

**Pirolisis Limbah Kulit Durian Menjadi Arang Aktif dan Asap Cair
dengan Aktivator Asam Fosfat**
(Variabel Waktu Pirolisis & Konsentrasi Aktivator)

Ardian Widaryanta, Sumarni

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
ardianwidaryanta@gmail.com

ABSTRAK

Buah durian umumnya dikonsumsi bagian salut buah (daging) dengan persentase 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 pengarangan 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 suhu pirolisis 400 °C yang divariasi waktu pirolisis diperoleh hasil berupa arang dan asap cair. Arang aktif hasil pirolisis pada suhu pirolisis 560 °C dan waktu pirolisis selama 60 menit direndam dengan 50 mL asam fosfat selama 48 jam dengan variasi konsentrasi asam fosfat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada suhu pirolisis 400 °C didapat waktu pirolisis terbaik selama 60 menit dengan kereaktifan sebesar 312,174 mg/g dan hasil asap cair sebanyak 36 mL. Arang aktif hasil pirolisis pada suhu pirolisis 560 °C dan waktu pirolisis selama 60 menit direndam sebanyak 5 gram dalam 50 mL asam fosfat selama 48 jam didapat konsentrasi terbaik sebesar 25% dengan kereaktifan arang aktif sebesar 423,846 mg/g. Kereaktifan tersebut masih dibawah standar (SNI 06–3730-1995). Hasil analisis asap cair diperoleh pH sebesar 3,83, densitas 1,00793 g/mL, 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 adalah salah satu komoditas tanaman buah yang sangat terkenal di Asia Tenggara terutama Indonesia. Durian tumbuh di sekitar garis khatulistiwa hingga ketinggian 800 mdpl. 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 m²/g hingga 3500 m²/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. 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 ₂ | 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 | Transparan |
| Bahan Terapung | Tidak ada |
| 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 :

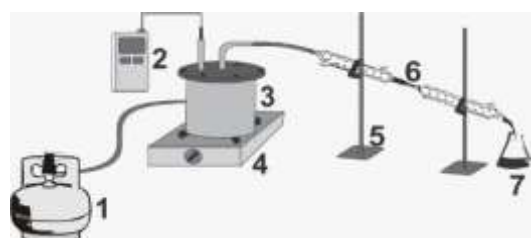
- a. Limbah kulit durian yang diperoleh dari penjual durian di Pasar Baledono Purworejo yang digunakan sebagai bahan baku.
- b. Asam fospat (H₃PO₄) teknis 85% dan aquades (H₂O) yang diperoleh dari toko bahan kimia Bratachem di Ngampilan, Yogyakarta yang digunakan sebagai zat aktivator.
- c. Natrium thiosulfat (Na₂S₂O₃), Iodin (I₂) dan indikator amilum yang diperoleh dari CV. Chem-Mix Pratama di Banguntapan, Bantul yang digunakan untuk analisa arang aktif.

2. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Kaca arloji
- b. Neraca analitik
- c. Corong gelas
- d. Pipet ukur
- e. Pipet tetes
- f. Gelas ukur
- g. Gelas beker
- h. Oven
- i. Pengaduk gelas
- j. Kertas saring
- k. Erlenmeyer
- l. Labu takar
- m. Piknometer
- n. pH meter

Rangkaian alat pirolisis yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

Keterangan :

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

3. Prosedur Penelitian

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

- a. 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.
- b. Proses pirolisis
Limbah kulit durian yang telah kering dimasukan ke dalam tabung (silinder) untuk proses pirolisis. Proses pirolisis dilakukan pada suhu 400°C dengan variasi waktu 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 kosentrasi zat aktivator, hal ini bertujuan untuk memperluas permukaan aktif atau pori-pori menjadi lebih besar, sehingga memperbesar daya serap karbon aktif.

4. Analisa

Analisis dilakukan pada bahan baku berupa kulit durian, arang aktif, dan asap cair yang dihasilkan. Analisis bahan baku meliputi analisis kadar air dan kadar abu. Analisis arang meliputi kadar air, kadar abu, randemen, dan kereaktifan arang. Analisis asap cair meliputi densitas, pH, warna, transparansi, bahan terapung, dan kandungan asap cair.

- a. Analisa bahan baku
 - a) Analisa Kadar
Air Ambil 10 gram bahan kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 110°C, kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghilangkan uap airnya kemudian ditimbang. Panaskan lagi dalam oven selama 30 menit lalu masukkan dalam deksikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulang hingga dicapai berat konstan.

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

- b) Analisa kadar abu
Bahan baku diambil 10 gram, lalu dipanaskan dalam alat muffle furnace pada suhu 900°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. Analisa arang aktif
 - a) Analisa Kadar Air
Ambil 10 gram bahan kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 110°C, kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghilangkan uap airnya kemudian ditimbang. Panaskan lagi dalam oven selama 30 menit lalu masukkan dalam deksikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulang hingga dicapai berat konstan.

- b) Randemen arang aktif
Arang aktif hasil pirolisis ditimbang untuk mengetahui beratnya.
$$\text{Randemen} = \frac{\text{brt arang bebas air}}{\text{brt bahan baku bebas air}} \times 100\%$$

- c) Kadar abu arang aktif
Arang aktif diambil 10 gram, lalu dipanaskan dalam alat muffle furnace pada suhu 900°C selama 3 jam kemudian alat dimatikan tunggu hingga dingin dan timbang hasil abu.

- d) Kereaktifan arang aktif
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 Tiosulfat dan ditambahkan indikator amilum. Catat volume Natrium Tiosulfat yang terpakai (gunakan sebagai volume sampel)

$$\text{Kereaktifan arang} = \frac{(B - A) \times N \times 126,9}{\text{berat bahan mula} - \text{mula}} \times 100\%$$

dengan :

- | | |
|-------|------------------------|
| A | = Volume Sampel (ml) |
| B | = Volume blanko (ml) |
| N | = Normalitas larutan |
| 126,9 | = Berat atom iodium |

- c. Analisa Asap Cair
 - a) Densitas asap cair
Ditimbang 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 berat jenis aquades pada tabel. Data Berat Jenis (ρ) di hitung menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{(brt\ pikno + sampel) - (brt\ pikno\ kosong)}{volume\ pikno}$$

dimana,

VPikno

$$= \frac{(brt\ pikno + aq) - (berat\ pikno\ ksg)}{\rho\ aquades}$$

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

Analisa kandungan asap cair dilakukan dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui kandungan kimia dalam asap cair tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah waktu pirolisis terhadap hasil arang aktif, kadar air, kadar abu, keaktifan arang aktif dan hasil asap cair serta konsentrasi zat aktivator asam phospat terhadap keaktifan arang aktif. Secara keseluruhan hasil penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Pengaruh Waktu Pirolisis

Pada penelitian ini, proses pirolisis dilakukan dengan menggunakan bahan baku kulit durian sebanyak 100 gram pada suhu pirolisis sebesar 400°C dengan variasi waktu pirolisis mulai dari 20, 30,40, 50, 60, dan 70 menit. Pengaruh waktu pirolisis terhadap kualitas arang aktif yang meliputi hasil, kadar air, kadar abu dan kereaktifan arang aktif tercantum pada tabel 3. berikut :

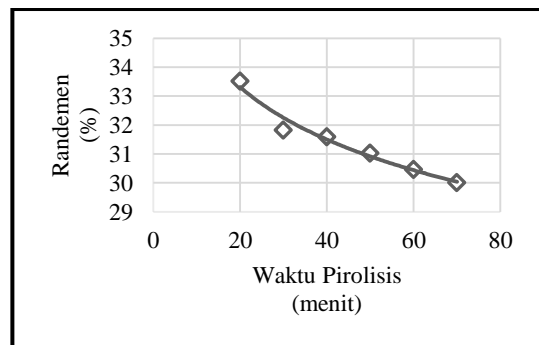
Tabel 3. Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Kualitas Arang Aktif

| No | Waktu Pirolisis (menit) | Randemen (%) | Kadar Abu (%) | Kereaktifan (mg/g) | Hasil Asap Cair (mL) |
|----|-------------------------|--------------|---------------|--------------------|----------------------|
| 1 | 20 | 33,52 | 24,00 | 258,88 | 29 |
| 2 | 30 | 31,82 | 24,25 | 274,10 | 30 |
| 3 | 40 | 31,60 | 25,00 | 302,02 | 33 |
| 4 | 50 | 31,03 | 24,67 | 307,10 | 35 |
| 5 | 60 | 30,46 | 25,25 | 312,17 | 36 |
| 6 | 70 | 30,01 | 25,83 | 314,71 | 40 |

Waktu 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.

2. Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Randemen Arang Aktif

Dari tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan waktu pirolisis dengan randemen arang aktif sebagai berikut:



Gambar 2. Hubungan Waktu Pirolisis dengan Randemen Arang Aktif

Pada gambar 2. dapat diketahui persamaan garis yang menyatakan hubungan antara waktu pirolisis (menit) dengan randemen (%) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$y = -2,615 \ln(x) + 41,146$$

dengan,

x = waktu pirolisis (menit)

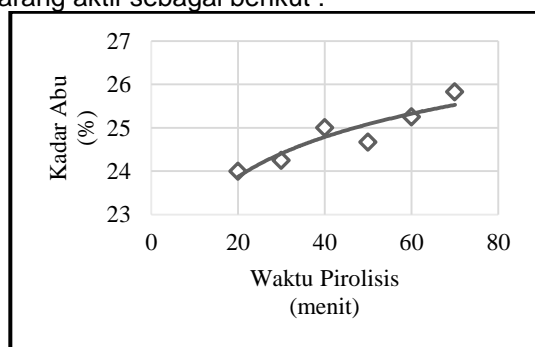
y = randemen (%)

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali randemen arang aktif mempunyai ralat rata-rata sebesar 3,8743 %.

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

3. Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Kadar Abu Arang Aktif

Dari tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan waktu pirolisis dengan kadar abu arang aktif sebagai berikut :



Gambar 3. Hubungan Waktu Pirolisis dengan Kadar Abu Arang Aktif

Pada gambar 3. dapat diketahui persamaan garis yang menyatakan hubungan antara waktu pirolisis (menit) dengan kadar abu (%) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$y = 1,3233 \ln(x) + 19,906$$

dengan,

x = waktu pirolisis (menit)

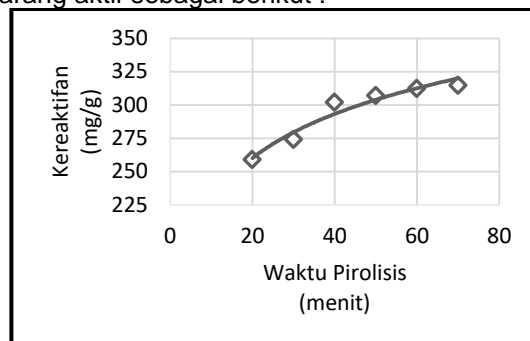
y = kadar abu (%)

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali kadar abu arang aktif mempunyai ralat rata-rata sebesar 0,8574 %.

Pada gambar 3. diatas dapat dilihat bahwa waktu pirolisis mempengaruhi kadar abu dari arang aktif yang dihasilkan, semakin lama waktu pirolisis yang dilakukan maka kadar abu arang aktif akan semakin besar walau kenaikannya tidaklah terlalu signifikan. 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 besar.

4. Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Kereaktifan Arang Aktif

Dari tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan waktu pirolisis terhadap keaktifan arang aktif sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu Pirolisis dengan Kereaktifan Arang Aktif

Pada gambar 4. dapat diketahui persamaan garis yang menyatakan hubungan antara waktu pirolisis (menit) dengan kereaktifan arang aktif (mg/g) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$y = 47,793 \ln(x) + 116,87$$

dengan,

x = waktu pirolisis (menit)

y = kereaktifan (mg/g)

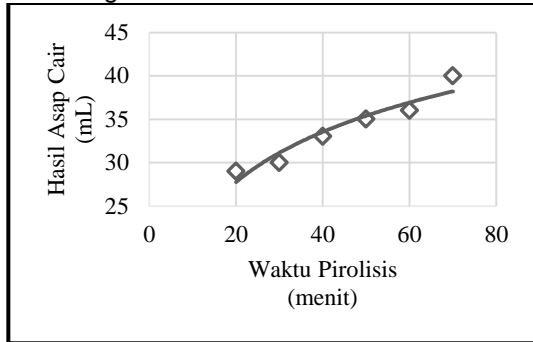
Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali kereaktifan arang aktif mempunyai ralat rata-rata sebesar 1,3655 %.

Pada gambar 4. diatas dapat dilihat bahwa waktu pirolisis mempengaruhi kereaktifan dari arang aktif yang dihasilkan, semakin lama waktu pirolisis yang dilakukan maka kereaktifan arang aktif akan semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan Sumarni (2008), yang menyatakan bahwa waktu berpengaruh pada produk yang akan dihasilkan karena semakin lama waktu proses pirolisis berlangsung produk yang dihasilkannya (residu padat, tar, dan gas) makin naik. Kenaikan itu sampai dengan waktu tak hingga yaitu waktu yang diperlukan sampai hasil padatan ,residu dan tar mencapai konstan. Nilai dihitung sejak proses isothermal berlangsung. Tetapi jika melebihi waktu optimal maka karbon akan teroksidasi oleh oksigen (terbakar), menjadi karbondioksida dan abu. Untuk itu pada proses pirolisis penentuan waktu optimal sangatlah penting. Berdasarkan uraian diatas waktu optimum pirolisis dipilih pada waktu selama 60 menit karena kenaikan kereaktifan arang aktif dari waktu pirolisis 60 menit ke 70 menit sudah tidak terlalu signifikan kenaikannya. Selain itu juga untuk penghematan bahan bakar untuk pirolisis berupa gas LPG dan setelah pirolisis arang aktif akan diaktivasi untuk meningkatkan

kereaktifannya dengan menggunakan asam fosfat.

5. Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Hasil Asap Cair

Dari tabel 3. dapat digambarkan grafik hubungan waktu pirolisis dengan hasil asap cair sebagai berikut :



Gambar 5. Hubungan Waktu Pirolisis dengan Hasil Asap Cair

Pada gambar 3.4. dapat diketahui persamaan garis yang menyatakan hubungan antara waktu pirolisis (menit) dengan hasil asap cair (ml) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$y = 8,3466 \ln(x) + 2,7552$$

dengan,

x = waktu pirolisis (menit)

y = hasil asap cair (mL)

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali hasil asap cair mempunyai ralat rata-rata sebesar 3,0168 %.

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

6. Hasil Analisa Asap Cair

Sementara itu, asap cair hasil pirolisis pada suhu 560 °C dengan waktu pirolisis 60 menit di analisis meliputi densitas, pH, warna, transparansi, bahan terapung dan kadungan asap cair sesuai mutu asap cair spesifikasi yang ditetapkan. Hasil analisis dari asap cair tercantum pada tabel 4. berikut:

Tabel 4. Hasil Analisa Asap Cair

| Parameter | Standar | Hasil Analisis |
|------------------|-------------------------|------------------|
| 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 | Tidak ada | Ada |

Berdasarkan Tabel 4. tersebut, dapat diuraikan hasil analisis asap cair dengan membandingkan standar yang telah ditetapkan.

a. 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.

b. 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.

c. 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.

d. **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, kreosol, 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). Hasil analisis warna dan transparansi asap cair dari limbah kulit durian ini tidak memenuhi standar yang ditetapkan, sementara hasil analisis bahan terapung asap cair dari limbah kulit durian sudah memenuhi standar yang ditetapkan.

e. **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.

f. **Kandungan Asap Cair**

Asap cair yang dihasilkan dari proses pembuatan arang aktif kemudian dianalisa dengan menggunakan alat GC-MS untuk mengetahui kandungan yang terdapat di dalamnya. Berdasarkan hasil

analisis yang tercantum dalam lampiran diperoleh 42 titik puncak (*peak chromatogram*), yang berarti asap cair mengandung 42 macam senyawa dan titik puncak (*peak chromatogram*) tertinggi yaitu pada nomor 1 dengan kandungan senyawa utama dalam asap cair meliputi *Methanol*, *Acetone*, *Acetic Acid*, dan *Hydroxyacetone*.

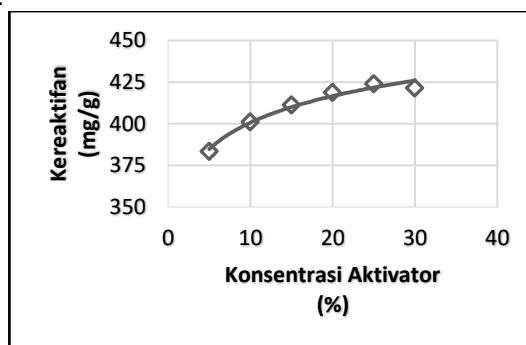
7. Pengaruh Konsentrasi Zat Aktivator

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 H₃PO₄ sebanyak 50 ml selama 48 jam dengan variasi konsentrasi mulai dari 5, 10, 15, 20, 25 dan 30%. Setelah itu disaring menggunakan corong hisap kemudian di oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Pengaruh konsentrasi zat aktivator terhadap kereaktifan arang aktif tercantum dpada tabel 5 berikut :

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi terhadap Kereaktifan Arang Aktif

| No | Konsentrasi aktivator (%) | Keaktifan arang aktif (mg/g) |
|----|---------------------------|------------------------------|
| 1 | 5 | 383,238 |
| 2 | 10 | 401,004 |
| 3 | 15 | 411,156 |
| 4 | 20 | 418,770 |
| 5 | 25 | 423,846 |
| 6 | 30 | 421,308 |

Dari tabel 5. diatas dapat digambarkan grafik hubungan antara konsentrasi aktivator dengan kereaktifan arang aktif sebagai berikut :



Gambar 6 Hubungan Konsentrasi Aktivator dengan Kereaktifan Arang Aktif

Pada gambar 6. dapat diketahui persamaan garis yang menyatakan hubungan antara konsentrasi aktivator (%) dengan kereaktifan arang aktif (mg/g) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$y = 22,993 \ln(x) + 347,67$$

dengan,
 x = konsentrasi aktivator (%)
 y = kereaktifan (mg/g)

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kembali kereaktifan arang aktif mempunyai ralat rata-rata sebesar 0,4812 %.

Dari Gambar 3.5. terlihat bahwa konsentrasi aktivator mempengaruhi hasil kereaktifan arang aktif, semakin besar konsentrasi aktivator maka kereaktifan arang aktif relatif semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin pekat konsentrasi larutan aktivator yang digunakan, maka semakin memperluas permukaan dari arang aktif karena pori yang dihasilkan semakin banyak sehingga memperbesar kereaktifan arang aktif. Pada konsentrasi 25% kereaktifan arang aktif mencapai titik tertinggi dengan nilai keaktifan 378,162 mg/g dan pada konsentrasi 30% kereaktifan arang aktif mengalami sedikit penurunan, hal ini dikarenakan kereaktifan arang aktif telah mencapai titik maksimum kereaktifan berdasarkan konsentrasi aktivator yang digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Limbah kulit durian dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan arang aktif.
- Waktu pirolisis mempengaruhi hasil kereaktifan arang aktif, semakin lama waktu pirolisis maka kereaktifan arang aktif yang semakin tinggi.
- Waktu pirolisis mempengaruhi hasil asap cair, semakin lama waktu pirolisis diperoleh asap cair yang semakin banyak.
- Konsentrasi zat aktivator mempengaruhi hasil kereaktifan arang aktif pada proses aktivasi, semakin besar konsentrasi zat aktivator maka kereaktifan arang aktif semakin tinggi.
- Pirolisis limbah kulit durian (kadar air 11,7% dan kadar abu 8,1433%) dengan berat 100 gram pada suhu pirolisis 400 °C yang divariasikan waktu pirolisis mulai dari 20 menit sampai 70 menit diperoleh hasil terbaik pada waktu pirolisis 60 menit dengan hasil arang aktif 26,9 gram, kereaktifan arang aktif sebesar 312,174 mg/g dan hasil asap cair sebanyak 36 mL
- Aktivasi arang aktif hasil pirolisis pada suhu pirolisis 560°C waktu pirolisis 60 menit menggunakan asam fosfat selama 48 jam dengan variasi

konsentrasi asam fosfat mulai dari 5% sampai 30% diperoleh konsentrasi optimum sebesar 25% dengan hasil kereaktifan sebesar 423,846 mg/g. Kereaktifan arang aktif yang dihasilkan masih dibawah standar.

- Asap cair hasil pirolisis pada suhu 560 °C dengan waktu pirolisis 60 menit memiliki pH sebesar 3,83 dan densitas sebesar 1,00793 gr/mL dengan warna coklat gelap, tidak transparan serta terdapat bahan terapung. Kandungan dalam asap cair meliputi *Methanol*, *Acetone*, *Acetic Acid*, dan *Hydroxyacetone*. Asap cair yang dihasilkan masih sesuai standar.

2. Saran

Adapun beberapa saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan suhu yang lebih tinggi, menambah waktu perendaman, dan menggunakan konsentrasi zat aktivator yang lebih tinggi agar kereaktifan arang aktif dapat memenuhi standar.
- Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk melakukan penelitian lebih lanjut terhadap asap cair yang dihasilkan.
- Diharapkan penelitian selanjutnya untuk menggunakan alat yang lebih baik agar bias mengendalikan kondisi operasi sehingga 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:Gadjah 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
- Sumarni, 2008, *Kinetika Reaksi Pirolisis Plastik Low Density Poliethylene (LDPE)*, Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- 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.