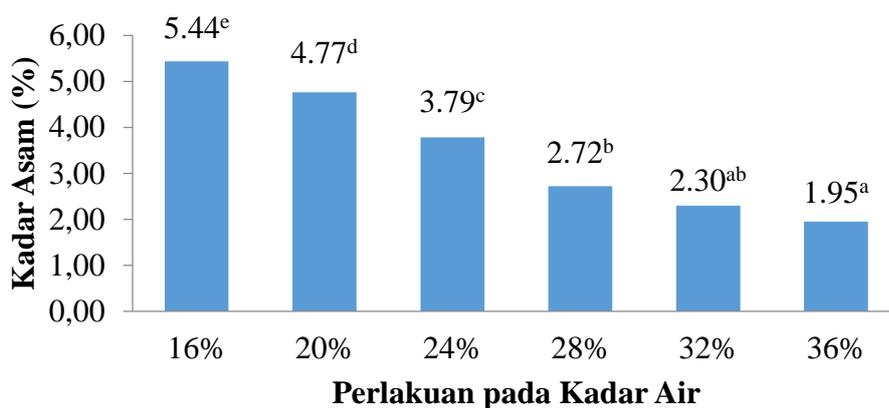
Perbedaan nilai rendemen pada setiap perlakuan asap cair tersebut dipengaruhi oleh kadar air bahan baku limbah kelapa muda. Hal ini dikarenakan limbah kelapa muda yang digunakan mengandung kadar air yang berbeda-beda. Tingginya kadar air pada bahan akan mempengaruhi rendemen yang dihasilkan. Menurut Gani, dkk (2007) menyatakan bahwa jumlah rendemen asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sangat bergantung pada konsisi proses dan jenis bahan baku yang digunakan.

Kadar air yang terdapat pada limbah kelapa muda merupakan kadar air bebas, sehingga akan mudah menguap bila dipirolisis. Pada proses pirolisis berlangsung kadar air yang terkandung di dalam limbah kelapa muda akan ikut menguap dan mengalami kondensasi ketika uap air melalui kondensor sehingga meningkatkan jumlah kondensat asap cair yang dihasilkan.

Rendemen tertinggi yang diperoleh pada penelitian ini sekitar 20,88% pada kadar air 36% dengan suhu pembakaran 450°C selama 8 jam. Rendemen asap cair ini masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Luditama (2006) yaitu sekitar 40,29% pada kadar air 23,14% untuk sabut kelapa dan 40,08% pada kadar air 14,06% untuk tempurung kelapa pada suhu 300°C selama 5 jam.

4.3.2 Kadar Asam Asetat

Kadar asam merupakan salah satu sifat kimia yang menentukan kualitas dari asap cair. Asam organik yang memiliki peranan tinggi dalam pemanfaatan asap cair adalah asam asetat. Asam asetat terbentuk sebagian dari lignin dan sebagian lagi dari komponen karbohidrat dari selulosa. Senyawa-senyawa asam pada asap cair memiliki sifat antimikroba. Sifat antimikroba tersebut akan semakin meningkat apabila asam organik ada bersama-sama dengan senyawa fenol. Senyawa asam organik terbentuk dari pirolisis komponen-komponen kayu seperti hemiselulosa dan selulosa pada suhu tertentu. Hasil pengujian kadar asam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengujian Kadar Air Terhadap Kadar Asam

Hasil analisis varian (*ANOVA*) pada taraf ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa kadar air berpengaruh nyata terhadap kadar asam asap cair dengan nilai ($P < 0,05$). Analisis dilanjutkan dengan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (*DMRT*) menunjukkan bahwa kadar air asap cair 32% berbeda nyata terhadap perlakuan kadar air asap cair 16%, 20%, dan 24%, namun berbeda tidak nyata terhadap kadar air asap cair 28% dan 36%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis limbah kelapa muda pada parameter kadar air yang berbeda-beda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar asam Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar asam semakin menurun seiring dengan meningkatnya kadar air pada limbah kelapa muda. Total asam tertitrasi paling rendah adalah adalah asap cair KA_1 (Kadar air 16%) yaitu 1,6% KA_6 (Kadar air 36%) yaitu 5,2% sedangkan total asam tertitrasi tertinggi adalah pada perlakuan % KA_6 (Kadar air 36%) yaitu 5,2%. Perbedaan jumlah kadar asam yang diperoleh, disebabkan karena adanya perbedaan kadar hemiselulosa. Hal ini dijelaskan oleh Apituley dan Darmadji (2013) bahwa asam asetat dan furan mulai terbentuk pada suhu pirolisis 260°C akibat dari degradasi hemiselulosa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air limbah kelapa muda maka nilai total asam yang dihasilkan semakin rendah.

Tingginya kadar air pada limbah kelapa muda memberikan variasi terhadap komposisi

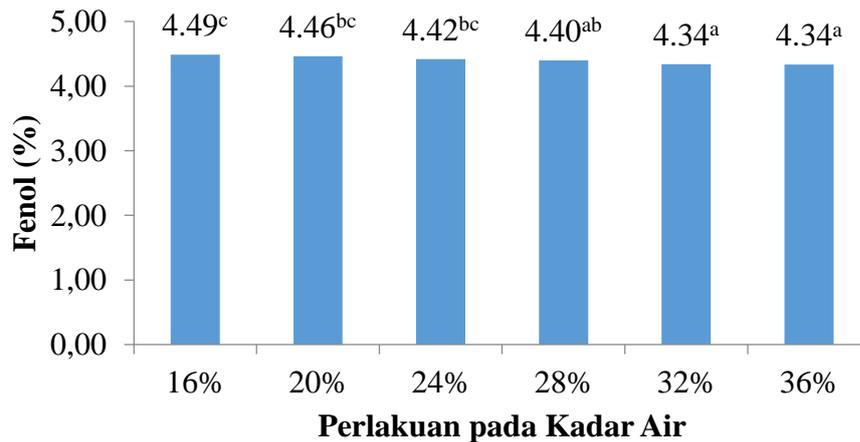
asap cair limbah kelapa muda yang dihasilkan. Jumlah kadar air yang tinggi pada limbah kelapa muda menyebabkan tingkat keasaman asap cair dan kadar fenol rendah. Karena asap cair memiliki senyawa asam yaitu berupa senyawa asam organik. Senyawa asam organik yang terdapat pada asap cair yaitu berupa senyawa asam asetat.

Asam asetat terbentuk sebagian dari lignin dan sebagian lagi dari komponen karbohidrat dari selulosa. Hasil pirolisis dari senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin akan menghasilkan asam organik, fenol, dan karbonil yang berbeda-beda dalam proporsi diantaranya tergantung pada jenis kayu, kadar air kayu dan suhu pirolisis yang digunakan. Akibatnya kualitas asap cair yang dihasilkan pada penelitian ini bervariasi dikarenakan pada kadar air bahan limbah kelapa muda yang berbeda-beda.

Kadar fenol dan total asam tertitrasi terbentuk dari komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin yang terdapat pada sabut kelapa muda, dan mengalami dekomposisi sehingga menghasilkan senyawa asam, fenol dan karbonil. Ketika pirolisis selulosa berlangsung akan membentuk asam asetat dan homolognya bersama-sama dengan air serta sejumlah kecil furan dan fenol. Akibatnya senyawa asam dan fenol yang terkandung pada asap cair dari proses pirolisis sabut kelapa muda berbeda-beda hal ini dikarenakan kadar air bahan baku sabut kelapa muda yang digunakan bervariasi. Kualitas asap cair sangat bergantung pada komposisi senyawa kimia yang terdapat dalam asap cair (Kausa, 2012 di dalam Ridolf, dkk.2018).

4.3.3 Kadar Fenol

Fenol merupakan salah satu komponen utama asap cair yang digunakan sebagai salah satu parameter mutu dalam menentukan kualitas asap cair. Identifikasi fenol terhadap kualitas asap cair yang dihasilkan diharapkan dapat mewakili kriteria dari mutu asap cair tersebut, sehingga sasaran penggunaannya lebih tepat. Fenol pada asap cair dapat memberikan efek antibakteri dan antimikroba pada bahan yang diasap. Selain itu, fenol juga dapat memberikan efek antioksidan pada bahan makanan yang akan diawetkan. Kadar fenol yang rendah pada asap cair memungkinkan asap cair tersebut dapat dikonsumsi langsung oleh manusia. Senyawa fenol berasal dari penguraian lignin (A'yuni, dkk, 2017). Hasil pengujian kadar fenol dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian Kadar Air Terhadap Kadar Fenol

Hasil analisis varian (*ANOVA*) pada taraf ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa kadar air berpengaruh nyata terhadap kadar asam asap cair dengan nilai ($P < 0,05$). Analisis dilanjutkan dengan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (*DMRT*) menunjukkan bahwa kadar air asap cair 16% berbeda nyata terhadap perlakuan kadar air asap cair 28%, 32%, dan 36%, namun berbeda tidak nyata terhadap kadar air asap cair 20% dan 24%. Kadar air asap cair 20% berbeda nyata terhadap kadar air asap cair 32%, dan 36%, namun berbeda tidak nyata terhadap perlakuan kadar air asap cair 16%, 24%, dan 28%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis limbah kelapa muda dengan parameter kadar air yang berbeda-beda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar fenol asap cair limbah kelapa muda Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar fenol semakin menurun seiring dengan meningkatnya kadar air pada limbah kelapa muda. Kadar fenol paling rendah adalah pada asap cair KA_6 (Kadar air 36%) yaitu 4,33%, sedangkan kadar fenol tertinggi adalah pada perlakuan KA_1 (Kadar air 16%) yaitu 4,51%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air bahan limbah kelapa muda nilai kadar fenol yang dihasilkan semakin rendah.

Tingginya kadar air pada limbah kelapa muda mempengaruhi kadar fenol yang dihasilkan. Kadar fenol yang terkandung dalam asap cair merupakan hasil dekomposisi komponen lignin pada pirolisis limbah kelapa muda. Seiring dengan itu kandungan air pada bahan limbah kelapa muda akan ikut menguap pada suhu 350°C dan mengalami kondensasi uap air melalui kondensor. Kondensat asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah kelapa muda banyak mengandung air, akibatnya senyawa fenol yang dihasilkan tercampur dengan air sehingga kualitas asap cair menjadi menurun. Kadar air yang terlalu tinggi akan mengurangi kualitas asap cair yang diprosuksi karena tercampurnya hasil kondensasi uap air dan menurunkan kadar fenol. (Maulina dan Putri, 2017).

Kadar fenol ini bila dikaitkan dengan pH dan total asam tertitrasi dalam asap cair

pada masing-masing perlakuan diperoleh hubungan yaitu semakin tinggi kadar fenol dalam asap cair maka nilai pH yang dihasilkan semakin rendah, berarti total asam tertitrasi asap cair semakin tinggi, begitu juga sebaliknya bila kadar fenol rendah, pH menjadi tinggi dan total asam tertitrasi menjadi rendah.

4.3.4 pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter kualitas asap cair yang dihasilkan. Pengukuran nilai pH dalam asap cair yang dihasilkan bertujuan untuk mengetahui tingkat proses penguraian bahan baku untuk menghasilkan asam organik berupa asap secara pirolisis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis limbah kelapa muda pada parameter kadar air yang berbeda-beda menunjukkan bahwa nilai pH asap cair yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar air limbah kelapa muda setiap perlakuan. Nilai pH yang relative tinggi diperoleh pada perlakuan KA₆ (Kadar air 36%) yaitu pH 5, sedangkan nilai pH asap cair terendah diperoleh pada perlakuan KA₁ (Kadar air 16%) yaitu pH 3,86. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya kadar air pada limbah kelapa muda memberi pengaruh terhadap nilai pH yang dihasilkan.

Bahan baku sabut kelapa muda memiliki kadar air yang cukup tinggi. Kadar air yang tinggi pada bahan baku akan mengurangi kualitas asap cair yang diproduksi. Karena jumlah air yang tinggi dalam bahan akan ikut menguap pada saat pirolisis. Asap cair yang dihasilkan akan banyak mengandung air, sehingga kualitas asap cair menurun. Menurunnya kualitas asap cair akan mempengaruhi tingkat keasaman pada asap cair, sehingga nilai pH menjadi naik. Tingkat keasaman ini berasal dari senyawa yang terkandung dalam asap cair terutama asam asetat dan asam karboksilat lainnya. Nilai pH asap cair juga berkaitan dengan tinggi rendahnya total asam tertitrasi. Tingginya total asam tertitrasi maka pH asap cair menjadi rendah begitu juga sebaliknya semakin rendah total asam tertitrasi maka pH asap cair menjadi tinggi. Hal ini dikarenakan limbah kelapa muda memiliki komponen seperti hemiselulosa dan selulosa yang apabila terdekomposisi akan menghasilkan senyawa-senyawa asam organik seperti asam asetat. Asam asetat merupakan pelarut yang mudah terlarut dengan air. Asap cair yang dihasilkan dengan bahan baku yang memiliki kadar air tinggi saat terpirolisis pada suhu 500 °C akan mengalami kondensasi ketika uap air melalui kondensor sehingga air akan ikut tercampur dengan asap cair. akibatnya nilai pH menjadi naik dan kadar total asam tertitrasi menjadi turun sehingga kualitas asap cair menjadi rendah. Menurut Pamori dkk., (2015) menyatakan bahwa komposisi asap cair juga bergantung pada bahan baku yang meliputi, kadar air, suhu pembakaran dan tahapan proses pirolisis.

4.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Asap Cair Limbah Kelapa Muda

Asap cair limbah kelapa muda perlakuan KA₁ (kadar air sabut kelapa muda 16%) menjadi perlakuan terbaik menurut analisis kimia. Berdasarkan analisis kimia asap cair sabut kelapa muda terpilih adalah asap cair limbah kelapa muda kadar air 16% (KA₁), karena memiliki rendemen sebesar 9,06%. Rendemen yang dihasilkan lebih rendah bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Tinggi dan rendahnya rendemen yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan dan kadar air yang terdapat pada bahan. Perlakuan ini memiliki kadar air lebih rendah bila dibandingkan pada perlakuan yang lain sekitar 20%. Kadar yang rendah akan mempengaruhi kondensat asap cair yang dihasilkan, tetapi senyawa asap cair yang dihasilkan akan lebih berkualitas. Hasil analisis asap cair limbah kelapa muda dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 8. Hasil uji asap cair limbah kelapa muda

Analisis Kimia	SNI asap cair (SNI. 2009)	Perlakuan					
		KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₄	KA ₅	KA ₆
Rendemen	-	2,33	2,60	2,90	3	3,26	3,47
Kadar Asam	4,5-15,0 %	5,2	4,32	3,2	2,88	2,44	1,6
Kadar Fenol	4,6-15,0 %	4,52	4,46	4,42	4,40	4,32	4,33
Ph	1,5-3,0	3,86	4,59	4,63	4,80	4,83	5

Data Penelitian. 2021

Total asam tertitrasi 5,2% dan kadar fenol 4,52% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini dikarenakan kadar air yang terkandung pada limbah kelapa muda lebih sedikit dibandingkan dengan kadar air limbah kelapa muda pada perlakuan yang lain. Tinggi dan rendahnya kadar air yang terdapat pada bahan akan mempengaruhi kandungan kimia asap cair seperti asam, fenol dan karbonil pada asap cair yang dihasilkan. karena banyaknya air yang terdapat pada asap cair yang diperoleh pada saat pirolisis, sehingga kualitas asap cair yang dihasilkan menurun. Total asam tertitrasi 5,2% yang dihasilkan sudah memenuhi standar mutu asap cair yaitu sekitar 4,5-15,0%. Kadar fenol yang dihasilkan pada penelitian ini masih belum memenuhi standar mutu asap cair yaitu sekitar 4,6-15,0%. Hal ini dikarenakan kandungan lignin yang dimiliki pada limbah kelapa muda tergolong rendah, sehingga kadar fenol yang dihasilkan menjadi rendah.

Nilai pH 3,86 sangat rendah bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Rendahnya nilai pH berarti asap cair yang dihasilkan berkualitas tinggi, terutama dalam hal penggunaan sebagai bahan pengawet makanan. Nilai pH yang rendah akan mempengaruhi terhadap tingginya total asam tertitrasi dan kadar fenol. Karena pH, total asam tertitrasi dan kadar fenol saling berkaitan satu dengan yang lainnya. pH 2,6 yang terdapat pada asap cair limbah kelapa muda sudah memenuhi setandar mutu asap cair yaitu sekitar 1,5-3,0.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kadar air bahan baku dengan nilai kadar air 36% memiliki bentuk persegi dan masih sedikit basah, memiliki warna kuning kecoklatan, pada bahan baku dengan kadar air 32%, 28% dan 24% memiliki bentuk persegi dan bahan baku sudah mulai kering dan menyusut, memiliki warna coklat muda, pada bahan baku dengan kadar air 20% memiliki bentuk persegi dan bahan baku sudah menyusut dan mengeras, memiliki warna coklat tua. Kemudian pada bahan baku dengan kadar air 16% memiliki bentuk persegi, bahan sudah menyusut dan mengeras, memiliki warna coklat tua.
2. Penggunaan limbah kelapa muda dengan berbagai parameter kadar air berpengaruh nyata terhadap rendemen, total asam, kadar fenol dan nilai pH. Penilaian perlakuan terbaik dari parameter yang telah diuji yaitu pada perlakuan kadar air sabut kelapa muda 16%. Asap cair yang dihasilkan mempunyai karakteristik rendemen 2,42%, total asam 1,6%, kadar fenol 4,33% dan nilai pH 3,86

5.2 Saran

1. Alat kiln pembuat asap cair masih terdapat kebocoran asap yang keluar dari beberapa bagian badan alat, ketika proses pembuatan asap cair sehingga rendemen yang dihasilkan masih kurang dibanding penelitian Luditama (2006). Perlu perbaikan rancangan alat khusus skala laboratorium yang efektif dan efisien.
2. Penelitian lanjutan yaitu dengan melakukan fraksinasi asap cair dengan ekstraksi supaya asap cair yang dihasilkan lebih murni dan aman untuk dikonsumsi sehingga tepat dalam pemanfaatannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apituley, D. A. N. dan P. Darmadji. (2013). *Daya Hambat Asap Cair Kulit Batang Sagu Terhadap Kerusakan Oksidatif Lemak Ikan Tuna (Thunnus sp) Asap*. Jurnal Agritech, 33 (2) :162-167.
- Arni, H. MD, dan A. Nismayanti (2014). *Studi Uji Karakteristik Fisis Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Jurnal Sains dan Teknologi, 3(1) : 89-98.
- A'yuni, N. R. L., P. Darmadji, dan Y. Pranoto. (2017). *Asap Cair Kayu Sengon sebagai Chelating Agents Logam Timbal (Pb) pada Model Menggunakan Biji Kedelai (Glycine Max)*. Journal of Agro Science, 5(1) : 42–51.
- Badan Lingkungan Hidup Kota Bengkulu. (2018). *Pengelolaan Sampah di Kota Bengkulu*. Dinas Lingkungan Hidup, Kementerian Lingkungan Hidup. 70 halaman.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2009). SNI 2725.1:2009. *Ikan Asap*. 12 halaman.
- Bareta, A., H. Purwanto, dan Giyanto. (2021). *Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Berbasis Tempurung Kelapa dan Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Lateks yang Digumpalkan*. Jurnal Teknik Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet. 3 (1) : 16-25.
- Barlina, R. (2004). *Potensi Buah Kelapa Muda untuk Kesehatan dan Pengolahannya*. Jurnal Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain, 3(2) : 46-60.
- Chuakul, W. (2005). *Medicinal Plants in The Khok Pho District, Pattani Province (Thailand)*. Thai Journal Phytopharm, 12(2) : 23-45.
- Darmadji, P., (2002). *Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redestilasi*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 8(3) : 267–271.
- Desmelati, M., Ilza, dan Nuzirwan. (2013). *Kajian Penerimaan Konsumer Terhadap Ikan Asap Selais (Cryptoperus Bicirchis) yang Dibuat Menggunakan Asap Cair*. Jurnal Berkala Perikanan Terubuk, 41(1) : 10-24.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2020. *Statistik Perkebunan Indonesia 2018–2020*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. 81 halaman.
- Fatimah, F and S. Gugule, (2009). *Penurunan Kandungan Benzo(A)pirena Asap Cair Hasil Pembakaran*. Chem.Prog. 2(1) : 15-21.
- Fauziwati, A., Priatni, dan Y. Adiningsih. (2018). *Pengaruh Berbagai Suhu Pirolisis Asap Cair dari Cangkang Sawit sebagai Bahan Penggumpal Lateks*. Jurnal Riset Teknologi Industri, 12(2) : 139-149.
- Gani, A. H., Z. A. Mas'ud., B. W. Lay., S. H. Sutjahjo, dan G. Pari. (2007). *Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Organik Padat*. Jurnal Tek Ind Per. 16(3): 111-118.
- Hanafiah, M. M., Faisal, dan I. Machdar. (2018). *Potensi Pemanfaatan Kitosan Termodifikasiasap Cair sebagai Bahan Edible Coating Anti Mikroba untuk Pengawetan Daging*. Jurnal Teknik Kimia USU, 7(2) : 6-11.
- Hariyono. (2015). *Perbandingan lama Waktu Fermentasi Antara Sari Buah Nipah (Nypa Fruticans Wurmb) dan Air Kelapa Sebagai Substrat Cair dalam Fermentasi Nata Berdasarkan Ketebalan Lapisan Nata*. Skripsi Sarjana. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu

Keguruan Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya. 25 halaman.

- Hidayat, T., dan Qomarrudin. (2015). *Analisa Pengaruh Temperature Pirolisis dan Bahan Biomassa Terhadap Kapasitas Hasil pada Alat Pembuat Asap Cair*. Jurnal Teknik Mesin, 04 (04) : 29-34.
- Himawati, E. (2010). *Pengaruh Penambahan Asap Cair Tempurung Kelapa Destilasi dan Redestilasi Terhadap Sifat Kimia, Mikrobiologi, dan Sensoris Ikan Pindang Layang (Decapterus Spp) Selama Penyimpanan*. Skripsi Sarjana. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. 61 halaman.
- Isamu, K. T., Purnomo, H., Yuwono, S. S. (2012) *Physical, Chemical, and Organoleptic Characteristics of Smoked Skipjack Tuna (Katsuwonus Pelamis) Produced in Kendari-South East Sulawesi*. African Journal of Biotechnology 11(91), 15819-15822.
- Karima, R. (2014). *Karakterisasi Sifat Fisika dan Kimia Cuka Kayu dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan, 6(1) : 35–40.
- Kilinc, B., Cakh, S. (2012). *Growth of Listeria Monocytogenes as Affected by Thermal Treatment of Rainbow Trout Fillets Prepared with Liquid Smoke*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science, (12) 285-290.
- Luditama, C. (2006). *Isolasi dan Pemurnian Asap Cair Berbahan Dasar Tempurung dan Sabut Kelapa Secara Pirolisis dan Distilasi*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. 122 halaman.
- Maulina, S., dan F. S. Putri. (2017). *Pengaruh Suhu, Waktu, dan Kadar Air Bahan Baku Terhadap Pirolisis Serbuk Pelepeh Kelapa Sawit*. Jurnal Teknik Kimia USU, 6 (2) : 35-40.
- Nogoseno. (2003). *Reinventing Agribisnis Perkelapaan Nasional Ditjen Bina Produksi*. Skripsi Sarjana. Fakultas Pertanian Meulaboh Aceh Barat. 37 halaman.
- Nurrassyidin, I., dan Zultiniar. (2015). *Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Terhadap Rendemen Pirolisis Limbah Kulit Durian Menjadi Asap Cair*. Jurnal Teknik Kimia Universitas Riau, 1 (1) : 1-8.
- Pamori, R., R. Efendi, dan F. Restuhadi. (2015). *Karakteristik Asap Cair dari Proses Pirolisis Limbah sabut Kelapa Muda*. Jurnal Sagu, 14(2) : 43-50.
- Prasetyowati, M. Hertanto, dan S. Farizy. (2014) *Pembuatan Asap Cair dari Cangkang Buah Karet Sebagai Koagulan Lateks*. Jurnal Teknik Kimia, 4(20) : 14-21.
- Prasetyowati, A. P. Novianty, dan M. R. Haryuni. (2014). *Pembuatan Asap Cair dari Limbah Kulit Singkong (Manihot Esculenta L. Skin) untuk Bahan Pengawet Kayu*. Jurnal Teknik Kimia, 20 (1) : 64-75.
- Pugersari, D., A. Syarief dan L. Dwinita. (2013). *Eksperimen Pengembangan Produk Fungsional Bernilai Komersial Berbahan Baku Tempurung Kelapa Berusia Muda dengan Teknik Pelunakan*. J. Vis. Art & Des, 5(1) : 74-91.
- Resmiyati, S. (2005). *Penetapan Kadar Sukrosa pada Nira Kelapa di Desa Depok, Kecamatan Mirit, Kabupaten Kebumen*. Skripsi Sarjana. Fakultas Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Malang. 35 halaman
- Ridolf, L. D., S.P. A. Anggraini, M. O. Gani, dan T. Noviadi. (2018). *Pemanfaatan Limbah*

Bambu Menjadi Asap Cair Sebagai Pengawet Alami pada Struktur Kayu. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia, 3(2) : 73-79.

Sari, N.M., M. F.M., dan R. Segah. (2015). Rendemen Arang Sekam dan Kualitas Asap Cair Sekam Padi. Jurnal Hutan Tropis,3(3) : 260-266.

Sari, Y.P., Samharinto, dan B.F. Langai. (2018). *Penggunaan Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Perusak Daun Tanaman Sawi (Brassica Juncea L.)*. Jurnal EnviroScienceae, 4 (3) : 272-284.

Setiowati, Reni dan M. Tirono. (2014). *Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan dan Komposisi Bahan terhadap Sifat Fisis Briket Arang*. Jurnal Neutrino, 7(1) : 24-25.

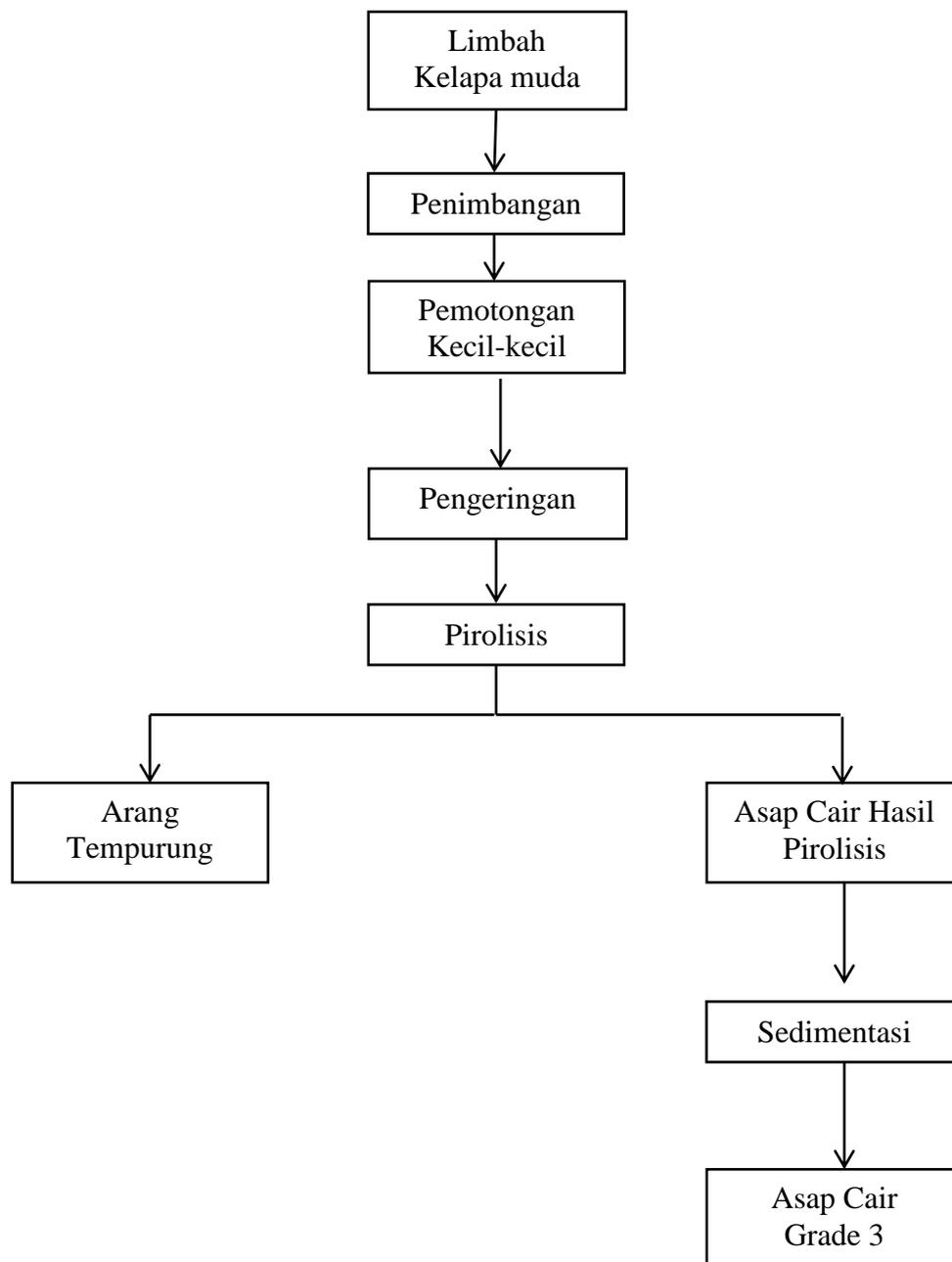
Suroso, E. TP. Utomo., S. Hidayati, dan A. Nuraini. (2018). *Pengasapan Ikan Kembung Menggunakan Asap Cair dari Kayu Karet Hasil Redestilasi*. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 21(1) : 42-53.

Tri, I. C. (2017). *Karakterisasi Asap Cair dari Tempurung Kelapa Hasil Pemurnian dengan Metode Adsorpsi-Desorpsi*. Skripsi Sarjana. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. 43 halaman.

Yunus. (2011). *Teknologi Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa sebagai Pengawet Makanan*. Jurnal Sains dan Inovasi, 7(1) : 53-61.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Alir Pembuatan Asap Cair



Lampiran 2. Data hasil uji rendemen

	Kode Sampel	Rendemen
K1	Ulangan 1	2.33%
	Ulangan 2	2.40%
	Ulangan 3	2.53%
K2	Ulangan 1	2.60%
	Ulangan 2	2.66%
	Ulangan 3	2.76%
K3	Ulangan 1	2.80%
	Ulangan 2	2.90%
	Ulangan 3	2.98%
K4	Ulangan 1	3.00%
	Ulangan 2	3.13%
	Ulangan 3	3.19%
K5	Ulangan 1	3.25%
	Ulangan 2	3.26%
	Ulangan 3	3.40%
K6	Ulangan 1	3.47%
	Ulangan 2	3.53%
	Ulangan 3	3.56%

Lampiran 3. Data hasil uji ANOVA dan uji DMRT rendemen pada taraf 5%

**ANOVA
Rendemen**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.481	5	.496	68.399	.000
Within Groups	.087	12	.007		
Total	2.568	17			

Rendemen

Duncan^a

Kadar.air	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
K1	3	2.4200					
K2	3		2.6733				
K3	3			2.8933			
K4	3				3.1067		
K5	3					3.3033	
K6	3						3.5200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 4. Data hasil uji kadar asam

	Kode Sampel	Kadar Asam
K1	Ulangan 1	5.69
	Ulangan 2	5.44
	Ulangan 3	5.2
K2	Ulangan 1	5.18
	Ulangan 2	4.8
	Ulangan 3	4.32
K3	Ulangan 1	4.16
	Ulangan 2	4
	Ulangan 3	3.2
K4	Ulangan 1	3.13
	Ulangan 2	3.04
	Ulangan 3	2.88
K5	Ulangan 1	2.72
	Ulangan 2	2.49
	Ulangan 3	2.24
K6	Ulangan 1	2.17
	Ulangan 2	2.08
	Ulangan 3	1.6

Lampiran 5. Data hasil uji ANOVA dan uji DMRT kadar asam pada taraf 5%

ANOVA

Kadar.asam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	27.299	5	5.460	48.326	.000
Within Groups	1.356	12	.113		
Total	28.655	17			

Kadar.asam

Duncan^a

Kadar.air	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
K6	3	1.9500				
K5	3	2.4833	2.4833			
K4	3		3.0167			
K3	3			3.7867		
K2	3				4.7667	
K1	3					5.4433
Sig.		.076	.076	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 6. Data hasil uji kadar fenol

	Kode Sampel	Kadar Fenol
K1	Ulangan 1	4.51
	Ulangan 2	4.47
	Ulangan 3	4.48
K2	Ulangan 1	4.46
	Ulangan 2	4.41
	Ulangan 3	4.52
K3	Ulangan 1	4.42
	Ulangan 2	4.36
	Ulangan 3	4.48
K4	Ulangan 1	4.4
	Ulangan 2	4.38
	Ulangan 3	4.42
K5	Ulangan 1	4.32
	Ulangan 2	4.36
	Ulangan 3	4.34
K6	Ulangan 1	4.33
	Ulangan 2	4.35
	Ulangan 3	4.33

Lampiran 7. Data hasil uji ANOVA dan uji DMRT kadar fenol pada taraf 5%

ANOVA

Fenol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.058	5	.012	8.627	.001
Within Groups	.016	12	.001		
Total	.074	17			

Fenol

Duncan^a

Kadar.air	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K6	3	4.3367		
K5	3	4.3400		
K4	3	4.4000	4.4000	
K3	3		4.4200	4.4200
K2	3		4.4633	4.4633
K1	3			4.4867
Sig.		.065	.065	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 8. Data hasil uji pH

	Kode Sampel	pH
K1	Ulangan 1	3.86
	Ulangan 2	3.88
	Ulangan 3	4
K2	Ulangan 1	4.59
	Ulangan 2	4.61
	Ulangan 3	4.62
K3	Ulangan 1	4.59
	Ulangan 2	4.64
	Ulangan 3	4.6
K4	Ulangan 1	4.8
	Ulangan 2	4.9
	Ulangan 3	4.8
K5	Ulangan 1	4.83
	Ulangan 2	4.85
	Ulangan 3	4.86
K6	Ulangan 1	5
	Ulangan 2	5.02
	Ulangan 3	5.04

Lampiran 9. Data hasil uji ANOVA dan uji DMRT pH pada taraf 5%

ANOVA

pH

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.264	5	.453	255.451	.000
Within Groups	.021	12	.002		
Total	2.285	17			

pH

Duncan^a

Kadar.air	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K1	3	3.9133			
K2	3		4.6067		
K3	3		4.6100		
K4	3			4.8333	
K5	3			4.8467	
K6	3				5.0200
Sig.		1.000	.924	.705	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 10. Karakteristik fisik limbah kelapa muda



K1 (16%)



K2 (20%)



K3 (24%)



K4 (28%)



K5 (32%)



K6 (36%)

Lampiran 11. Dokumentasi kegiatan

1. Pengambilan bahan baku



2. Pemotongan limbah kelapa muda



3. Penjemuran bahan baku



4. Pembakaran limbah kelapa muda



5. Proses pembuatan asap cair



6. Suhu Pembakaran



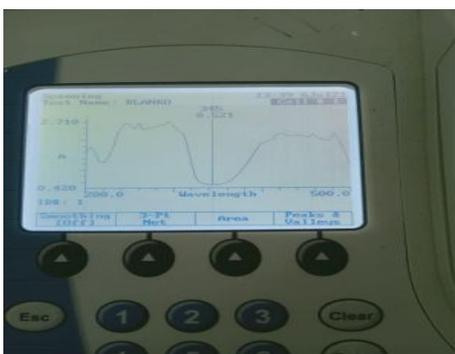
7. Analisis kadar asam asetat



8. Analisis pH



9. Analisis kadar fenol



10. Rendemen asap cair

