

## Pirolisis Limbah Kulit Durian Menjadi Arang Aktif dan Asap Cair dengan Aktivator Asam Fosfat

(Variabel Suhu Pirolisis dan Waktu Perendaman)

**Muhammad Fridho Setyawan, Sumarni**

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
*ido.setyawan12@gmail.com*

### ABSTRAK

Buah durian umumnya dikonsumsi bagian salut buah (daging) dengan persentase sebesar 20% – 35% terhadap berat durian. Persentase kulit dan biji cukup besar yaitu 60% – 75% (kulit) dan 5% – 15% (biji). Kulit durian sebagai limbah selama ini belum banyak dimanfaatkan. Komposisi kulit durian yaitu selulosa 50% - 60%, lignin 5%, dan pati 5%, sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan arang aktif dan asap cair dengan pirolisis.

Proses pembuatan arang aktif dilakukan dengan menggunakan metode pirolisis, yaitu pengurangan tanpa terjadi kontak dengan udara. Limbah kulit durian yang telah dipotong dengan ukuran rata-rata 2 cm x 2 cm dianalisis kadar air dan kadar abu sebelum dilakukan pirolisis. Pirolisis limbah kulit durian menggunakan tabung pirolisis yang dilengkapi termokopel, pipa saluran, kondensor, dan erlenmeyer untuk menampung asap cair dengan bahan baku sebanyak 100 gram, kadar air 11,7% dan kadar abu 8,143 % dilakukan pada waktu 60 menit dengan suhu yang divariasikan diperoleh hasil berupa arang dan asap cair. Arang kemudian direndam dalam zat aktivator asam fosfat konsentrasi 15% dengan variasi waktu perendaman.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan berat bahan baku 100 gram, waktu pirolisis 60 menit diperoleh hasil terbaik pada kondisi proses suhu pirolisis 560°C dengan kereaktifan 337,554 mg/g dan hasil asap cair 46 mL. Arang hasil pirolisis tersebut direndam sebanyak 5 gram dalam 50 mL asam fosfat 15% diperoleh hasil terbaik pada waktu perendaman 48 jam dengan kereaktifan arang aktif sebesar 403,542 mg/g. Kereaktifan tersebut masih dibawah standar (SNI 06–3730-1995). Hasil analisis asap cair diperoleh pH sebesar 3,83, densitas 1,00793, warna coklat gelap, tidak transparan, dan terdapat bahan terapung. Kandungan senyawa utama yang terdapat dalam asap cair yaitu methanol, acetone, acetic acid, dan hydroxyacetone.

**Kata kunci** : kulit durian, pirolisis, arang aktif, asap cair

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara tropis yang memiliki keanekaragaman buah – buahan. Durian tumbuh di sekitar garis khatulistiwa hingga ketinggian 800 m dpl. Dari segi struktur, Durian terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian dari daging durian sekitar 20% – 30%, biji durian sekitar 5% – 15% dan bagian kulit durian sekitar 60% – 75% (Prasetyaningrum, 2010). Menurut riset dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2011, produksi durian di Indonesia mampu mencapai 1.818.949 ton, oleh karena itu limbah kulit durian dapat digunakan sebagai bahan baku untuk menggantikan bahan baku pengasapan konvensional.

Selama ini, bagian buah durian yang lebih umum dikonsumsi adalah bagian salut buah atau dagingnya. Persentase berat bagian ini termasuk rendah yaitu hanya 20% – 35%. Hal ini berarti kulit (60% – 75%) dan biji (5% – 15%). Salah satu cara penanganan hal tersebut adalah dengan melakukan pengolahan kembali untuk menjadikan kulit durian sebagai salah satu bahan baku

pembuatan arang aktif dan asap cair. Sebagai biomassa kulit durian memiliki komposisi selulosa, hemiselulosa dan lignin sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan arang aktif dan asap cair dengan pirolisis.

Karbon aktif merupakan karbon amorf dari pelat-pelat datar disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya yang luas permukaan berkisar antara 300 m<sup>2</sup>/g hingga 3500 m<sup>2</sup>/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal sehingga mempunyai sifat sebagai adsorben (Taryana, 2002).

Penggunaan arang aktif di Indonesia masih sangat besar, namun sangat disayangkan pemenuhan akan kebutuhan karbon aktif masih dilakukan dengan cara mengimpor. Pada tahun 2000 saja, tercatat impor karbon aktif sebesar 2.770.573 kg berasal dari negara Jepang, Hongkong Korea, Taiwan, Cina, Singapura, Philipina, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Jerman, Denmark, dan Italia (Rini

Pujiarti, J.P Gentur Sutapa). Konsumsi karbon aktif dunia semakin meningkat setiap tahunnya, misalkan pada tahun 2007 mencapai 300.000 ton/tahun. Menurut Standard Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 persyaratan arang aktif adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Standard Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995

No	Jenis Uji	Persyaratan
1	Kadar air	Maks 10%
2	Kadar abu	Maks 2,5%
3	Bagian yang tidak mengarang	-
4	Daya serap larutan terhadap I <sub>2</sub>	750 mg/g

Asap cair adalah suatu larutan yang berisi senyawa-senyawa organik teroksidasi, seperti kelompok keton, aldehida, phenol, and asam-asam karboksilat yang diperoleh dari proses kondensasi uap hasil proses pirolisis (pembakaran tanpa oksigen) tanaman atau kayu pada suhu sekitar 400 °C (Soldera, 2008).

Menurut Maga (1987), perkembangan asap cair semakin pesat karena mempunyai beberapa keunggulan antara lain: menghemat biaya yang dibutuhkan untuk kayu bakar dan peralatan pengasapan, flavor produk dapat diatur, komponen berbahaya dapat diatur sebelum diaplikasikan pada makanan, dapat diterapkan pada masyarakat awam, mengurangi pencemaran lingkungan. Menurut Darmadji (1999), penggunaan asap cair lebih luas aplikasinya untuk menggantikan pengasapan makanan secara tradisional yang dilakukan secara manual yaitu bersama - sama dengan proses pemanasan. Menurut Standard dari Jepang persyaratan untuk asap cair adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Mutu Asap Cair Spesifikasi Jepang

Parameter	Mutu asap cair
pH	1,50-3,70
Densitas	>1,005
Warna	Kuning coklat kemerahan
Transparansi Bahan	Transparan
Terapung	Tidak ada bahan terapung
Keasaman, %	1-18
Fenol	-
Karbonil	-

Sumber (Source) : Yatagai (2002)

## METODE PENELITIAN

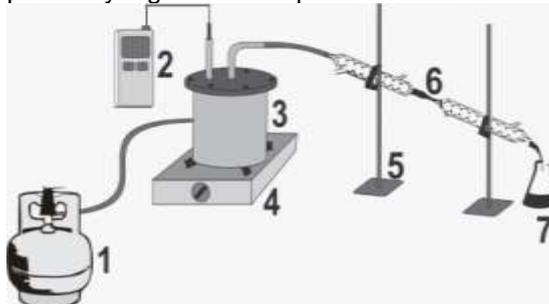
### 1. Bahan Penelitian

Adapun Bahan Baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Limbah kulit durian yang yang diperoleh dari pasar Baledono, Purworejo yang digunakan sebagai bahan baku.
- Asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) teknis 85% dan aquades (H<sub>2</sub>O) yang diperoleh dari toko bahan kimia Bratachem di Ngampilan, Yogyakarta yang digunakan sebagai zat aktivator.
- Natrium thiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), iodin (I<sub>2</sub>) dan indikator amilum yang diperoleh dari CV. Chem-Mix Pratama di Banguntapan, Bantul yang digunakan untuk analisis arang aktif.

### 2. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, kaca arloji, neraca analitik, corong gelas, pipet ukur, pipet tetes, gelas ukur, gelas beker, oven, pengaduk gelas, kertas saring, erlenmeyer, labu takar, piknometer, pH meter, dan rangkaian alat pirolisis yang tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

Keterangan :

- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| 1. Tabung Gas       | 5. Statif     |
| 2. Termokopel       | 6. Kondensor  |
| 3. Tabung pirolisis | 7. Erlenmeyer |
| 4. Kompur           |               |

### 3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pembuatan arang aktif dari kulit durian anatara lain meliputi proses sebagai berikut :

- Persiapan Bahan  
Limbah kulit durian dibersihkan dari pengotornya lalu dipotong-potong dengan ukuran 2x2 cm. Kemudian dijemur dibawah sinar matahari selama kurang lebih 3-4 hari. Setelah kering selanjutnya diambil sebagian untuk analisis kadar air dan kadar abu.
- Proses pirolisis  
Limbah kulit durian yang telah kering dimasukan ke dalam tabung (silinder)

untuk proses pirolisis. Proses pirolisis dilakukan pada waktu 60 menit dengan variasi suhu yang berbeda selanjutnya tabung di dinginkan dengan cara dibenamkan kedalam pasir, dan setelah dingin arang aktif bisa diambil dan selanjutnya dilakukan analisis kadar air arang aktif, hasil arang aktif, kadar abu dan keaktifan arang aktif.

c. Proses aktivasi kimia

Arang aktif di rendam didalam zat pengaktif  $H_3PO_4$  dengan variasi konsentrasi zat aktivator, hal ini bertujuan untuk memperluas permukaan aktif atau pori-pori menjadi lebih besar, sehingga memperbesar daya serap karbon aktif.

4. Analisis

Analisis dilakukan pada bahan baku berupa kulit durian, arang aktif, dan asap cair yang dihasilkan. Prosedur analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Analisis bahan baku

- a) Analisis Kadar Air (SNI) 06-3730-1995  
Ambil 10 gram bahan kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu  $110^{\circ}C$ , kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghilangkan uap airnya kemudian ditimbang. Panaskan lagi dalam oven selama 30 menit lalu masukkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulang hingga dicapai berat

$$\text{konstan. Kadar air} = \frac{\text{brt bhn awal} - \text{brt bhn kering}}{\text{brt bhn awal}} \times 100\%$$

- b) Analisis Kadar abu (SNI) 06-3730-1995

Bahan baku diambil 10 gram, lalu dipanaskan dalam alat muffle furnace pada suhu  $900^{\circ}C$  selama 3 jam kemudian alat dimatikan tunggu hingga dingin dan timbang hasil abu.

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\%$$

b. Analisis Arang Aktif

- a) Kadar air pada arang aktif  
Arang aktif diambil 5 gram lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}C$  hingga diperoleh berat konstan, lalu dihitung kadar airnya sama dengan kadar air bahan baku.

- b) Kadar abu arang aktif  
Arang aktif diambil 3 gram, lalu dipanaskan dalam alat muffle furnace pada suhu  $900^{\circ}C$  selama 3 jam kemudian alat dimatikan tunggu hingga dingin dan timbang hasil abu.

Hasil arang aktif (Randemen Arang) Arang aktif hasil pirolisis ditimbang untuk mengetahui beratnya.

Randemen

$$= \frac{\text{berat arang bebas air}}{\text{berat bahan baku bebas air}} \times 100\%$$

- c) Kereaktifan arang aktif (SNI) 06 - 3730-1995

Arang aktif diambil 0,5 gram selanjutnya dihaluskan, kemudian ditambahkan 15 mL larutan iodin dan diaduk selama 15 menit, kemudian di saring dengan kertas saring dan selanjutnya dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat dan ditambahkan indikator amilum. Catat volume natrium thiosulfat yang terpakai dan digunakan sebagai volume sampel. Untuk mendapatkan volume blanko larutan iodin 15 mL tanpa arang aktif dititrasi menggunakan natrium thiosulfat dan tambahkan indikator amilum, selanjutnya catat volume natrium thiosulfat yang terpakai dan digunakan sebagai volume blanko.

Kereaktifan

$$= \frac{(B - A) \times N \times 126,9}{\text{brt bhn mula} - \text{mula}} \times 100\%$$

dengan :

A = volume sampel ( mL )

B = volume blanko ( mL )

N = normalitas larutan

126,9 = berat atom iodium

c. Analisis Asap Cair

- a) Densitas asap cair

Dimbang piknometer kosong untuk mengetahui beratnya, kemudian asap cair kedalam piknometer ditimbang lagi untuk mengetahui berat akhirnya. Dimasukan aquades kedalam piknometer kemudian ditimbang juga. Setelah itu dibaca densitas aquades pada tabel. Data densitas ( $\rho$ ) dihitung menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{(\text{brt pikno} + \text{smpel}) - (\text{brt pikno ksng})}{\text{volum pikno}}$$

dengan:

Volum Pikno

$$= \frac{(\text{brt pikno} + \text{aqua}) - (\text{brt pikno kosong})}{\rho \text{ aqua}}$$

- b) Keasaman (pH)

Untuk mengetahui nilai pH asap cair limbah kulit durian yaitu dengan menggunakan pH meter.

- c) Warna, transparansi, dan bahan terapung asap cair

Untuk pengujian kualitas warna hanya di amati dengan kasat mata.

- d) Kandungan asap cair  
Analisis kandungan asap cair dilakukan dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui kandungan kimia dalam asap cair tersebut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Pengaruh Suhu Pirolisis**

Pada penelitian ini, percobaan dilakukan pada waktu pirolisis 60 menit dengan variabel suhu 400 °C, 440 °C, 480 °C, 520 °C, dan 560 °C. Hasil pirolisis berupa arang kemudian di analisis kadar abu dan keaktifan arang aktif tanpa di aktivasi menggunakan zat aktivator. Pengaruh suhu pirolisis terhadap kualitas arang aktif yang meliputi randemen arang, kadar air, kadar abu, kereaktifan arang aktif, dan asap cair tercantum sebagai berikut

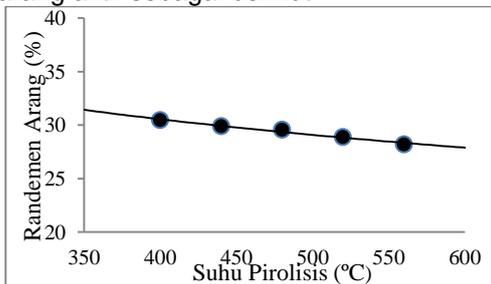
Tabel 3. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Randemen Arang Aktif

Suhu Pirolisis (°C)	Randemen Arang (%)	Kadar Abu (%)	Kereaktifan (mg/g)	Asap Cair (mL)
400	30,5	25,00	309,64	36
440	29,9	25,17	317,25	39
480	29,6	25,91	327,40	40
520	28,9	26,59	329,94	44
560	28,2	26,79	337,55	46

Suhu pirolisis adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dari arang aktif yang dihasilkan. Kualitas arang aktif menurut Standard Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 memiliki beberapa persyaratan diantaranya kadar abu, kadar air serta kereaktifan arang aktif.

- a. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Randemen Arang Aktif

Dari Tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan suhu pirolisis dan randemen arang aktif sebagai berikut



Gambar 2. Hubungan Suhu Pirolisis dan Randemen Arang

Berdasarkan Gambar 2. hubungan antara suhu pirolisis dan Randemen Arang dapat dinyatakan dalam garis dengan persamaan:

$$y = -6,551\ln(x) + 69,797$$

dengan:

x = suhu pirolisis (°C)

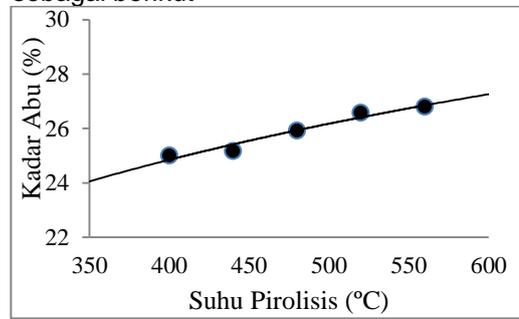
y = randemen arang (%)

Dari persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali randemen arang aktif mempunyai ralat rata-rata sebesar 0,350%.

Pada Gambar 2. diatas dapat dilihat bahwa suhu pirolisis mempengaruhi jumlah arang yang dihasilkan, semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin sedikit arang yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu pirolisis yang dilakukan maka bahan baku akan teroksidasi dengan lebih sempurna, sehingga mempengaruhi jumlah arang yang dihasilkan menjadi lebih ringan.

- b. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Kadar Abu

Dari Tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan suhu pirolisis dan kadar abu sebagai berikut



Gambar 3. Hubungan Suhu Pirolisis dan Kadar Abu

Berdasarkan Gambar 3. hubungan antara suhu pirolisis dan kadar abu dapat dinyatakan dalam garis dengan persamaan:

$$y = 5,9416\ln(x) - 10,749$$

dengan:

x = suhu pirolisis (°C)

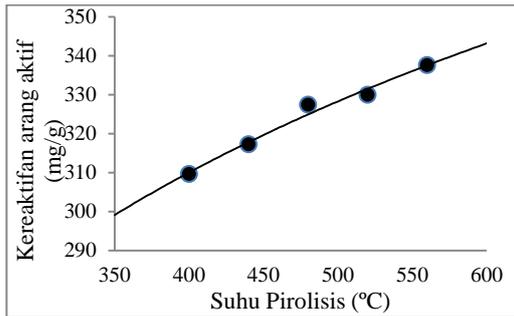
y = kadar abu (%)

Dari persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali kadar abu mempunyai ralat rata-rata sebesar 0,500 %.

Pada Gambar 3. diatas dapat dilihat bahwa suhu pirolisis mempengaruhi kadar abu dari arang aktif yang dihasilkan, semakin tinggi suhu pirolisis yang dilakukan maka kadar abu arang aktif akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan Sudarmadji, dkk (1989), yang menyatakan bahwa kadar abu tergantung pada jenis bahan, cara pengabuan waktu dan suhu yang digunakan saat proses pengeringan. Semakin lama waktu yang dipengeringan maka presentase kadar abu akan semakin besar karena air yang keluar akan semakin besa

- c. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Kereaktifan Arang aktif

Dari Tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan suhu pirolisis dan kereaktifan arang aktif sebagai berikut



Gambar 4. Hubungan Suhu Pirolisis dan Kereaktifan Arang Aktif

Berdasarkan Gambar 4. hubungan antara suhu pirolisis dan kereaktifan arang aktif dapat dinyatakan dalam garis dengan persamaan:

$$y = 81,764\ln(x) - 179,86$$

dengan:

$$x = \text{suhu pirolisis (}^\circ\text{C)}$$

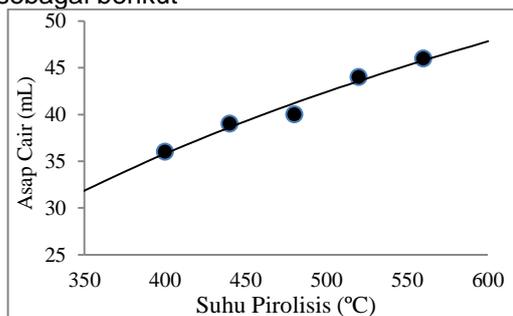
$$y = \text{kereaktifan arang aktif (mg/g)}$$

Dari persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali kereaktifan arang aktif mempunyai ralat rata-rata sebesar 0,298 %.

Dari Gambar 4. menunjukkan bahwa suhu pirolisis mempengaruhi hasil kereaktifan arang, dimana pada gambar 4. terlihat semakin tinggi suhu pirolisis maka keaktifan arang aktif relatif semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi suhu pirolisis maka akan memperluas permukaan arang sehingga lebih mudah diaktifkan dengan zat aktivator, hal ini dibuktikan dengan pirolisis pada suhu 560 °C keaktifan arang mencapai titik tertinggi dengan nilai keaktifannya lebih tinggi dari sampel lain yang dipirolisis dengan suhu kurang dari 560 °C. Berdasarkan uraian diatas diperoleh suhu optimum pirolisis pada suhu 560 °C.

d. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Asap Cair

Dari Tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan suhu pirolisis dan asap cair sebagai berikut



Gambar 5. Hubungan Suhu Pirolisis dan Asap Cair

Berdasarkan Gambar 5. hubungan antara suhu pirolisis dan asap cair dapat dinyatakan dalam garis dengan persamaan:

$$y = 29,639\ln(x) - 141,78$$

dengan:

$$x = \text{suhu pirolisis (}^\circ\text{C)}$$

$$y = \text{asap cair (mL)}$$

Dari persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali asap cair mempunyai ralat rata-rata sebesar 1,183 %.

Pada Gambar 5. diatas dapat dilihat bahwa suhu pirolisis mempengaruhi jumlah asap cair yang dihasilkan, semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin banyak asap cair yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu pirolisis yang dilakukan maka kandungan bahan baku akan terdekomposisi semakin banyak, sehingga mempengaruhi volume asap cair yang dihasilkan menjadi lebih banyak.

Hasil asap cair selanjutnya dilakukan analisis yang meliputi densitas, pH, warna, transparansi, dan bahan terapung sesuai mutu asap cair spesifikasi yang ditetapkan.

Tabel 4. Hasil analisis asap cair

Parameter	Standar	Hasil
pH	1,50-3,70	3,83
Densitas (gr/mL)	>1,005	1,00793
Warna	Kuning coklat kemerahan	Coklat gelap
Transparansi	Transparan	Tidak transparan
Bahan Terapung	-	Ada

e. Nilai pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter kualitas dari asap cair yang dihasilkan. Nilai pH ini menunjukkan tingkat proses penguraian komponen kulit durian yang terjadi untuk menghasilkan asam organik pada asap cair. Bila asap cair memiliki nilai pH yang rendah, maka kualitas asap cair yang dihasilkan tinggi karena secara keseluruhan berpengaruh terhadap nilai awet dan daya simpan produk asap. Pengukuran pH ini dilakukan dengan menggunakan alat pH meter. Nilai keasaman (pH) asap cair dari limbah kulit durian adalah 3,83. Nilai pH asap cair limbah kulit durian ini tidak memenuhi standard yang ditetapkan yakni 1,50-3,70.

f. Densitas

Densitas merupakan rasio antara berat suatu contoh dengan volumenya. Dalam sifat fisik asap cair, densitas tidak

berhubungan langsung dengan tinggi rendahnya kualitas asap cair yang dihasilkan. Namun densitas dapat menunjukkan banyaknya komponen yang ada dalam asap cair. Penentuan densitas asap cair dilakukan dengan menggunakan alat piknometer. Densitas dari hasil penelitian ini yaitu sebesar 1,00793. Untuk densitas asap cair dari limbah kulit durian sudah memenuhi standard yang ditetapkan yaitu > 1,005.

g. Warna

Hasil analisis warna asap cair dari limbah kulit durian yaitu berwarna coklat gelap. Hasil analisis warna asap cair ini tidak memenuhi standar yang ditetapkan.

h. Transparansi

Untuk hasil analisis transparansi asap cair dari limbah kulit durian yaitu tidak terlihat transparan. Hal ini diduga bahwa tar mempengaruhi warna dan transparansi dari asap cair sehingga perlu adanya proses destilasi. Tar didefinisikan sebagai campuran kompleks dari hidrokarbon yang dapat terembunkan (Devi dkk, 2001). Tar merupakan hasil dekomposisi termal dari limbah kulit durian yang berbentuk cairan kental berwarna coklat hitam, merupakan campuran dari berbagai senyawa dan apabila dipisahkan dengan cara destilasi akan didapatkan beberapa senyawa terutama fenol, kresol, minyak metal maupun senyawa lainnya.

Setelah asap cair di destilasi berulang-ulang, warnanya cenderung terang (jernih). Hal ini diduga bahwa tar sangat mempengaruhi warna dari asap cair sehingga pada saat proses destilasi berlangsung, kandungan tar akan mengendap pada bagian bawah alat redestilasi dan tidak menguap bersama senyawa-senyawa yang lain seperti fenol, karbonil dan asam sehingga warna asap cair hasil destilat akan semakin terang atau jernih (Saidin, 2012).

i. Bahan Terapung

Asap cair kulit durian yang dianalisis ditemukan bahan terapung . Proses pirolisis sampai dengan suhu 500 °C menghasilkan produk gas, cair (asap cair dan tar) serta arang (Fengel dan Wegener, 1995). Tar yang terapung dan tercampur pada asap cair mempengaruhi kualitas asap cair. Asap cair dari kulit durian tidak memenuhi mutu asap cair spesifikasi Jepang, karena terdapat bahan terapung dalam asap cair yang

menunjukkan bahwa asap cair mempunyai kualitas yang tidak baik.

j. Kandungan

Asap cair yang dihasilkan dari proses pembuatan arang aktif kemudian dianalisis untuk mengetahui kandungan yang terdapat di dalamnya. Analisis asap cair dilakukan dengan GC-MS. Berdasarkan hasil analisis diperoleh 42 titik puncak (peak) chromatogram, yang berarti terdapat 42 macam senyawa yang terkandung didalamnya. Titik puncak tertinggi berada pada puncak 1 dan kandungan senyawa utama yang terdapat dalam asap cair yaitu *Methanol, Acetone, Acetic Acid, dan Hydroxyacetone*.

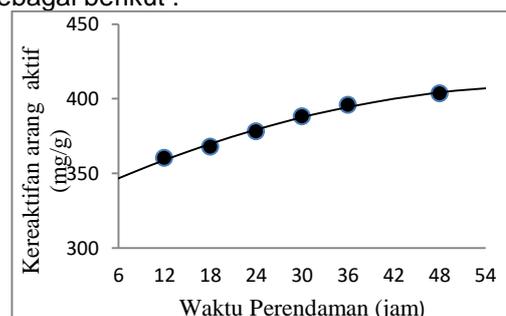
**2. Pengaruh Waktu Perendaman Zat Aktivator**

Proses aktivasi dilakukan terhadap arang aktif hasil pirolisis pada suhu 560 °C dengan waktu pirolisis 60 menit. Arang aktif ditimbang 5 gram kemudian direndam dalam larutan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebanyak 50 ml selama 48 jam dengan varias waktu perendaman tertentu yaitu 12 jam, 18 jam, 24 jam, 30 jam, 36 jam, 48 jam. Setelah itu disaring menggunakan corong hisap kemudian di oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Pengaruh waktu perendaman zat aktivator terhadap kereaktifan arang aktif dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5. Pengaruh Waktu Perendaman terhadap Kereaktifan Arang Aktif

No	Waktu perendaman (jam)	Kereaktifan arang aktif (mg/g)
1	12	360,396
2	18	368,010
3	24	378,162
4	30	388,314
5	36	395,928
6	48	403,542

Dari Tabel 5 diatas dapat digambarkan grafik hubungan antara waktu perendaman zat aktivator dengan kereaktifan arang aktif sebagai berikut :



Gambar 6. Hubungan Waktu perendaman dan Kereaktifan Arang Aktif

Berdasarkan Gambar 6. hubungan antara waktu perendaman dan kereaktifan arang aktif dapat dinyatakan dalam garis dengan persamaan:

$$y = -0,0185x^2 + 2,3648x + 333,24$$

dengan:

x = waktu perendaman (jam)

y = kereaktifan arang aktif (mg/g)

Dari persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali kereaktifan arang aktif mempunyai ralat rata-rata sebesar 0,322 %.

Dari Gambar 6. terlihat bahwa waktu perendaman mempengaruhi hasil kereaktifan arang aktif, dimana terlihat semakin lama waktu perendaman, kereaktifan arang aktif relatif semakin besar dengan stabil. Hal ini disebabkan karena zat aktivator bekerja maksimal dan membantu mempermudah zat-zat pengotor untuk lepas dari pori-pori arang aktif sehingga pori-pori akan semakin besar. Pada lama waktu perendaman 48 jam kereaktifan arang optimal dengan nilai keaktifan 403,542 mg/g dan pada lama waktu perendaman 48 jam kereaktifan arang aktif mulai konstan, hal ini disebabkan karena kereaktifan arang aktif akan mencapai titik maksimum berdasarkan lama waktu perendaman yang dilakukan.

## PENUTUP

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

- Limbah kulit durian dapat digunakan sebagai bahan baku arang aktif.
- Suhu pirolisis mempengaruhi hasil kereaktifan arang aktif, semakin tinggi suhu pirolisis diperoleh kereaktifan arang aktif yang semakin tinggi.
- Suhu pirolisis mempengaruhi hasil asap cair, semakin tinggi suhu pirolisis diperoleh asap cair yang semakin banyak.
- Waktu perendaman mempengaruhi kereaktifan arang aktif, dimana semakin lama waktu perendaman maka semakin besar kereaktifan arang aktif.
- Pirolisis limbah kulit durian yang menggunakan bahan baku sebanyak 100 gram dengan kadar air sebesar 11,7%, kadar abu sebesar 8,143% dilakukan pada waktu 60 menit dan suhu yang divariasikan dari 400 °C sampai dengan 560 °C diperoleh hasil yang terbaik pada suhu pirolisis 560 °C dengan hasil arang 24,90 gram, kadar abu 26,79%, kereaktifan sebesar 337,554 mg/g dan asap cair sebanyak 46 mL.

- Hasil pirolisis pada suhu 560°C dengan waktu 60 menit yang diaktivasi menggunakan asam fosfat 15% dan lama waktu perendaman yang divariasikan dari 12 jam sampai dengan 48 jam diperoleh hasil terbaik pada lama waktu perendaman 48 jam dengan kereaktifan arang aktif 403,542 mg/g. Pada kondisi ini merupakan kondisi proses terbaik, namun arang aktif yang dihasilkan masih dibawah SNI 06-3730-1995.
- Hasil analisis asap cair pada kondisi proses pirolisis suhu 560 °C dengan waktu 60 menit diperoleh pH sebesar 3,83, densitas 1,00793, warna coklat gelap, tidak transparan, dan terdapat bahan terapan. Kandungan senyawa utama yang terdapat dalam asap cair yaitu *Methanol*, *Acetone*, *Acetic Acid*, dan *Hydroxyacetone*. Asap cair yang dihasilkan tidak sesuai mutu spesifikasi yang ditetapkan.

### 2. Saran

Adapun beberapa saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan variasi suhu (suhu ditingkatkan lagi) dan menambah waktu perendaman agar kereaktifan arang aktif bisa memenuhi standar pasaran.
- Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk memisahkan tar dari asap cair yang dihasilkan.
- Diharapkan penelitian selanjutnya untuk menggunakan alat yang lebih baik agar mendapat hasil arang aktif yang lebih baik lagi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2012, *Statistik Indonesia 2011*, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Darmadji, P., 1999, *Produksi Asap Cair Limbah Padat Rempah dengan Cara Pirolisa*, *AgriTech* 19 (1): 11-15, Yogyakarta.
- Devi, I., Ptasinki, K.J, and Jonssen, J.G., 2001. Development of A Kinetics Model for Decomposition of Biomass Tar in Fixed Bed Reaktor.
- Fengel, D and G. Wegener., 1955, *Wood:Chemistry.Ultrastructure, Reactions*. Translation to Indonesia by Harjono Sastrohamidjojo. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Maga,J.A, 1987, *Smoke in Food Processing*, CRC Press. Inc., Boca Raton, Florida.

- Prasetyaningrum, A. dan Djaeni, M, 2010, *Kelayakan Biji Durian Sebagai Bahan Pangan Alternatif : Aspek Nutrisi dan Tekno Ekonomi*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Pujiarti, Rini., dan Sutapa, J.P Gentur, 2005, *Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni (Swietenia macrophylla King) sebagai Bahan Penjernih Air*, Fakultas Kehutan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Saidin, 2012, *Studi Tentang Pembuatan Asap Cair (Liquid Smoke) Dari Kayu Sepatu Afrika (Spathodea campanulata )*, Politeknik Pertanian Samarinda, Samarinda.
- Soldera, S., N. Sebastianut to., and R. Bortolomeazzi, 2008, *Composition of phenolic compounds and antioxidant activity of commercial aqueous smoke flavorings*, J Agric Food Chem 56: 2727–2734.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. *SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- Sudarmadji, dkk(1989). *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta:Liberty
- Taryana, Meilita, 2002, *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*, Skripsi Jurusan Teknik Industri, FT-USU.
- Yatagai, M, 2002, *Utilization of Charcoal and Wood Vinegar in Japan*, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.