

BAHAN API PEPEJAL DARIPADA SISA BAHAN BUANGAN INDUSTRI
MINYAK KELAPA SAWIT

AMIRULLAH BIN AMRAN

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

(UTeM)

PENGESAHAN PENYELIA

“Saya akui bahawa telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal- Bendalir).”

Tandatangan:

Penyelia: ENCIK MOHD HAIZAL BIN MOHD HUSIN

Tarikh: 28 JUN 2013

**BAHAN API PEPEJAL DARIPADA SISA BAHAN BUANGAN INDUSTRI
MINYAK KELAPA SAWIT**

AMIRULLAH BIN AMRAN

**Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

JUN 2013

PENAKUAN

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :

Penulis : AMIRULLAH BIN AMRAN

Tarikh : 28 JUN 2013

*Khas buat
Ayahanda dan Bonda tersayang*

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT kerana dengan limpah kurniaNya dapat saya menyiapkan laporan Projek Sarjana Muda (PSM) ini dengan jayanya. Di kesempatan ini juga, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan ikhlas kepada penyelia, Encik Mohd Haizal Bin Mohd Husin atas bimbingan serta dorongan yang diberikan sepanjang pelaksanaan Projek Sarjana Muda ini.

Di samping itu juga, tidak dilupakan buat pihak Kilang Sawit SIME DARBY Sdn. Bhd., Kempas atas kerjasama urusan pengambilan sampel kajian. Kerjasama daripada pihak makmal, terutamanya juruteknik-juruteknik semasa menjalankan eksperimen di makmal amatlah dihargai.

ABSTRAK

Malaysia merupakan antara negara penanam kelapa sawit yang menjadi pengeluar minyak sawit utama dunia. Kesan sampingannya ialah berlakunya lambakan yang banyak sisa buangan industri ini. Dalam kajian ini, tiga jenis bahan sisa buangan industri minyak kelapa sawit iaitu sabut, tempurung dan *decanter cake* akan melalui beberapa analisis termal-fizikal bagi mengenal pasti potensi bahan-bahan tersebut untuk dijadikan bahan api pepejal bagi kegunaan komersil dan konvensional. Sampel yang digunakan adalah dalam bentuk asas atau campuran dengan melalui ujian termal fizikal iaitu ujian peratus kelembapan (%), ujian kekuatan mekanikal terhadap beban dan ujian nilai kalori. Hasil kajian mendapati *decanter cake* adalah sampel yang memiliki peratus kelembapan tertinggi iaitu 70.5% tetapi memiliki ketahanan mekanikal yang baik dengan mencatat nilai tertinggi dengan campuran sabut iaitu 690N. Nilai kalori tertinggi dimiliki oleh sampel tempurung dengan nilai 4504 kkal/kg.

ABSTRACT

Malaysia is among the oil palm growers become the world's leading producer of palm oil. The consequences of this is a lot of dumping waste industry. In this study, three types of industrial wastes of palm oil mesocarp fibre, shell and decanter cake goes through several thermal-physical analysis to identify the potential for these materials to be used as a solid fuel for commercial use and conventional. Sample used is in basic form or mixed with through physical thermal test which tests on the moisture content (%), mechanical strength for load testing and test calorific value. The study found decanter cake is a sample which has the highest percentage of 70.5% moisture but turns out to have good mechanical durability, recording the highest value of 690N with the adding of fiber mixture. Highest calorific value owned by shell samples with value 4504 kcal / kg.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	i
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	ix
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL	xiv
	SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB I	Pengenalan	
	1.1 Latar belakang projek	1
	1.2 Pernyataan masalah	3
	1.3 Objektif kajian	4
	1.4 Skop Kajian	4

BAB II**KAJIAN ILMIAH**

2.1	Tenaga	5
2.1.1	Tenaga tidak boleh perbaharui	6
2.1.2	Tenaga boleh perbaharui	7
2.1.3	Tenaga sekunder	8
2.2	Biojisim	8
2.2.1	Potensi biojisim	9
2.2.3	Biojisim di Malaysia	10
2.3	Sisa buangan industri sawit	12
2.3.1	Pengenalan kelapa sawit.	12
2.3.1.1	Struktur	13
2.3.1.2	Proses	14
2.3.1.3	Produk	16
2.3.2	Biojisim kelapa sawit	17
2.4	Analisis Fizikal	20
2.4.1	Analisis proksimat dan analisis muktamad	21
2.5	Analisis mekanikal	23
2.5.1	Ujian ketahanan	24

BAB III**KAEDAH KAJIAN**

3.1	Carta alir kaedah kajian	27
3.2	Penyediaan sampel	28
3.2.1	Pengeringan sampel	28
3.2.2	Campuran fizikal	29
3.3	Ujian Termal-Fizikal	30
3.3.1	Oksigen Bom Kalorimeter	30
3.3.2	Kajian awalan ketahanan biojisim	32

BAB IV	HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN	
4.0	Pengenalan	34
4.1	Analisis Peratus Kelembapan	35
4.2	Analisis Ketahanan	39
4.3	Analisis Nilai Kalori	44
4.4	Perbandingan Sampel	49
4.5	Pengaruh Kelembapan Terhadap Sampel	51
BAB V	KESIMPULAN DAN CADANGAN	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Cadangan	58
	RUJUKAN	59
	BIBLIOGRAFI	62
	LAMPIRAN	63

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Tenaga tidak boleh perbaharui	6
2.2	Tenaga boleh perbaharui	7
2.3	Biojisim di negara Malaysia	10
2.4	Produk kilang kelapa sawit	16
2.5	Biojisim dari sumber kelapa sawit	17
2.6	Pencirian biojisim kelapa sawit	20
2.7	Analisis Proksimat kelapa sawit	21
2.8	Ciri kelapa sawit sebagai bahan api	22
2.9	Analisis bahan bakar biojisim	23
4.1	Hasil peratus kelembapan	35
4.2	Hasil ujian ketahanan	39
4.3	Hasil Ujian Nilai Kalori	44

4.4	Perbandingan sampel (ketahanan)	49
4.5	Perbandingan sampel (nilai kalori)	50
5.1	Rumusan sampel nilai tertinggi	56

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Penghasilan global minyak dan lemak	13
2.2	Struktur biji buah kelapa sawit	13
2.3	Proses kilang sawit	15
3.1	Carta alir kaedah kajian	27
3.2	Sampel asas kajian	29
3.3	Sampel campuran kajian	29
3.4	Mesin bom kalorimeter	31
3.5	Mesin INSTRON 5585	33
4.1	Graf peratus kelembapan melawan masa pengeringan sampel (jam) bagi nisbah asas dan nisbah campuran 90:10.	35
4.2	Graf peratus kelembapan melawan masa pengeringan sampel(jam) bagi nisbah asas dan nisbah campuran 70:30.	36
4.3	Graf peratus kelembapan melawan masa pengeringan sampel(jam) bagi nisbah asas dan nisbah campuran 50:50.	37

4.4	Graf peratus kelembapan melawan masa pengeringan sampel(jam) bagi nisbah asas dan nisbah campuran 90:5:5, 70:15:15 dan 50:25:25.	38
4.5	Graf nilai beban maksimum (N) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel asas dan campuran dengan nisbah 90:10.	40
4.6	Graf nilai beban maksimum (N) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel DDC dan sabut dengan nisbah 90:10,70:30 dan 50:50.	41
4.7	Graf nilai beban maksimum (N) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel DDC dan tempurung dengan nisbah 90:10,70:30 dan 50:50.	42
4.8	Graf nilai beban maksimum (N) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel DDC dan sampel campuran dengan nisbah 90:5:5,70:15:15 dan 50:25:25.	43
4.9	Graf nilai kalori(kkal/kg) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel asas; DDC, tempurung dan sabut.	45
4.10	Graf nilai kalori(kkal/kg) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel asas (DDC,tempurung) dengan sampel campuran (DDC, tempurung).	46
4.11	Graf nilai kalori(kkal/kg) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel asas (DDC,sabut) dengan sampel campuran (DDC, sabut).	47

4.12	Graf nilai kalori(kkal/kg) melawan masa pengeringan sampel (jam) antara sampel asas (DDC,sabut) dengan sampel campuran (DDC, sabut).	48
4.13	Sampel DC (12 jam pengeringan) rapuh dan kurang tahan.	51
4.14	Sampel DC dan sabut (90:10) 6 jam pengeringan lebih tahan dan tidak rapuh	52
4.15	Sampel DC (6 jam pengeringan) yang diserang oleh kulat putih.	53
4.16	Sampel campuran DC dengan sabut diserang kulat putih	53

SENARAI SIMBOL

m	=	berat jisim tertentu (dinyatakan dalam teks)
DC	=	kek decanter
CPO	=	minyak kelapa sawit mentah
EFB	=	buah tandan kosong
FFB	=	buah tandan segar
KPO	=	minyak kernel/isirung
POME	=	efluen kilang sawit
POM	=	kilang kelapa sawit

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Carta Gantt Projek Sarjana Muda 1 & 2	62
B	Aktiviti Kajian	63
C	Contoh pengiraan	64

BAB I

PENGENALAN

1.1 LATAR BELAKANG KAJIAN

Isu harga bahan api utama iaitu minyak semakin meningkat naik pada masa sekarang membimbangkan penduduk Malaysia secara umum dan dunia khususnya. Pada masa yang sama, di peringkat global sejak kebelakangan ini, minyak bukan lagi satu isu semasa yang hanya terhad kepada turun naik harga. Dalam perspektif dan skop yang lebih luas, pasaran dan simpanan minyak semasa berkait rapat dengan bentuk tenaga alternatif masa depan (Ujang, 2007). Negara Malaysia dengan langkah proaktif telah mengumumkan untuk menambah Dasar Tenaga Nasional, Dasar Lima Bahan Api adalah diperkenalkan pada tahun 2001 di bawah Rancangan Malaysia Ke-8 2001-2005. Tujuannya adalah untuk membimbing campuran tenaga negara ke arah lima bahan api iaitu minyak, gas, arang batu, hidro dan tenaga boleh diperbaharui. (Lim *et al.* 2006).

Berdasarkan dasar ini, Malaysia akan dilengkapi dengan model mampan pembangunan tenaga. Malaysia kaya dengan sumber tenaga semulajadi atau tenaga boleh diperbaharui. Malaysia merupakan sebuah negara yang terletak di antara 1 ° dan 7 ° Utara Khatulistiwa, mempunyai kelimpahan sumber tenaga boleh diperbaharui seperti solar, angin, hidro (tenaga air) dan biojisim tetapi kebanyakan sumber-sumber tenaga boleh diperbaharui tidak dieksploitasi sepenuhnya. Pada masa ini, Malaysia masih amat bergantung kepada bahan api fosil sebagai sumber utama tenaga. Disebabkan pola semasa kenaikan harga bahan api, terutamanya harga minyak mentah di pasaran dunia, kerajaan Malaysia terpaksa mencari lain-lain sumber tenaga

alternatif dengan penekanan ke atas tenaga diperbaharui. Salah satunya ialah sumber tenaga biojisim daripada industri kelapa sawit. Biojisim kelapa sawit merupakan salah satu sumber biojisim yang mempunyai sumber yang banyak di Malaysia. Ianya yang diberi nama saintifik sebagai *Elaiiss guineensis* berasal daripada hutan hujan asli, Afrika Barat.

Kelapa sawit mula ditanam di Tanah Melayu (sebelum Malaysia) pada tahun 1914. Aktiviti penanaman secara besar-besaran bermula sekitar 1960'an di seluruh kawasan di dalam negara. Kelapa sawit ditanam dengan tujuan mendapatkan minyaknya. Sumber minyak kelapa sawit diperolehi melalui sabut mesokarpa dan bahagian isirung (kernel) melalui proses remasan dan proses yang dilakukan dilakukan di kilang kelapa sawit (POM). Sebanyak 10% adalah hasil minyak mentah (CPO) dan minyak isirung (KPO) kelapa sawit. Pendapatan negara kasar hasil penjualan sumber minyak ini ialah kira-kira RM53 ribu juta. Manakala selebihnya iaitu baki 90% adalah sisa bahan buangan yang meliputi sabut mesokarpa, buah tandan kosong (EFB), batang kelapa sawit, tempurung kelapa sawit dan efluen kilang kelapa sawit (POME). (Choo et al. 2012) Pada masa kini, biojisim seperti sabut mesokarpa dan tempurung kelapa sawit digunakan untuk membantu proses pembakaran didalam dandang kilang kelapa sawit untuk tujuan penghasilan tenaga elektrik oleh turbin. Terdapat juga sesetengah kilang yang memerangkap gas yang dihasilkan oleh sisa cecair buangan efluen kilang kelapa sawit. Proses penghasilan gas ini disebut sebagai anaerobik Gas yang dihasilkan ialah gas metana yang bercampur beberapa kotoran. Gas kemudiannya akan ditapis sebelum digunakan dalam enjin biogas. Pembangunan sektor penanaman kelapa sawit telah menjadi antara keutamaan dalam pembangunan ekonomi negara sehingga tertubuhnya *Malaysian Palm Oil Berhad* (MPOB), dan beberapa organisasi yang lain. Tujuannya ialah untuk membantu pelaksanaan program kerajaan bagi meningkatkan pengeluaran minyak sawit dan kualiti.

1.2 PERNYATAAN MASALAH

Fenomena penggunaan tenaga masa kini berbanding bekalan sumber bahan bakar fosil yang terhad, telah mengarahkan untuk membangunkan sumber tenaga alternatif Penggunaan sumber tenaga boleh diperbaharui adalah antara jalan penyelesaian masalah. Sumber tenaga dari biojisim seperti sisa kelapa sawit dan kayu, sekam padi dan sisa buangan bandaran dan tenaga suria merangkumi 90% dari potensi sumber tenaga boleh diperbaharui ini. Pembakaran sisa bahan buangan biojisim boleh digunakan untuk menghasilkan tenaga terma.

Di dalam industri kelapa sawit menunjukkan penghasilan minyak kelapa sawit mentah daripada buah tandan segar (FFB), menghasilkan kira-kira 30% untuk serat sabut (*fibre*); 6% untuk tempurung (shell); 3% untuk ‘*decanter cake*’ dan 28.5% untuk tandan kosong (EFB) (R.P.Singh et al. (2011). Bahan buangan kelapa sawit lebih tinggi berbanding hasil minyak sawit mentah (CPO) yg diperolehi. Bahan-bahan buangan sisa pepejal seperti sabut mesokarpa dan tempurung digunakan sebagai bahan api untuk dandang. Manakala decanter cake digunakan sebagai baja. Kandungan minyak masih terkandung dalam sisa buangan ini sekitar 30-40%.

Pembuangan sisa ini kepada alam sekitar menyebabkan pencemaran udara dan air yang teruk Nilai tambah sisa bahan buangan ini adalah dengan menjadikannya sebagai bahan api pepejal alternatif kerana mengandungi nilai kalori yang tinggi berikutan terdapat sisa minyak kelapa sawit yang masih terdapat di dalamnya. Secara tidak langsung, masalah pembuangan sisa industri yang menyebabkan pencemaran dapat diatasi.

1.3 OBJEKTIF

Objektif bagi kajian ini ialah untuk mengetahui dan mengenalpasti potensi sisa bahan buangan industri minyak kelapa sawit sebagai bahan api pepejal untuk kegunaan komersil dan konvensional. Selain itu, pencirian bahan api pepejal yang digunakan akan dilakukan berdasarkan analisis terma-fizikal. Dalam kajian ini, sumber sisa bahan buangan industri kelapa sawit yang dipilih ialah sabut mesokarpa kelapa sawit, tempurung kelapa sawit dan *decanter cake*.

1.4 SKOP KAJIAN

Kajian yang dijalankan akan meliputi beberapa skop yang mengawal perjalanan kajian. Antara skop yang digariskan ialah:-

- i. Melakukan kajian berkaitan sifat terma fizikal ke atas sampel *decanter cake*, sabut dan tempurung.
- ii. Melakukan pencirian ke atas sampel asas dan sampel dedua berdasarkan sifat terma fizikal.
- iii. Menerangkan dan menghubungkaitkan antara sampel berdasarkan hasil ujian yang dilakukan ke atas sampel.

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.0 PENGENALAN

Dalam bab ini, kajian ilmiah berkaitan perkara yang melibatkan tenaga, sumber tenaga biojisim, sisa bahan buangan industri kelapa sawit, beberapa analisis berkaitan dengan projek, serta beberapa yang telah dilakukan pada masa lepas akan dibentangkan.

2.1 TENAGA

Tenaga merupakan suatu kewajiban bagi manusia dalam menjalani kehidupan dan melakukan kerja. Bahkan seluruh kehidupan ini digerakkan dengan tenaga. Apakah itu Tenaga? Definisi tenaga diberikan oleh Kamus Oxford Fajar (Edisi Ketiga) sebagai keupayaan untuk membuat kerja. Kita menggunakan tenaga daripada pelbagai sumber untuk melakukan kerja-kerja. Ianya disebut sebagai sumber tenaga. Sumber Tenaga secara amnya boleh dibahagikan kepada dua kategori:

1. Sumber Tenaga Utama
 - a. Sumber tenaga utama yang tidak boleh diperbaharui
 - b. Sumber Tenaga Yang Boleh Diperbaharui
2. Sumber Tenaga Sekunder

2.1.1 Sumber tenaga utama yang tidak boleh diperbaharui

Sumber tenaga pada masa sekarang banyak tertumpu kepada tenaga tidak boleh diperbaharui. Sumber tenaga utama yang tidak boleh diperbaharui ini akan habis pada suatu masa nanti dan di antara contoh tenaga itu ialah seperti berikut:-

Jadual 2.1 Tenaga tidak boleh diperbaharui.

Sumber	Contoh
Bahan Api Fosil	<ul style="list-style-type: none"> Minyak mentah ataupun petroleum adalah sejenis serbatian hidrokarbon cecair yang berwarna gelap dan pekat yang biasanya didapati di bahagian asas kerak bumi. Arang batu adalah pepejal hitam semula jadi dan digunakan sebagai bahan bakar secara meluas. Gas Asli adalah sejenis sebatian hidrokarbon dalam bentuk gas dan terbentuk di lapisan magma bumi.
Bahan Api Mineral	<ul style="list-style-type: none"> Uranium semula jadi seperti Uranium-234, Uranium-235 dan Uranium-238. Uranium adalah unsur logam radioaktif yang berwarna kelabu atau keperakan