



**PENGARUH UKURAN PARTIKEL DAN
TEMPERATUR PADA PROSES PIROLISIS KULIT
BIJI KAKAO TERHADAP PEROLEHAN ASAP CAIR
DAN ARANG**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh :

Rayonal (2013620015)

Pembimbing :

Dr. Ir. Judy Retti W, M.AppSc

Dr. Ir. Lienda Aliwarga Handojo, M.Eng.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**

2017

No. Kode	: TK RAY p/17
Tanggal	: 23 Februari 2017
No. Ind.	: 4244-FTI / skp 33511
Divisi	: I
Hedrah / Bell	:
Dari	: FTI



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL: PENGARUH UKURAN PARTIKEL DAN TEMPERATUR PADA PROSES
PIROLISIS KULIT BIJI KAKAO TERHADAP PEROLEHAN ASAP CAIR DAN
ARANG

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, Januari 2017

Pembimbing,

Pembimbing

Dr. Ir. Judy Retti W, M.AppSc

Dr. Ir. Lienda Aliwarga Handojo, M.Eng.



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rayonal

NRP : 6213015

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul:

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL DAN TEMPERATUR PADA PROSES PIROLISIS
KULIT BIJI KAKAO TERHADAP PEROLEHAN ASAP CAIR DAN ARANG**

Adalah hasil pekerjaan saya, dan seluruh ide, pendapat, dan materi dari sumber lain, telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 30 Desember 2016

Rayonal
(6213015)



LEMBAR REVISI

JUDUL: PENGARUH UKURAN PARTIKEL DAN TEMPERATUR PADA PROSES
PIROLISIS KULIT BIJI KAKAO TERHADAP PEROLEHAN ASAP CAIR DAN
ARANG

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, Januari 2017

Penguji I,

Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.

Penguji II,

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena anugerah-Nya yang luar biasa telah memungkinkan penulis menyelesaikan penelitian ini dengan tepat waktu. Penelitian berjudul “Pengaruh Ukuran Partikel dan Temperatur Pada Proses Pirolisis Kulit Biji Kakao Terhadap Perolehan Asap Cair dan Arang” disusun sebagai salah satu bentuk prasyarat kelulusan Jurusan Proses Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari tanpa orang-orang yang berada di samping penulis, penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Judy Retti W, M.AppSc, selaku dosen pembimbing pertama yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan penelitian.
2. Dr. Ir. Lienda Aliwarga Handoyo, M.Eng., selaku dosen pembimbing kedua yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan penelitian.
2. Orang tua yang sangat penulis banggakan dan sayangi, yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan penelitian.
3. Teman-teman penulis yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuan kepada penulis.
4. Serta semua pihak yang ikut membantu penulis dalam proses penyusunan penelitian.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan melalui penelitian ini dapat membantu memperluas pengetahuan para pembaca.

Bandung, 30 Desember 2016

Penulis

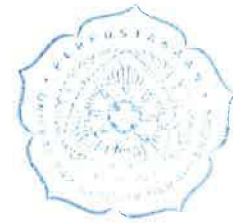


DAFTAR ISI

COVER DALAM.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis.....	3
1.5 Hipotesis Penelitian.....	6
1.6 Tujuan Penelitian.....	6
1.7 Manfaat penelitian.....	7
1.7.1 Bagi Ilmuwan.....	7
1.7.2 Bagi Dunia Industri.....	7
1.7.3 Bagi Lingkungan.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kakao.....	8
2.2 Kulit Biji Kakao.....	9
2.3 Pirolisis.....	11
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pirolisis.....	13
2.5 Pirolisis Hemiselulosa, Selulosa, Lignin.....	17
2.5.1 Hemiselulosa.....	17
2.5.2 Selulosa.....	18
2.5.3 Lignin.....	18
2.6 Produk Pirolisis.....	18

2.7	Asap Cair	20
2.8	Pemanfaatan Asap Cair	21
2.9	Jenis Asap Cair	21
2.10	Komposisi Asap Cair.....	22
2.10.1	Senyawa Fenolik	23
2.10.2	Senyawa Karbonil	23
2.10.3	Senyawa Hidrokarbon Polisiklis Aromatik (HPA)	24
2.10.4	Senyawa Asam	24
2.11	Pemurnian Asap Cair dari Proses Pirolisis	24
2.12	Arang	25
2.12.1	Karakteristik Arang	26
2.12.2	Sifat Kimia Arang.....	27
2.13	Metode Analisis GC-MS	28
BAB 3 BAHAN DAN METODE		30
3.1	Metodologi	30
3.2	Percobaan.....	31
3.2.1	Alat dan Bahan	31
3.2.2	Variasi Percobaan	32
3.2.3	Prosedur Percobaan	33
3.3	Lokasi dan Jadwal Hasil Kerja Penelitian	35
BAB 4 PEMBAHASAN		36
4.1	Analisis Perolehan Hasil Pirolisis	36
4.2	Perolehan Asap Cair	37
4.2.1	Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Perolehan Asap Cair	38
4.2.2	Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Perolehan Asap Cair	39
4.3	Perolehan Tar.....	40
4.3.1	Pengaruh Temperatur Pemanasan Terhadap Perolehan Tar.....	41
4.3.2	Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Perolehan Tar	41
4.4	Perolehan Arang	42
4.5	Analisa Proksimat Arang.....	44
4.5.1	Kadar Air	45
4.5.2	Kadar Abu	46
4.5.3	Kadar Zat Mudah Menguap	48

4.5.4 Kadar Karbon Terikat.....	49
4.6 Identifikasi Komponen Senyawa Asap Cair.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN A METODE ANALISIS	61
A.1 Perhitungan Perolehan Produk	61
A.2 Perhitungan Perolehan Rata-Rata pada Semua Ukuran Partikel dan Temperatur Pirolisis.....	61
A.3 Preparasi sampel untuk analisis menggunakan GC-MS (Budiraharjo dkk, 2008).....	61
A.3.1 Preparasi Sampel	61
A.3.2 Kondisi Pengoperasian GC-MS	62
A.3.3 Pengolahan Data Analisa Kualitatif GC-MS.....	63
A.4 Analisa Proksimat Arang Kulit Biji Kakao	64
A.4.1 Analisa Kadar Air (ASTM D 3173).....	64
A.4.2 Analisa Kadar Abu (ASTM D 3174).....	64
A.4.3 Analisa Kadar Zat yang Hilang pada Suhu 950°C (ASTM D 3175).....	65
A.4.4 Analisa Kadar <i>Fix Carbon</i> (ASTM D 3172).....	65
LAMPIRAN B LEMBAR DATA KESELAMATAN BAHAN.....	66
B.1 Diklorometana	66
B.2 Natrium Sulfat Anhidrat	68
B.3 Gas Helium	69
B.4 Karbon Dioksida.....	70
Lampiran C Hasil Antara.....	72
Lampiran D Grafik	80
Lampiran E Contoh Perhitungan	88
Lampiran F Gambar.....	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Ekspor Kakao Indonesia per Tahun (ton)	1
Gambar 1. 2 Jumlah Ekspor Limbah Kakao (kg) dari Indonesia Tahun 2013	2
Gambar 2. 1 Tanaman Kakao	8
Gambar 2. 2 Kulit Biji Kakao.....	9
Gambar 2. 3 Proses Dekomposisi Molekul Hidrokarbon Kompleks	12
Gambar 2. 4 Skema Sederhana Pirolisis.....	12
Gambar 2. 5 Produk <i>Yield</i> Terhadap Temperatur Pirolisis.....	14
Gambar 2. 6 Laju Pemanasan Terhadap Pirolisis Tempurung Kelapa.....	14
Gambar 2. 7 Pengaruh Laju Pemanasan Terhadap Hasil Pirolisis Sekam Padi	15
Gambar 2. 8 Pengaruh Laju Pemanasan Terhadap <i>Char Yield</i> dari Pirolisis <i>Bio-Oil</i>	15
Gambar 2. 9 <i>Yield</i> Produk Asap Cair Terhadap Variasi Ukuran Partikel	16
Gambar 2. 10 Perolehan Liquid, <i>Char</i> , dan Gas Pada Berbagai Ukuran Partikel.....	17
Gambar 2. 11 Struktur Hemiselulosa	17
Gambar 2. 12 Struktur Selulosa.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	30
Gambar 3. 2 Skema Peralatan Pirolisis	32
Gambar 4. 1 Hasil Perolehan Pirolisis Rata-Rata Dari Semua Variasi Ukuran Partikel dan Temperatur Pirolisis	37
Gambar 4. 2 Hasil Perolehan Pirolisis Rata-Rata Dari Variasi Ukuran Partikel Pada Berbagai Temperatur Pirolisis.....	37
Gambar 4. 3 Pengaruh Temperatur Pemanasan Terhadap Perolehan Asap Cair	39
Gambar 4. 4 Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Perolehan Asap Cair	40
Gambar 4. 5 Pengaruh Temperatur Terhadap Perolehan Tar.....	41
Gambar 4. 6 Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Perolehan Tar	42
Gambar 4. 7 Pengaruh Temperatur Terhadap Perolehan Arang	43
Gambar 4. 8 Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Perolehan Arang.....	44
Gambar 4. 9 Hasil Analisa Proksimat Arang Kulit Biji Kakao Pada Ukuran Partikel-60 Mesh	45
Gambar 4. 10 Hasil Analisa % Kadar Air	46
Gambar 4. 11 Hasil Analisa % Kadar Abu.....	47
Gambar 4. 12 Hasil Analisa % Kadar Zat Mudah Menguap.....	48
Gambar 4. 13 Hasil Analisa % Kadar Karbon Terikat	49
Gambar 4. 14 % Komponen Terhadap Total Senyawa Yang Teridentifikasi Pada Ukuran Partikel -20+40 Mesh	51
Gambar 4. 15 % Komponen Terhadap Total Senyawa Yang Teridentifikasi Pada Ukuran Partikel -40+60 Mesh	52
Gambar 4. 16 % Komponen Terhadap Total Senyawa Yang Teridentifikasi Pada Ukuran Partikel -60 Mesh	53



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Premis.....	3
Tabel 2. 1 Komposisi Kimiawi Kulit Biji Kakao	10
Tabel 2. 2 Kandungan Theobromin dalam Limbah Kakao	11
Tabel 2. 3 Distribusi Produk Pirolisis.....	13
Tabel 2. 4 Komposisi Rata-Rata Total Gas yang Dihasilkan Pada Proses Karbonisasi Kayu	19
Tabel 2. 5 Komposisi Kemiselulosa, Selulosa dan Lignin Dari Berbagai Biomassa.....	20
Tabel 2. 6 Karakteristik <i>Biochar</i> Pada Biomassa.....	26
Tabel 2. 7 Standar Sifat Kimia Arang Menurut SNI	27
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	31
Tabel 3. 2 Kondisi Pirolisis Kulit Biji Kakao.....	33
Tabel 3. 3 Jadwal Hasil Kerja Penelitian.....	35



INTISARI

Indonesia adalah negara yang kaya akan beraneka macam tumbuhan dan buah-buahan. Tanaman kakao merupakan salah satunya. Berdasarkan statistik dalam ICCO Quarterly Bulletin. Indonesia merupakan negara penghasil kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana sebesar 850.000 ton per tahun di tahun 2009. Sedang berdasarkan Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2013 – 2015, selain produksi yang berlimpah, Indonesia juga cukup besar dalam mengekspor kakao per tahunnya yaitu 600.000 ton pada tahun 2006. Bagian yang paling banyak dimanfaatkan dari buah kakao adalah biji kakao, sementara bagian lainnya dianggap sebagai limbah.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan kulit biji kakao melalui proses pirolisis untuk mendapatkan asap cair yang kemudian mungkin dimanfaatkan dalam industri pangan maupun industri non pangan, serta arang sebagai bahan bakar maupun untuk penjernihan. Proses pirolisis ini dilakukan dengan memvariasikan temperatur pirolisis pemanasan antara 400-500°C. Ukuran partikel biomassa antara -60 mesh, -40+60 mesh, dan -20+40 mesh yang dihaluskan dengan menggunakan alat pencacah. Laju pemanasan pirolisis yang digunakan adalah 15°C/min dengan *holding time* 30 menit. Pada penelitian ini dilakukan analisa kualitatif GC-MS agar dapat mengetahui senyawa yang terkandung didalam asap cair, dan dilakukan analisa proksimat arang untuk mengetahui karakteristiknya.

Dari penelitian yang dilakukan, semakin besar temperatur pirolisis dan semakin kecil ukuran partikel, perolehan asap cair dan gas tak terkondensasi terus meningkat, sedangkan perolehan arang dan tar semakin berkurang. Diperoleh perolehan asap cair terbesar dicapai pada temperatur pirolisis 500°C dengan ukuran partikel -60 mesh sebesar 35.19%-wt dan terkecil pada emperatur pirolisis 400°C dengan ukuran partikel -20+40 mesh. Pada hasil analisa kualitatif GC-MS, teridentifikasi kelompok komponen fenolik, asam, karbonil, PAH. Senyawa kafein merupakan bagian dari karbonil sebesar 38.78% yang dominan dalam campuran. Pada analisa proksimat, semakin besar temperatur pirolisis, kadar air dan kadar abu akan berkurang, sementara kadar karbon terikat akan bertambah. Sedangkan kadar zat mudah menguap tidak terlihat kecenderungannya. Kadar air, abu, zat mudah menguap, dan karbon terikat rata-rata arang kulit biji kakao berturut-turut sebesar 8.74%, 18.85%, 27.14%, dan 45.25%. Arang kulit biji kakao pada percobaan ini belum memenuhi standar arang SNI.

Kata kunci : *kulit biji kakao, temperatur pirolisis, ukuran partikel, pirolisis, asap cair, arang*



ABSTRACT

Indonesia is a country rich assortment of herbs and fruits. Cacao plant is one of them. Based on the statistics hearts ICCO Quarterly Bulletin. Indonesia is the third largest cocoa producer in the world in 2013 after Pantai Gading and Ghana about 850.000 ton per year in 2009. While based on the Indonesia Commodity Cocoa Plantation Statistics 2013-2015, in addition to an abundant production, Indonesia is quite large in exporting cocoa per year, 600,000 tons in 2006. The most widely used of cocoa pods are cocoa beans, while the other part is considered as waste.

This study aims to utilize skin cocoa beans through the pyrolysis process to obtain liquid smoke which may then be used in the food industry and non-food industries, as well as charcoal as a fuel or for purification. The pyrolysis process is done by varying the pyrolysis temperature between 400-500°C warming. Biomass particle size between -60 mesh, -40 + 60 mesh and -20 + 40 mesh smoothed by using a counter. Pyrolysis heating rate used is 15°C / min with a holding time of 30 minutes. In this research, qualitative analysis of GC-MS in order to find compounds contained in liquid smoke, and charcoal proximate analysis to determine its characteristics.

From the research conducted, the greater the temperature pyrolysis and the smaller the particle size, the acquisition of liquid smoke and non condensable gases continue to increase, while the acquisition of charcoal and tar on the wane. The liquid smoke obtained gains achieved at the pyrolysis temperature of 500°C with a particle size of -60 mesh by 35.19% -wt and smallest on the pyrolysis temperature of 400°C with a particle size of -20 + 40 mesh. On the results of qualitative analysis GC-MS, identifiable group of phenolic components, acid, carbonyl, PAH. Compounds caffeine is part of a carbonyl of 38.78% which is dominant in the mix. At the proximate analysis, the greater the pyrolysis temperature, moisture content and the ash content will be reduced while and the carbon content are bound to be increased. Then the ash content didn't show any effect. Moisture, ash, volatile matter, and carbon bonded average cocoa bean shell charcoal in a row amounted to 8.74%, 18.85%, 27.14% and 45.25%. Charcoal leather cocoa beans in this trial have not met the SNI charcoal.

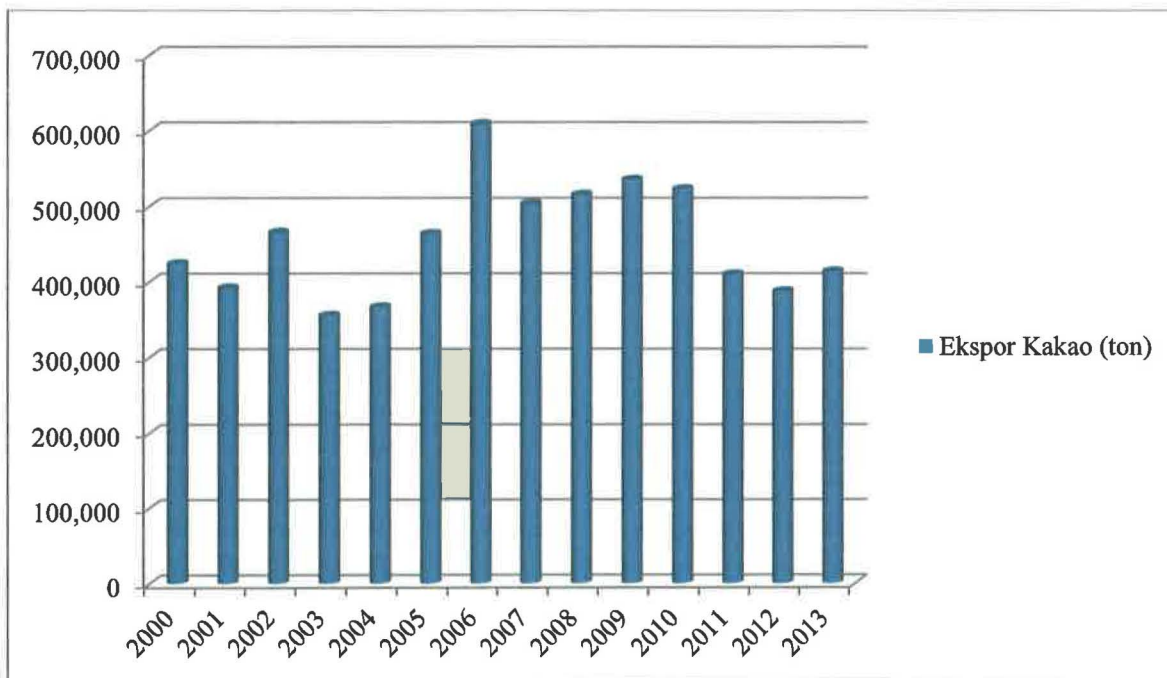
Keywords: *cocoa bean shells, the pyrolysis temperature, particle size, pyrolysis, liquid smoke, charcoal*



BAB 1 PENDAHULUAN

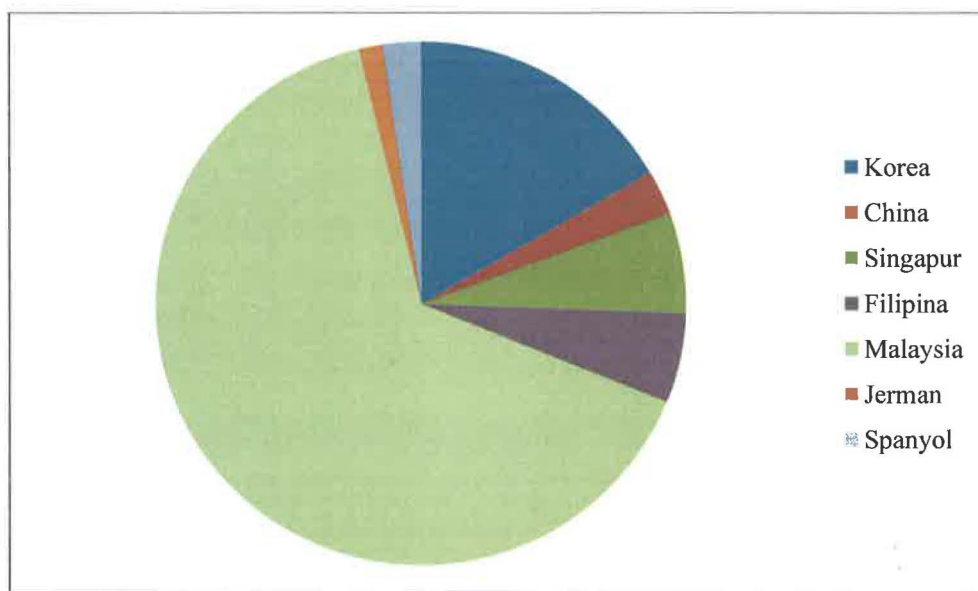
1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang kaya akan beraneka macam tumbuhan dan buah-buahan. Coklat merupakan salah satunya. *Theobroma cacao* atau dikenal dengan coklat, atau kakao merupakan salah satu tanaman potensial di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kakao terbesar di dunia dan menyumbang 15% dari kebutuhan kakao dunia. Faktanya, Indonesia merupakan negara penghasil biji kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana sebesar 850.000 ton per tahun di tahun 2009 dan memproduksi 10% biji kakao dari total produksi dunia (ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistic, Vol.XL, No.1, Cocoa year 2013/2014). Selain produksi yang berlimpah, Indonesia juga cukup besar dalam mengekspor kakao per tahunnya, pada tahun 2006, ekspor kakao mencapai 600.000 ton. (Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2013 – 2015), Seperti pada **Gambar 1.1** berikut:



Gambar 1. 1 Jumlah Ekspor Kakao Indonesia per Tahun (ton) (Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2013-2015)

Bagian yang paling banyak dimanfaatkan dari buah kakao adalah biji kakao, sementara bagian lainnya hanya dianggap sebagai limbah. Biji kakao terdiri dari daging biji sebesar 85-90% dan kulit biji sebesar 10-15%. Tingginya kandungan kulit pada biji kakao menyebabkan jumlah limbah kulit biji kakao yang dihasilkan oleh industri pembuatan coklat dan pengolahan biji kakao sangat melimpah (EI-Saied, 1980). Kulit biji yang dianggap sebagai limbah ternyata sudah mulai di ekspor ke negara-negara lain untuk diolah menjadi bahan yang bermanfaat. Berdasarkan Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2013 – 2015, Malaysia merupakan negara yang paling banyak mengimpor limbah kakao dari Indonesia pada tahun 2013 (pada **Gambar 1.2**).



Gambar 1. 2 Jumlah Ekspor Limbah Kakao (kg) dari Indonesia Tahun 2013

Di Indonesia sendiri, jumlah limbah kulit biji kakao yang dihasilkan suatu industri coklat per tahun cukup besar. Limbah yang dihasilkan belum dimanfaatkan sepenuhnya. Pada beberapa penelitian, kulit buah kakao dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pakan ternak, tepung, dan ekstrak pektin (Wulan, 2001). Padahal, kulit biji kakao mempunyai potensi sebagai bahan baku dalam industri pangan, karena mengandung 16% serat kasar (Wulan, 2001) dan dapat diolah dengan proses pirolisis untuk menghasilkan asap cair. Asap cair yang dihasilkan memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan pengawet pangan, karena memiliki aroma dan cita rasa yang khas. Selain itu dapat dimanfaatkan arang hasil pirolisis sebagai bahan bakar maupun penjernihan air. Potensi pemanfaatan produk pirolisis

yang berasal kulit biji kakao, terutama asap cair dan arang, dapat menambah nilai ekonomis limbah kulit biji kakao.

1.2 Tema Sentral Masalah

Di Indonesia, kulit biji kakao masih dianggap sebagai limbah dan belum adanya teknologi berbasis pangan yang baik dalam memanfaatkannya. Sehingga diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk mempelajari dan mengembangkan teknologi tersebut. Dalam penelitian ini digunakan teknologi pirolisis dengan bahan baku limbah kulit biji kakao untuk menghasilkan asap cair dan arang. Asap cair dan arang yang dihasilkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dari kulit biji kakao itu sendiri.

1.3 Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini, terdapat beberapa masalah yang perlu diteliti

- Apakah temperatur 400°C, 450°C, dan 500°C pada pemanasan pirolisis berpengaruh terhadap *yield* produk khususnya asap cair, tar, dan arang?
- Apakah ukuran partikel -60 mesh, -40+60 mesh, dan -20+40 mesh pada kulit biji kakao berpengaruh terhadap *yield* produk khususnya asap cair, tar, dan arang?
- Apakah temperatur 400°C, 450°C, dan 500°C pada pemanasan pirolisis berpengaruh terhadap kualitas dari asap cair?
- Apakah temperatur 400°C, 450°C, dan 500°C pada pemanasan pirolisis berpengaruh terhadap karakteristik kima dari arang?

1.4 Premis

Berdasarkan sumber yang diperoleh, didapatkan premis-premis mengenai pirolisis asap cair seperti pada **Tabel 1.1**

Tabel 1. 1 Premis

Nomor	Nama peneliti	Bahan baku	Proses	Variabel	Hasil eksperimen
1	Sundaram dan Natarajanb, 2009	Kulit kelapa	Pirolisis	Temperatur: 400°C, 450°C, 500°C, 550°C, 600°C	Pada T=550°C merupakan titik optimum dimana diperoleh <i>yield</i> asap cair paling banyak

				Laju pemanasan: 20°C/min, 40°C/min, 60°C/min	Pada laju pemanasan 60°C/min diperoleh <i>yield</i> asap cair paling banyak
				Ukuran partikel: <0.15mm, 0.15-0.30mm, 0.30-0.60mm, 0.60-1.18mm, 1.18-1.8mm	Pada ukuran partikel 1.18-1.8mm diperoleh <i>yield</i> asap cair yang paling besar
2	Quyên Huynh dan Dung Co Kim (2012)	Biomassa	Pirolisis	Temperatur:400°C, 450°C, 500°C, 550°C, 600°C, 650°C, 700°C	Temperatur optimum terjadi pada T=550°C dimana diperoleh <i>yield</i> asap cair paling besar
				Laju pemanasan: 2,5°C/min, 5°C/min, 7,5°C/min, 10°C/min, 12,5°C/min, 15°C/min	Pada laju pemanasan 7,5°C/min diperoleh <i>yield</i> asap cair paling banyak
				Ukuran partikel: <0.25mm, 0.25-0.354mm, 0.354-0.5mm, 0.5-1mm, 1-2mm, >2mm	Pada ukuran partikel 0.354-0.5mm diperoleh <i>yield</i> asap cair yang paling besar
3	Younes Chhiti and Sylvain	Kayu lunak	Pirolisis	Temperatur: 550°C, 1000°C	Semakin besar temperatur, <i>char yield</i> akan semakin berkurang, namun kondensat asap cair semakin banyak

	Salvador (2012)			Laju pemanasan: 2°C/s, 5°C/s, 10°C/s, 14°C/s, >2000°C/s	Pada laju pemanasan semakin besar, <i>char yield</i> akan berkurang sedangkan kondensat asap cair meningkat
4	S. Ramakrishnan, Patrick Moeller (2002)	Serbuk gergaji	Pirolisis	Temperatur: 350°C, 400°C, 475°C, 600°C	Pada temperatur 475°C, diperoleh <i>yield</i> asap cair paling banyak
					Semakin besar temperatur, <i>char yield</i> akan semakin berkurang
5	A. Abdul Rahman*, N. Abdullah, F. Sulaiman (2014)	Kulit kelapa	Pirolisis	Temperatur: 300°C, 350°C, 400°C, 450°C, 500°C	<i>Yield</i> pirolisis asap cair terbentuk paling banyak pada temperatur 400°C
6	Susy Yuniningsih and S.P.Abrina Anggraini (2013)	Kulit kelapa	Pirolisis	Temperatur: 300°C, 350°C, 400°C, 450°C, 500°C	<i>Yield</i> pirolisis asap cair terbentuk paling banyak pada temperatur 400°C, dengan pH 1,23
7	Kiky C Sembiringa*, Nino Rinaldia, Sabar P Simanungkalita (2014)	Kelawasawit	Pirolisis	Temperatur: 400°C, 500°C, 600°C	<i>Yield</i> asap cair terbesar diperoleh pada temperatur pirolisis 500°C, dengan ukuran partikel 70 mesh
					Temperatur melebihi 500°C akan menurunkan hasil <i>yield</i> pirolisis
8	Hassan, Lakhmiri, dkk (2014)	Buah jarak	Pirolisis	Temperatur: 400°C, 450°C, 500°C, 550°C, 600°C	Diperoleh <i>yield</i> asap cair paling besar pada temperatur pirolisis 550°C

				Ukuran partikel: <0.25mm, 0.2-0.3mm, 0.3-0.5mm, 0.5-1mm	Semakin besar ukuran partikel, <i>yield</i> asap cair yang dihasilkan semakin besar. Pada ukuran partikel 0.5-1mm, didapat <i>yield</i> asap cair paling besar
				Laju pemanasan: 20°C/min, 40°C/min, 60°C/min	Semakin besar laju pemanasan, menghasilkan <i>yield</i> asap cair yang terbesar. Pada laju pemanasan 60°C/min, menghasilkan <i>yield</i> asap cair terbesar
9	Antony, Robert, dkk (2010)	Jatropha Oil Cake	Pirolisis	Ukuran partikel: 0.3mm-1.4mm	Pada ukuran partikel 1-1.18mm diperoleh <i>yield</i> asap cair yang paling besar
				Temperatur: 350°C-500°C	Kenaikan temperatur sebanding dengan kenaikan <i>yield</i> asap cair. Pada temperatur 500°C, diperoleh <i>yield</i> asap cair paling besar

1.5 Hipotesis Penelitian

Dari premis-premis yang didapatkan, peneliti memiliki hipotesis bahwa temperatur pirolisis, laju pemanasan dan ukuran partikel kulit biji kakao mempengaruhi *yield* asap cair maupun arang. Pada temperatur pirolisis 500°C dan dengan ukuran partikel -60 mesh akan menghasilkan *yield* asap cair terbesar. Semakin besar temperatur pirolisis, dan semakin kecil ukuran partikel biomassa akan menghasilkan *yield* asap cair yang besar pula, sedangkan semakin lama laju pemanasan dan semakin besar ukuran partikel biomassa akan menghasilkan *yield* arang yang paling besar. Semakin besar temperatur pemanasan pirolisis dan semakin kecil ukuran partikel, kadar air, kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat dari arang akan berkurang, sedangkan kadar abu akan bertambah.

1.6 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan umum untuk mengetahui karakteristik produk pirolisis dari kulit biji kakao. Sedangkan tujuan khususnya adalah:

- a. Melihat pengaruh temperatur pemanasan dan ukuran partikel kulit biji kakao terhadap *yield* produk seperti asap cair, arang, tar dan gas tak terkondensasi dengan proses pirolisis
- b. Melihat pengaruh temperatur pemanasan kulit biji kakao dan ukuran partikel kulit biji kakao terhadap kualitas dari asap cair
- c. Melihat pengaruh temperatur pemanasan kulit biji kakao dan ukuran partikel kulit biji kakao terhadap sifat kimia dari arang

1.7 Manfaat penelitian

Penelitian mengenai pirolisis asap cair kulit biji kakao memiliki manfaat bagi ilmuwan, industri, dan lingkungan

1.7.1 Bagi Ilmuwan

1. Menambah pengetahuan para ilmuwan dalam mengembangkan pembuatan asap cair dan arang dari kulit biji kakao dengan proses pirolisis
2. Mengetahui ukuran partikel yang paling baik untuk pirolisis kulit biji kakao
3. Mengetahui temperatur yang paling baik untuk pirolisis kulit biji kakao

1.7.2 Bagi Dunia Industri

1. Menemukan cara yang efektif untuk memperoleh hasil produksi asap cair dan arang dengan proses pirolisis
2. Asap cair dan arang dari kulit biji kakao dapat diproduksi oleh industri secara komersial karena ketersediaannya yang melimpah
3. Meningkatkan nilai ekonomis dari asap cair dan arang kulit biji kakao

1.7.3 Bagi Lingkungan

1. Mengurangi limbah kulit biji kakao yang belum dimanfaatkan secara maksimal