

**POTENSI PEMANFAATAN DAGING BIJI BUAH PICUNG (*Pangium Edule Reinw*)
SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN MINYAK GORENG DAN BAHAN BAKAR
ALTERNATIF BIODIESEL**

***POTENCY OF PICUNG (*Pangium edule Reinw*) ENDOSPERM
UTILIZED AS A RAW MATERIAL IN PRODUCING FRYING OIL OR BIODIESEL***

Farida Hanum Hamzah, Nirwana Hamzah, dan Irdoni HS
Fakultas Pertanian Universitas Riau Kode Pos 28293 Indonesia
E-mail korespondensi: faridahanum_hamzah@yahoo.com

Diterima 11-04-2018, Selesai Direview 23-05-2018, Diterbitkan 30-05-2018

ABSTRACT

*This research aimed to describe Picung/ Pangi (*Pangium Edule Reinw*) as a raw material for frying oil or biodiesel. As this picung/pangi plants are widely consumed by Indonesian people, this plant is an interesting subject to be researched and studied. The method being used for frying oil production is extraction method using petroleum eter in laboratory and the yield then analyzed. The results showed that its density: 0.918 g/ml; water content: 0.0253%; free fatty acid (FFA) content: 2.53%; fat content: 51.468%; acid number: 0.33 mg KOH/g; Iodine number: 29.31 g Iod/100 g Oil; peroxide number: 4.124 meq/kg; and oil's color depends on the process used. The oil was then used for producing biodiesel, which consist of two-step processes, esterification and transesterification. The result of research showed that characteristics of biodiesel produced having density: 0.888 g/ml; viscosity: 0.0006 g/cms; water content: 0.024%; free fatty acid (FFA) 0.3557%; Iodine number: 29.31 g Iod / 100 g Oil; scap number: 188.23 mg KOH/g; acid number 0.33 mg KOH/g; and Cetane number was 68.7. It is concluded that Picung/Pangi can be processed into frying oil and biodiesel.*

Keywords: *Picung/Pangi (*Pangium Edule Reinw*) endosperm, Pangi oil, biodiesel*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar potensi dari tanaman Picung/Pangi (*Pangium Edule Reinw*) sebagai bahan baku minyak goreng dan bahan bakar alternatif biodiesel sehingga tanaman picung/pangi ini nantinya bisa dimanfaatkan secara luas seperti halnya tanaman kelapa sawit dan kelapa pada umumnya, karena tanaman picung/pangi ini sangat banyak dikonsumsi oleh penduduk/masyarakat Indonesia, hal ini sangat menarik untuk dipelajari dan dilakukan penelitian. Dilatarbelakangi informasi dan penelitian di atas merupakan bahan acuan, diharapkan agar buah picung/pangi ini dapat berdaya guna lebih tinggi. Metode pembuatan minyak goreng melalui ekstraksi dengan petroleum eter dengan skala laboratorium, kemudian hasil minyak yang dapat dianalisa. Hasil uji tersebut densitas 0.918 g/ml, kadar air 0.0253%; kadar asam lemak bebas 2.53%, kadar lemak 51.468%, bilangan asam 0.33 mg KOH/g, bilangan lod 29.31 g Iod/100 g minyak, bilangan peroksida 4,125 meq/kg, dan untuk warna tergantung dari cara proses. Kemudian minyak yang dihasilkan dilanjutkan untuk pembuatan biodiesel. Model pembuatan biodiesel melalui dua tahap proses yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dengan karakteristik yaitu densitas 0,888 g/ml, viskositas 0,0006 g/cm.s, kadar air 0,024%, kadar asam lemak bebas 0,3557%, bilangan lod 29,31 g lod/100g, bilangan penyabunan 188,23 mg KOH/g, bilangan asam 0,33 mg KOH/g dan angka setana (Cetane Number) 68,7. Kesimpulannya minyak picung bisa dipakai sebagai minyak goreng dan bahan bakar alternative biodiesel.

Katakunci : Daging buah Picung/Pangi, minyak picung/pangi, biodiesel

PENDAHULUAN

Meningkatnya konsumsi BBM di dalam negeri akan menimbulkan masalah lain berupa meningkatnya subsidi pemerintah

terhadap BBM serta makin berkurangnya jumlah minyak bumi sebagai andalan komoditi ekspor untuk menghasilkan devisa, karena harus diolah lebih banyak untuk memenuhi BBM dalam negeri. Keterangan-

tungan Indonesia terhadap minyak bumi harus dikurangi. Oleh karena itu harus dicari usaha untuk menutupi kekurangan pasokan pada masa mendatang.

Usaha-usaha untuk mencari dan mengembangkan sumber bahan bakar diesel alternative terus dilakukan. Mengingat bahan bakar diesel yang berasal dari minyak bumi menimbulkan akibat buruk bagi lingkungan yaitu meningkatkan kadar CO₂ di udara yang berakibat efek rumah kaca dan iklim global, maka sumber bahan bakar alternative tersebut sangat dikehendaki yang merupakan sumber terbarukan.

Indonesia sebagai Negara tropis memiliki berbagai jenis tanaman yang dapat dikembangkan sebagai sumber energi alternative yang terbarukan (Sugiyono, 2005), salah satunya bahan baku yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar pengganti minyak bumi adalah tanaman picung (*Pangium edule* Reinw) yang dapat menghasilkan minyak dari daging biji buahnya. Disamping itu juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku minyak goreng sehingga bisa menutupi kebutuhan akan minyak goreng masyarakat Indonesia, karena daging biji buah picung/pangi/kepayang ini termasuk edible oil seperti minyak sawit, minyak kelapa ataupun minyak nabati lainnya.

Pemanfaatan minyak picung (*Pangium edule* Reinw) sebagai minyak goreng karena minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok dan harganya dipasaran dari hari kehari semakin mahal karena bahan baku yang sangat terbatas

disebabkan CPO dimanfaatkan untuk banyak hal sehingga mengganggu penyediaan kebutuhan minyak goreng nasional. Minyak picung merupakan alternative yang ideal untuk mengurangi tekanan permintaan bahan bakar minyak dan penghematan penggunaan cadangan devisa Negara. Karena minyak picung selain merupakan sumber minyak goreng dan juga merupakan sumber minyak terbaru (*renewable fuels*) serta termasuk edible oil sehingga bisa memenuhi kebutuhan pokok akan minyak goreng dan bahan bakar dari minyak nabati

bersifat ramah lingkungan, mampu mengeliminasi emisi gas buang dan mengurangi efek rumah kaca daripada minyak bumi yang menimbulkan peningkatan CO₂ di udara yang berakibat efek rumah kaca dan iklim global.

Tanaman picung/pangi (*Pangium edule* Reinw) mempunyai potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai minyak goreng dan bahan bakar alternatif biodiesel karena daging bijinya mengandung lemak dan ini telah dimulai di Propinsi Riau tepatnya di daerah Lipatkain (Kabupaten Kuantan Singingi) yang mengolah daging biji buah picung menjadi minyak goreng tapi, banyak dilaporkan bahwa konsumsi daging buah picung/pangi dapat menyebabkan sakit kepala. Senyawa beracun yang terdapat didalam daging biji buah picung/pangi sebagai senyawa ginokardin yang merupakan sianogenik glukosida (Hegnauer, 1966), ini disebabkan karena senyawa gliko yang ada di dalamnya yaitu ginokardin, akibat pengaruh enzim ginokardase maka senyawa tersebut mengalami hidrolisis dan membebaskan HCN (asam sianida), jika asam sianida terkonsumsi 0,3 - 3,5 mg/kg berat badan atau sebesar 30 - 210 mg untuk orang dewasa dapat berakibat fatal atau kematian. Mengingat sifatnya yang sangat beracun dan komposisi dari trigliserida minyak daging biji. Buah picung/pangi ini belum diketahui dan daging biji buah picung/pangi ini banyak digunakan /dikonsumsi di Indonesia, sangat relevan kalau dipelajari dan dilakukan penelitian serta dianalisa terlebih dahulu mutu sifat fisiko-kimia minyak yang telah dipakai oleh penduduk daerah Lipatkain tersebut sekaligus merupakan penelitian awal untuk melihat potensi pemanfaatan minyak picung/pangi yang digunakan dan untuk memberi informasi dilatarbelakangi dari hasil penelitian diatas, yang merupakan bahan acuan sehingga buah picung/pangi ini nantinya dapat berdayaguna dan berhasil guna sangat tinggi, sebagai bahan baku untuk minyak goreng dan bahan bakar alternatif biodiesel. Beberapa negara telah menetapkan standard biodiesel, penetapan

standard biodiesel antara beberapa negara dengan negara lainnya berbeda, disesuaikan dengan iklim dan kondisi masing-masing negara.

Ekstraksi dilakukan dengan skala laboratorium untuk mendapatkan minyak daging biji buah pangi/picung dan pembuatan biodiesel secara transesterifikasi dengan menggunakan katalis K_2CO_3 pijar dan methanol.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Institut Pertanian "STIPER" Yogyakarta dan Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau Pekanbaru serta UPT Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Dinas Perindustrian Dan Perdagangan Pemerintah Provinsi Riau Pekanbaru.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian heksana (C_6H_6), aquades,

K_2CO_3 pijar, CH_3OH , $Na_2S_2O_3$, $KMnO_4/H_2O$, phenol phtalein, $H_2C_2O_4$, $K_2Cr_2O_7$ HCL, NaCL, KOH, $NaBO_3$, KI, indicator rnetil merah, indikator brom kresol green, pereaksi Wisj, dan kloroform.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian : piknometer, Erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, labu pisah, corong, corong pisah, pipet teres, cawan petri, timbangan, labu leher satu, labu leher tiga, desikator, oven, dan seperangkat alat sokletasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil minyak picung/pangi dari bahan baku tanaman picung/pangi setelah dilakukan pengambilan minyak daging buahnya, menggunakan metode ekstraksi dengan petroleum eter selanjutnya dianalisa. Sesuai dengan standar mutu yang diinginkan untuk minyak kelapa. Hasil karakterisasi minyak picung /pangi dapat dilihat pada Tabel 4.1. berikut ini:

Tabel 4.1. Hasil karakteristik minyak picung

Parameter	Hasil Analisis (belum mengalami pemurnian minyak)	Karakteristik pembanding (sudah mengalami pemurnian minyak)
Kadar Air	0,0253	Maks 0,30
Bilangan Iodium	29,31	Min. 54 g Iod/100 g
Bilangan Peroksida	4,125 meq/kg	Maks. 5 meq/kg
Kadar Lemak	51,468	-
Kadar Asam Lemak Bebas	2,53	Maks. 0,30
Berat Jenis/Densitas	0,918 g/ml	-
Warna	Kuning	Kuning maks. 30
Asam Sianida (HCN)	0,3581 mg (1,8211 ppm)	0,3 – 3,5 mg
Bilangan Asam	0,33 mgKOH/g	-

Sumber : SNI 01-3741-1995 (untuk pembanding/syarat mutu minyak goreng

Keterangan : Warna (tergantung dari proses)

Untuk selanjutnya dari minyak picung/pangi yang dihasilkan tersebut diatas dilakukan pembuatan biodiesel, sehingga

didapat karakteristik biodiesel dari minyak picung/pangi, seperti Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2. Hasil karakterisasi biodiesel dari minyak picung

Parameter	Hasil Analisis
Densitas	0,888 g/ml
Viscositas	0,0006 g/cm.s
Kadar Air (% b/b)	0,024
Bilangan Asam (mg KOH/g minyak)	0,33
Kadar Asam Lemak Bebas (%)	0,3557
Bilangan Penyabunan (g KOH/g Minyak)	188,23
Bilangan Iod (g Iod/ 100 g minyak)	29,31
Bilangan Setana	68,7

Densitas atau berat jenis minyak picung/pangi sangat ditentukan oleh tinggi rendahnya bobot molekul asam lemak dan gliserol dan semakin rendah ketidakjenuhannya, maka semakin besar densitasnya (Formo, 1979). Komposisi asam lemak tidak jenuh terbesar dari minyak picung/pangi adalah asam oleat 23,897% (Taufik, 2000) yang secara otomatis mempengaruhi densitas minyak picung/pangi. Karakteristik ini sangat berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Densitas/massa jenis sangat berkaitan dengan viskositas. Jika biodiesel mempunyai massa jenis melebihi ketentuan, akan terjadi reaksi pembakaran tidak sempurna pada biodiesel tersebut. Biodiesel dengan mutu seperti ini tidak digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin (Prihandana et al, 2006). Pada penelitian diperoleh massa jenis/densitas minyak picung/pangi 0,888 g/ml dan sebagai pembandingan dari Palm Biodiesel 0,868 g/ml. Jadi hampir sama dengan pembandingan.

Viskositas pada minyak dipengaruhi oleh komposisi masing-masing jenis asam lemak yang terdapat dalam minyak picung/pangi. Minyak menunjukkan viskositasnya yang relatif tinggi terhadap tingkah laku intermolekuler dari rantai panjang molekul-molekul gliserida. Secara umum, viskositas minyak menurun dengan semakin tingginya ketidakjenuhan, dan meningkat dengan adanya hidrogenasi. Minyak yang mengandung asam lemak berbobot molekul rendah cenderung mem-

iliki viskositas rendah dibandingkan minyak dengan ketidakjenuhan sama yang hanya mengandung asam lemak berbobot molekul tinggi (Formo, 1979). Viskositas minyak picung/pangi dalam penelitian 0,0006 g/cm.s. Viskositas merupakan sifat intrinsik fluida yang menunjukkan resisten fluida terhadap aliran. Fluida dengan viskositas tinggi lebih sulit untuk dialirkan dibandingkan dengan fluida dengan viskositas rendah. Karakteristik ini sangat penting, karena dipengaruhi kinerja pada mesin diesel. Kecepatan alir bahan bakar melalui injector akan mempengaruhi derajat atomisasi bahan bakar di dalam ruang bakar. Selain itu, viskositas bahan bakar juga berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan bahan bakar tersebut bercampur dengan udara (Indartono, 2008). Selanjutnya Made Sri Prana (2006), menjelaskan lebih lanjut bahwa viskositas yang tinggi pada minyak memacu pembentukan deposit karbon pada mesin, menimbulkan pembakaran yang kurang sempurna dan dapat mengurangi keawetan mesin. Masalah viskositas ini dapat diatasi melalui proses transesterifikasi yang mampu menurunkan viskositas hingga 90%. Ini membuka peluang lebih banyak lagi bagi minyak nabati yang lainnya seperti minyak pangium/pangi untuk dicampurkan dengan minyak diesel biasa.

Kadar Air dalam minyak yang tinggi tidak diinginkan karena akan menurunkan kualitas minyak, terutama akan menghidrolisa minyak dan menyebabkan ketengikan. Disamping itu kadar air yang tinggi dapat menyebabkan proses pembuatan diesel terhambat karena minyak men-

galami hidrolisis selama proses berlangsung. Dalam penelitian ini kadar air yang didapat 0,0253. Tinggi rendahnya kadar air ini sangat dipengaruhi perlakuan pascapanen terhadap biji picung/pangi sebelum diekstrak untuk mengeluarkan minyaknya. Setelah dilakukan penelitian lanjutan yaitu pada pembuatan biodiesel didapat kadar air (water content) yang nilainya diatas ketentuan dan menyebabkan proses hidrolisis pada biodiesel sehingga meningkatkan bilangan asam, menurunkan pH dan meningkatkan sifat korosif. Dinegara yang mempunyai musim dingin, kandungan air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk Kristal dan dapat menyumbat aliran bahan bakar. Keberadaan air juga dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme yang juga dapat menyumbat aliran bahan bakar.

Bilangan Asam dan Kadar Asam Lemak Bebas (ALB), menunjukkan besarnya kandungan asam lemak bebas pada minyak picung/pangi. Dari hasil penelitian kadar asam lemak bebas minyak picung/pangi sebesar 2,53%. Tinggi rendahnya kandungan asam lemak bebas dapat dipengaruhi oleh lamanya waktu penyimpanan bahan baku (biji picung/pangi) sebelum dilakukan pengolahan. Asam lemak bebas dapat terbentuk akibat adanya proses hidrolisis antara minyak dan air.



Kasim (2010), angka asam yang tinggi merupakan indicator biodiesel masih mengandung asam lemak bebas, berarti biodiesel bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injector mesin diesel.

Bilangan Penyabunan didefinisikan sebagai milligram KOH yang dibutuhkan untuk bereaksi sempurna dengan semua grup reaktif dalam satu gram sampel. Karena uji ini dilakukan dengan KOH alcohol, dapat dikatakan bahwa KOH dikonsumsi

tidak hanya untuk menyabunkan semua trigliserida, digliserida, dan monogliserida dalam sampel, tetapi juga menetralkan asam lemak bebas dalam sampel (Sonntag, 1982). Bilangan penyabunan tergantung pada berat molekul dan persentase konsentrasi komponen asam lemak yang terdapat didalam minyak atau biodiesel. Semakin rendah berat molekul, maka semakin tinggi bilangan penyabunan, juga sebaliknya. Dalam penelitian ini didapat bilangan penyabunan sebesar 188,23 mg KOH/g, rendahnya bilangan penyabunan dikarenakan adanya kandungan senyawa intermediet yang tinggi dalam biodiesel. Sebagai pembandingan Biodiesel dari minyak jarak pagar 195,44.

Bilangan Iod menunjukkan banyaknya ikatan rangkap dua di dalam asam lemak penyusun minyak/biodiesel. Rantai rangkap merupakan indicator asam lemak tidak jenuh. Semakin tinggi ketidakjenuhan, maka titik awan dan titik tuang akan semakin rendah. Namun ada dampak negatifnya yaitu kemungkinan terjadi asam lemak bebas. Ketika mesin diesel dioperasikan dengan menggunakan biodiesel yang memiliki angka Iodium diatas ketentuan, maka terbentuk deposit dilubang saluran injeksi. Hal ini disebabkan karena asam lemak tidak jenuh tersebut mengalami ketidakstabilan akibat temperatur panas sehingga terjadi reaksi polimerisasi dan terakumulasi dalam bentuk karbonisasi atau deposit (Prihandana *et al*, 2006). Dalam penelitian ini didapat bilangan Iodium sebesar 29,31 g Iod/100 g dan jika dibandingkan dengan pembandingan dari Palm Diesel yaitu sebesar 45 g Iod/100g, minyak picung/pangi ini cukup bagus sebagai bahan bakar alternative biodiesel.

Bilangan Setana, menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri (*auto ignition*). Skala untuk angka setana biasanya menggunakan referensi berupa campuran antara normal setana (C₁₆H₃₄) dengan alpha methyl naphthalene (C₁₀H₇CH₃) atau dengan heptamethylnonane (C₁₆H₃₄). Normal setana memiliki ang-

ka setana 100, alpha methyl naphthalene memiliki angka setana nol (0), dan heptamethylnonane memiliki angka setana 15. Angka setana suatu bahan bakar biasanya didefinisikan sebagai persentase volume dari normal setana dengan campurannya tersebut. Secara umum biodiesel memiliki angka setana yang lebih tinggi dibandingkan solar. Biodiesel pada umumnya memiliki rentang angka setana dari 46 – 70, se-

$$\begin{aligned} \text{Angka setana} &= 46,3 + (5458/\text{bil.penyabunan}) - (0,225 \times \text{bil.Iod}) \\ &= 46,3 + (5458/188,23) - (0,225 \times 29,31) \\ &= 68,7 \end{aligned}$$

Angka setana pada bahan bakar mesin diesel memiliki pengertian yang berbalikan dengan angka oktan pada bahan bakar mesin bensin, karena angka oktan menunjukkan kemampuan campuran bensin-udara menunggu rambatan api dari busi (spark ignition). Semakin cepat suatu bahan bakar mesin diesel terbakar setelah diinjeksikan kedalam ruang bakar, semakin baik (tinggi) angka setana bahan bakar tersebut (Indartono, 2008). bahan bakar, karena ketika bahan bakar Angka setana tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperature yang relative rendah dan sebaliknya. Penggunaan bahan bakar mesin diesel yang mempunyai angka setana tinggi dapat mencegah terjadinya akumulasi tersebut diinjeksikan kedalam silinder pembakaran maka langsung terbakar (Prihandana *et al*, 2008). Biodiesel memiliki rentang angka setana 46 – 70 (Azam *et al*, 2005) dan dalam penelitian ini didapat angka setana sebesar 68,7 sangat baik sekali sebagai bahan bakar mesin diesel kalau kita bandingkan dengan syarat mutu angka mesin diesel yaitu dari 46 – 70. Dan ketentuan Uni Eropa untuk Standar Minyak Ester, Cetan Number adalah > 48 (Made Sri Pradana, 2006). Cetan number tinggi (bilangan yang menunjukkan ukuran baik tidaknya kualitas solar berdasarkan sifat kecepatan bahan bakar dalam ruang bakar mesin).

KESIMPULAN

dangkan bahan bahan bakar diesel memiliki angka setana 47 – 55, panjangnya rantai hidrokarbon yang terdapat dalam ester menyebabkan tingginya angka setana biodiesel dibandingkan dengan solar. Azam *et al* (2005) membuat persamaan untuk menghitung angka setana (CN) *fatty acid methyl ester*/biodiesel sebagai fungsi dari bilangan Iod dan bilangan penyabunan sebagai berikut :

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa daging biji buah picung/pangi potensial sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng karena syarat mutu minyak goreng hampir semuanya terpenuhi sesuai standar mutu karakteristik minyak goreng. Kandungan Asam Sianida (HCN) sebesar 1,821 ppm, sehingga sifatnya yang sangat beracun; namun setelah diolah dengan cara diatas maka minyak picung/pangi aman dikonsumsi.

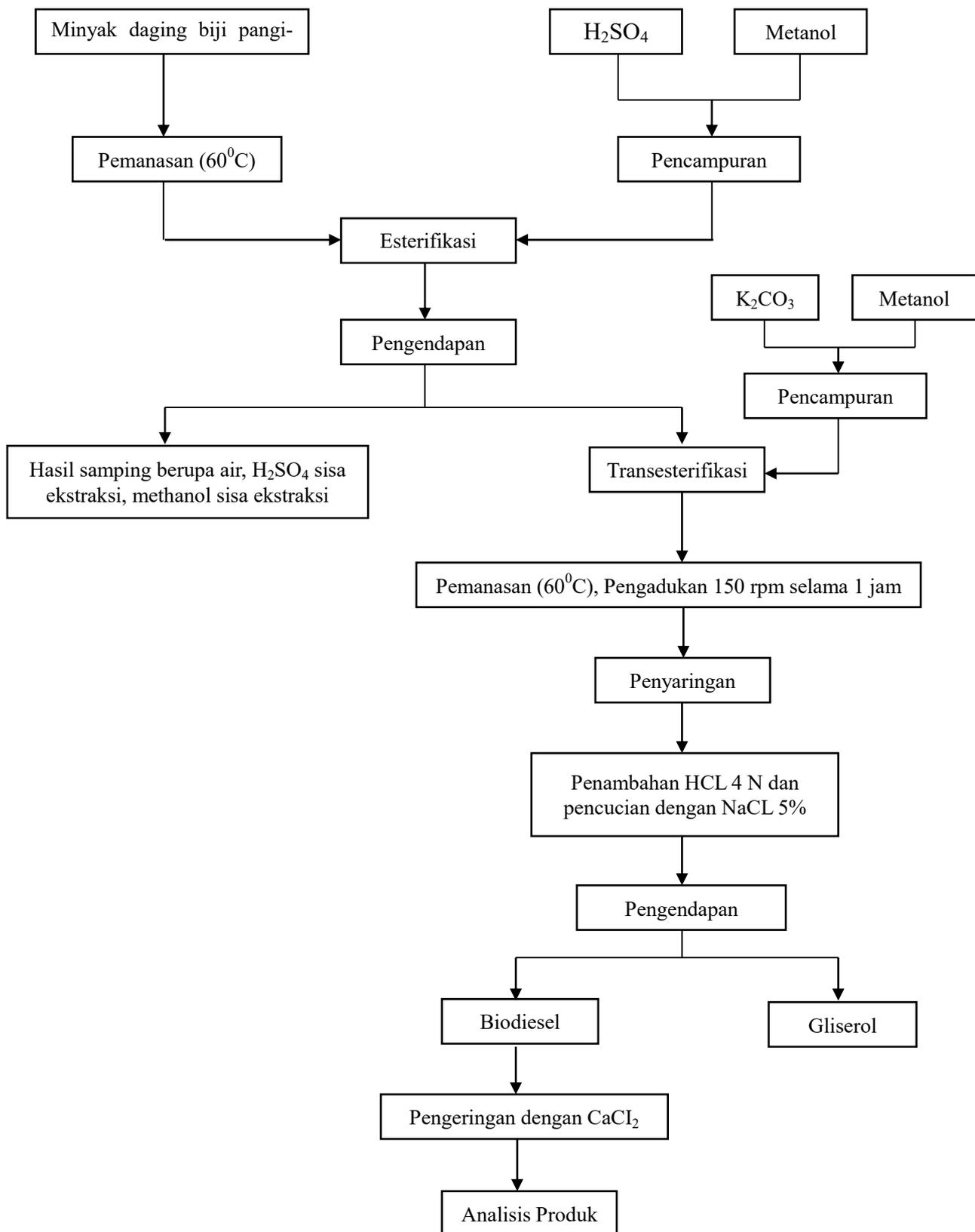
Berdasarkan seluruh hasil uji dapat dilihat bahwa biodiesel yang dihasilkan dari minyak Pangium/pangi sangat baik karakteristiknya setelah kita bandingkan dengan karakteristik pembanding.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidi, S. L . and K. Warner. 2001. *Molecular weight distribution of degradation product in Selected frying oils*. JAOCS. 78 (7): 763 - 769.
- Alamsyah, N. A., 2005. *Mengenal Lebih Dekat Biodiesel Jarak Pagar*. PT AgromediaPustaka. Jakarta.
- Anonim, 1987. *Mum dan Cara Uji Minyak Sawit. Standar Nasional Indonesia*. SNI01 - 0013 - 1987. Dewan Standarisasi Jakarta.
- Anonim, 2008. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi*, <http://smk3ae.wordpress.com>. 21 Oktober 2008.
- Azam, M.M., A. Waris, and N.M. Nahar

2005. *Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India*. Journal Biomass and Bioenergy. 29 (4) : 293-302.
- Destiana, M., 2007. *Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel*. Tesis. <https://digilib.itb.ac.id/>. Tanggal Akses 21 Mei 2018.
- J. Van Gerpen, B. Shanks, R. Pruszko, D. Clements and G. Knothe Shanks, B., dan Pruszko, R. 2004. *Biodiesel Production Technology*. National Renewable Energy Laboratory, United States.
- Hambali, E. 2006. *Jarak Pagar, Tanaman Penghasil Biodiesel*. Cetakan ke-2. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Hildited. T. P dan P. N. William, 1964. *The Chemical Constituents of Natural Fats*, Chapman and Hall. London.
- Huy, Y, H. 1996. *Bailey's Industrial Oil And Fat Products* ", Fifth Edition, Jhon Wiley & Sons Inc. New York
- Indartono, Y. S., 2008. *Mengenal Biodiesel: Karakteristik; Produksi, Hingga Performansi Mesin(3)*, <http://www.beritaiptek.com>. 21 Oktober 2008.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2006. *Katalis dan Pengelolaan Spent Katalis*, <http://b3.menlh.go.id>, 21 Oktober 2008.
- Kasim, R. 2010. *Desain esterifikasi menggunakan katalis zeolit pada proses pembuatan biodiesel dari crude palm oil (CPO) melalui metode dua tahap esterifikasi-transesterifikasi*. Tesis Program Pascasarjana. IPB. Bogor
- Kataren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Prana, M.S. 2006. *Budidaya Jarak Pagar (Jatropha curcas L) Sumber Biodiesel Menunjang Ketahanan energi Nasional*. LIPI Press. Jakarta.
- Morison, R. T, and R. N. Boyd. 1977. *Organic Chemistry 3rd Ed*. Prentice - Hall of India private Limited. New Delhi.
- Prihandana R, R. Hendroko dan M. Nuramin. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*, PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Rahayu M., 2005. *Teknologi Proses Produksi Biodiesel, Prospek Pengembangan Biofuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak*, www.geocities.com. Tanggal akses 8 November 2008.
- Sonntag, N. O. V., 1982. *Fat Splitting, Esterification, and Irreversible Esterification*. Di dalam Swern D. *Baileys, Industrial Oil and Fat Products*. Edisi ke-4. Wiley Interscience. New York.
- Sugianto, 1984. *Tumbuh-tumbuhan Beracun*. Wijaya. Jakarta.
- Sugiyono, A., 2005. *Peluang Pemanfaatan Biodiesel dari Kelapa Sawit sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Solar di Indonesia*. <http://www.scribd.com/doc/22745905/pemanfaatan-biodiesel-sawit>. Diakses 13-10-2011.
- Witjaksana Darmosarkoro, 2006. *Pengembangan Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia yang Lestari Berbasis Teknologi*. Pidato Dies Natalis Ke-48 Institut Pertanian STIPER, Yogyakarta.
- Zahrina I, 2000. *Study Evaluasi Efektifitas Katalis Abu Tandan Sawit pada Metanolisis Stearin*. Tesis Magister. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Diagram Alir Penelitian



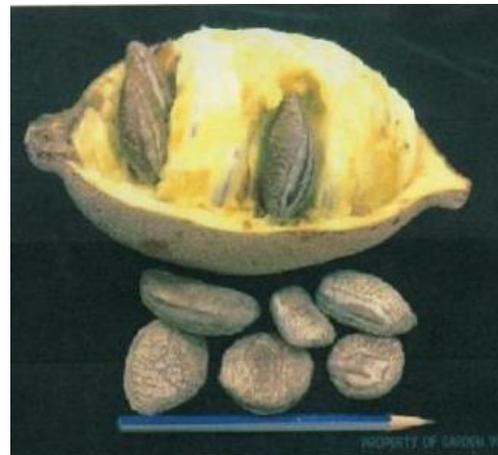
Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Pangi (*Pangium edule* Reinw)



Gambar : Batang tanaman picung/pangi



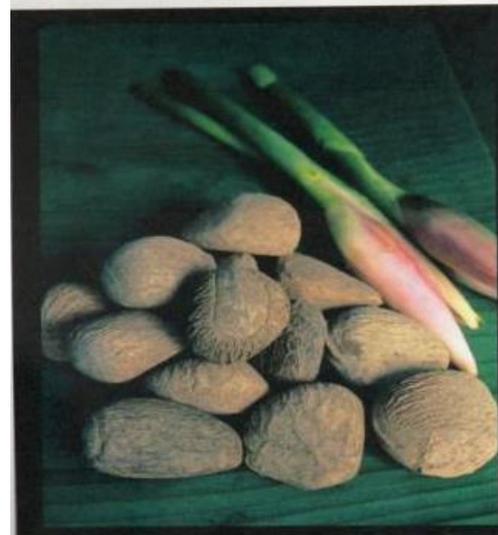
Gambar : Tanaman buah picung/pangi



Gambar : Buah picung/pangi



Gambar : Daun tanaman picung/pangi



Gambar : Biji buah picung/pangi