

PERBANDINGAN MINYAK NABATI KASAR HASIL EKSTRAKSI BUAH KEPAYANG SEGAR DENGAN KLUWEK

Cokorda Prapti Mahandari^{*}, Wiwik dan Anwar Fatoni

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya 100 Depok 16435

^{*}Korespondensi Pembicara. Phone: +62 2178881112 extn 453

Email: coki@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRACT

Minyak nabati kasar adalah minyak yang diperoleh dari pengolahan tanaman antara lain dari bagian batang, daun, buah, biji, kulit buah maupun bunga melalui proses ekstraksi. Penelitian tentang minyak nabati dari berbagai jenis dan bagian tanaman telah banyak dilakukan. Salah satu jenis tanaman yang belum banyak diteliti kandungan minyaknya adalah pohon kepayang atau *Pangium edule Reinw.* Potensi biji buah kepayang segar dan biji buah kepayang yang telah diproses menjadi kluwek sebagai bahan baku minyak nabati kasar diteliti dengan membandingkan hasil ekstraksinya. Sebelum dilakukan proses ekstraksi buah kepayang diolah untuk mendapatkan biji dengan cara pembusukan, pembelahan, pencucian, perebusan, pengupasan dan penjemuran. Sedangkan untuk memperoleh kluwek dilakukan penimbunan biji buah kepayang dalam tanah selama 4 minggu, pengupasan, pemilihan dan penjemuran. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan alat pres hidrolik. Hasil ekstraksi biji buah kepayang segar berupa campuran minyak, air dan getah dipanaskan untuk menghilangkan kadar airnya sampai menjadi minyak nabati kasar dengan warna coklat kehitaman. Sedangkan hasil ekstraksi kluwek menghasilkan minyak yang agak kotor sehingga hanya membutuhkan penyaringan untuk menjadi minyak nabati kasar. Biji buah kepayang menghasilkan minyak 8,7% dari total beratnya sedangkan kluwek 11 %. Berdasarkan hasil pengukuran massa dan volumenya diperoleh massa jenis minyak biji kepayang adalah 1,047 gr/ml, minyak kluwek 0,908 gr/ml. Hasil uji pembakaran menggunakan sumbu dari benang terlihat nyala api pada minyak biji kepayang mentah lebih pendek dan lebih redup sedangkan nyala api pada minyak kluwek lebih panjang dan lebih terang dengan warna merah jingga. Pada nyala api minyak kepayang ditemukan letupan-letupan dan percikan api yang menandakan masih terdapat kandungan air, sedangkan pada nyala api minyak kluwek tidak ada percikan saat api menyala.

Keywords: kepayang, minyak nabati, penekanan, ekstraksi, pembakaran.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan Perpres No 5/2006, peranan energi baru terbarukan diharapkan dapat mencapai 17% dari bauran energi nasional pada tahun 2025. Salah satu potensi energi baru dan terbarukan adalah biomassa yang pemanfaatannya masih kurang dari 1 % dari potensi yang ada lebih kecil dari potensi yang ada. Intensifikasi pencarian

sumber bahan baku bahan bakar nabati merupakan salah satu program yang direncanakan. Berbagai baku minyak nabati telah diteliti seperti kelapa, kelapa sawit, jagung, jarak, olive (zaitun), kacang tanah, biji kapuk, biji kapas, alpokat, kacang makadam, kanola, biji nyamplung dan masih banyak lagi jenis biji-bijian . Semua minyak nabati dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar namun dengan proses-proses pengolahan tertentu (Choo, 1994).

Salah satu buah yang belum banyak diteliti potensinya adalah biji buah kepayang. Buah kepayang saat ini pemanfaatannya selain sebagai bumbu masak yang disebut kluwek juga dapat digunakan sebagai pengawet ikan segar (Elidahanum, et al, 2007). Senyawa polifenol dari buah kepayang yang telah diekstraksi dicampur dengan garam ternyata dapat mengawetkan ikan segar sampai 1 minggu.

Penelitian awal tentang potensi buah kepayang sebagai bahan baku bahan bakar minyak nabati telah dilakukan dengan mengekstraksi kluwek menggunakan mesin tekan hidrolis. Hasil ekstraksi diuji bakar menggunakan sumbu dan diperoleh hasil bahwa biji kluwek mengandung minyak (Cokorda, et al, 2011). Proses pembentukan biji kepayang segar menjadi kluwek membutuhkan waktu yang sangat lama yakni penimbunan biji buah kepayang selama 40 hari. Untuk itu potensi daging biji buah kepayang segar sebagai bahan baku bahan bakar minyak nabati perlu juga diteliti dengan harapan jika diperoleh kandungan minyak maka proses penimbunan yang terlalu lama tidak dibutuhkan lagi.

Penelitian ini akan membandingkan proses ekstraksi buah kepayang dan kluwek secara mekanis menggunakan mesin tekan hidrolis serta membandingkan persentase berat minyak yang diperoleh. Uji pembakaran menggunakan sumbu juga dilakukan untuk mengetahui perbedaan api yang ditimbulkan oleh kedua minyak tersebut.

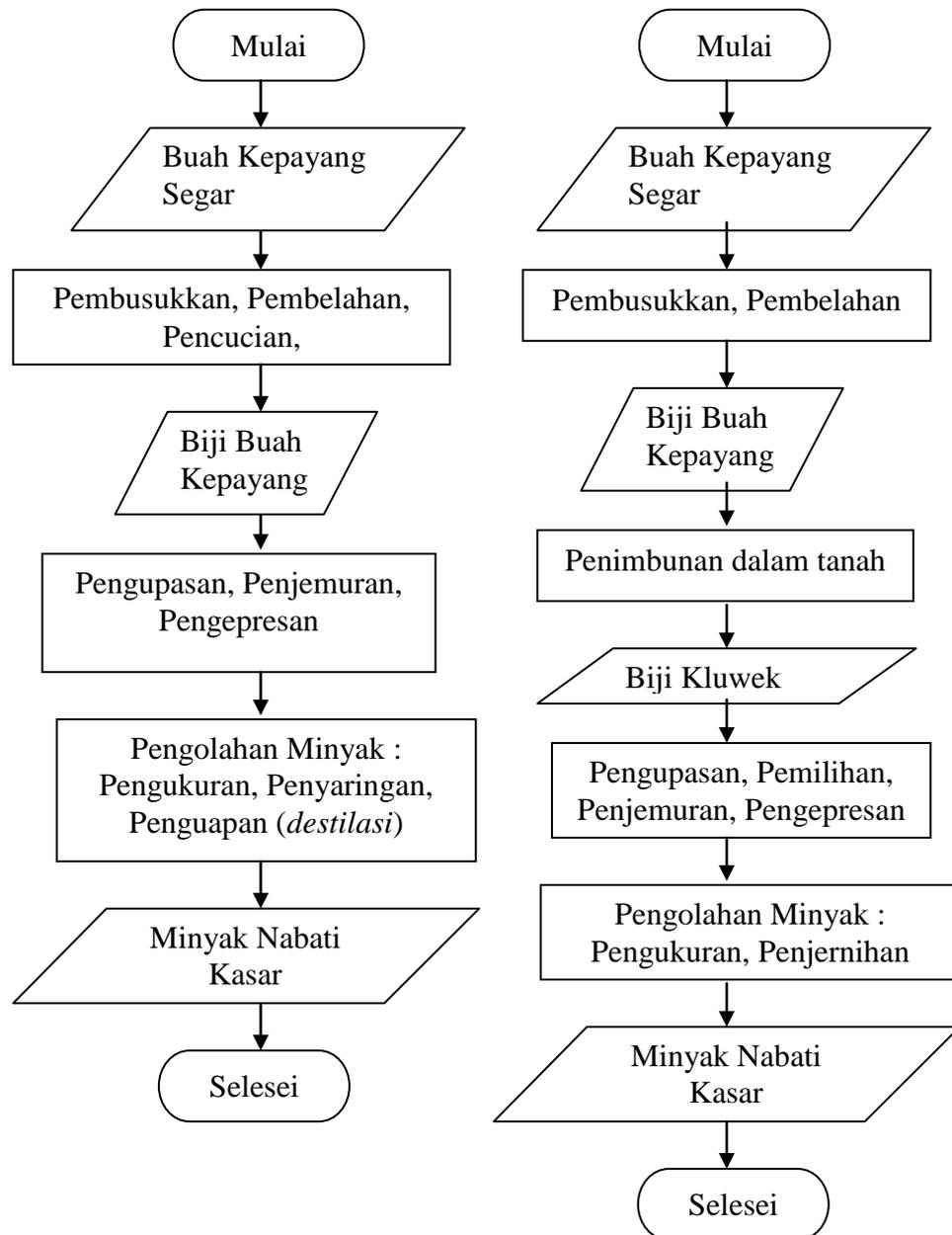
2. BAHAN DAN ALAT

Bahan yang digunakan pada penelitian yang dilakukan adalah daging biji buah kepayang yang masih dalam keadaan mentah yang diambil langsung dari kawasan gunung Pancar, Babakan Madang, Bogor, Jawa Barat. Buah kepayang tumbuh liar di area dengan ketinggian pohonnya mencapai 40 meter dengan diameter batangnya mencapai 2,5 meter.

Ciri-ciri fisik dari buah kepayang adalah menyerupai buah durian yang bulat lonjong, hanya saja buah kepayang memiliki tekstur kulit luar halus berwarna kecoklatan seperti sawo matang tidak berduri. Daging buahnya berwarna putih, namun setelah dibusukan berubah warna menjadi kekuning – kuningan. Setiap buah yang siap panen memiliki biji yang berbeda tergantung dari ukuran besar buah kepayang dan umumnya buah kepayang rata-rata memiliki 14–18 biji dari setiap buahnya. Diagram alir proses pengolahan buah kepayang menjadi minyak nabati kasar diperlihatkan pada Gambar 1.

Proses pertama yang dilakukan adalah pembusukan buah kepayang yang bertujuan agar buah mudah diambil bijinya, karena buah yang masih segar keras sangat sulit diambil bijinya. Proses pembusukan dilakukan dengan cara buah ditimbun didalam tanah atau dimasukkan ke dalam wadah dan ditutup rapat – rapat sehingga tidak ada udara yang keluar selama 1 minggu. Pembelahan dilakukan setelah buah ditimbun selama 1 minggu keadaan buah menjadi lunak dan mudah untuk dilakukan pembelahan. Proses pembelahan dilakukan untuk mengambil biji buah kepayang. Selanjutnya dilakukan proses pencucian untuk membersihkan biji dari daging atau isi

buah kepayang, daging atau isi buah kepayang berwarna kuning. Proses pencucian dilakukan dengan



Gambar 1. Diagram alir pengolahan buah kepayang dan kluwek

menggunakan air dengan bantuan sikat karena daging atau isi buah kepayang menempel pada biji. Biji kepayang kemudian dikupas untuk memisahkan cangkang dengan daging yang ada pada biji. Pengupasan dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa palu untuk mengetok dan pisau untuk mencongkel daging yang menempel pada cangkang. Daging biji kemudian dijemuran. Proses penjemuran dilakukan bertujuan untuk menghilangkan kadar airnya. Waktu penjemuran kira-kira 3 sampai 5 jam. Daging biji buah kepayang kemudian dipress atau ditekan dengan mesin tekan hidrolis. Sedangkan untuk mengolah biji buah kepayang menjadi kluwek dilakukan penimbunan selama 40 hari. Daging biji akan berubah menjadi berwarna

coklat kehitaman. Setelah dilakukan pemilihan daging biji yang tidak busuk, kemudian dijemur untuk memudahkan proses



Gambar 2. Buah kepayang, biji, daging biji segar dan kluwek

penekanan. Tampilan buah kepayang segar, biji kepayang dari hasil pembelahan, pencucian, pengulitan dan kluwek ditampilkan pada Gambar 2

Proses ekstraksi diawali dengan persiapan bahan kemudian pengolahan bahan seperti pembusukan untuk diambil bijinya, karena buah yang masih segar keras sangat sulit diambil bijinya, pembelahan untuk diambil bijinya, pencucian untuk membersihkan biji dari daging atau isi buah kepayang, perebusan untuk memudahkan proses pengupasan, pengupasan adalah pemisahan antara cangkang dengan daging yang ada pada biji dan penjemuran. Proses ekstraksi daging biji buah kepayang menghasilkan minyak yang masih tercampur dengan air, getah serta ampas biji kepayang sehingga dilakukan pengolahan cairan dengan penyaringan dan penguapan dengan cara pemanasan

Sedangkan proses ekstraksi daging biji kluwek menghasilkan cairan minyak yang kotor sehingga hanya membutuhkan penyaringan saja. Hasil minyak yang diperoleh kemudian diukur massa dan volumenya. Langkah terakhir adalah menguji minyak dengan membakarnya menggunakan sumbu.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin press hidraulik (*hydraulic press*) untuk proses ekstraksi daging biji buah kepayang dan kluwek sehingga menghasilkan cairan pada saat proses pengepresan atau penekanan. Pres hidraulik memiliki *pressure gauge* dengan satuan tekanan kN (kilo Newton) dan pompa hidraulik untuk memberikan tekanan. Pompa hidraulik berfungsi untuk memberikan tekanan pada batang penekan dengan cara dipompa. As pendorong digunakan karena batang penekan dari mesin pres hidraulik tidak dapat menyentuh bahan hingga bagian bawah sehingga diteruskan dengan alat ini yang selanjutnya mendorong piston. Piston tersebut akan terdorong dan menekan buah. As pendorong dan piston ditampilkan pada Gambar 3. alat lain yang digunakan adalah tabung ekstraksi dan tabung penampung minyak.

Tabung ekstraksi adalah tabung dengan lubang-lubang diameter 2 mm di dinding bagian bawah. Tabung ekstraksi digunakan untuk tempat buah pada saat buah akan dipres. Fungsi lubang adalah agar pada saat buah dipres cairan hasil ekstraksi keluar



Gambar 3. As pendorong dan Piston



Gambar 4. Tabung Ekstraksi dan Penampung Minyak

lewat lubang tersebut seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Tempat penampung minyak digunakan untuk wadah saat minyak keluar dari tabung ekstraksi.

Timbangan digital juga digunakan untuk menimbang gelas ukur kosong dan berat volume cairan. Gelas ukur 10 ml digunakan untuk mengukur banyaknya cairan yang diperoleh setelah dipres, dan juga digunakan sebagai wadah saat mengukur volume cairan. Kain kasa (*mesh*) digunakan sebagai pelapis pada saat proses ekstraksi dan untuk menyaring ampas pada cairan. Kain kasa atau *mesh* berbahan *polyethylen* memiliki tingkat kerapatan yang bervariasi, misalnya 83, 110, 125, 200, 300 atau diantara angka-angka tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kluwek dapat ditemukan dengan mudah karena penggunaannya sebagai bumbu masak. Berbeda dengan buah kepayang segar atau picung, sangat sukar ditemukan

dipasaran karena belum dapat digunakan sebelum diolah menjadi kluwek. Hal tersebut karena buah kepayang mentah mengandung racun sianida yang mematikan.

Hasil ekstraksi biji kepayang segar menggunakan mesin tekan hidrolis disaring menggunakan kain kasa atau *mesh* untuk menghilangkan ampas daging biji kepayang dan datanya ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil ekstraksi dan penyaringan biji kepayang segar

Banyak (gr)	Tekanan (kN)	Sebelum Penyaringan (ml)	Setelah Penyaringan (ml)	Ampas yang dihasilkan (%)
120	15	39,1	36,4	2,7
	20	42,4	41,2	1,2
	25	49,0	45,7	3,3

Besarnya gaya tekan ternyata mempengaruhi hasil ekstraksinya. Pada gaya tekan yang rendah diperoleh hasil ekstraksi yang lebih rendah dari pada hasil ekstraksi pada gaya tekan optimumnya, dalam penelitian ini adalah 20 kN untuk massa 120 gr. Demikian pula pada gaya tekan yang lebih tinggi juga diperoleh hasil ekstraksi yang lebih rendah. Hal ini terjadi karena proses penekanan adalah sesaat sehingga pada tekanan rendah belum semua daging biji kepayang terekstraksi secara maksimum. Sedangkan pada tekanan yang tinggi kemungkinan daging biji kepayang telah melewati lubang ekstraksi terlebih dahulu sebelum sempat terekstraksi secara maksimum.

Cairan yang diperoleh dari ekstraksi biji kepayang masih membutuhkan pengolahan lebih lanjut yakni penguapan. dengan cara pemanasan sehingga pada titik tertentu akan terjadi pemisahan antara air dan minyak serta getah yang terkandung didalam cairan tersebut. Pemisahan minyak dengan air ditandai dengan adanya uap disekitar area tempat pemanas, sedangkan getah ditandai dengan adanya sejenis buih yang kalau dipegang akan terasa lengket. Proses perebusan dilakukan pada suhu mendidih sekitar 100°C dengan jangka waktu 15 menit dalam setiap proses perebusan. Hasil ekstraksi sebelum penguapan dan setelah penguapan ditampilkan pada Gambar 5. Untuk menghasilkan minyak nabati kasar, minyak yang sudah direbus kemudian diendapkan selama 1 minggu sehingga jadilah minyak nabati kasar.



Gambar 5. Minyak kepayang sebelum dan setelah diuapkan

Data hasil pengukuran volume sebelum dan setelah diuapkan dan diendapkan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penguapan dan persentase kehilangan volume minyak kepayang

Massa (gr)	Tekanan (kN)	Setelah disaring (ml)	Hasil Minyak (ml)	Persentase Kehilangan (%)
120	15	36,4	15,1	58
	20	41,2	20,0	51
	25	45,7	23,9	48

Sedangkan proses pembuatan minyak kluwek membutuhkan proses penjemuran untuk meningkatkan kekerasannya agar dapat ditekan. Pengukuran massa kluwek sebelum dan setelah ekstraksi ditampilkan pada Gambar .6



Gambar 6. Pengukuran massa dan Pengukuran volume

Data massa kluwek selama penjemuran ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Massa kluwek Hasil Penjemuran

Massa Awal (gr)	Massa (gr)			
	Hari I	Hari II	Hari III	Hari IV
15	7	5	4,78	4,61
13	4,5	3,2	3,12	2,96
10	3,3	2,7	2,52	2,43

Penurunan massa kluwek terbesar adalah pada penjemuran hari pertama, hal ini karena penguapan kandungan air pada kluwek yang sangat tinggi. Kemudian pada hari kedua terjadi penurunan yang tidak begitu besar berkisar 0,5 gr–2 gr atau 16,67%-28,5%. Hal ini karena kluwek yang dijemur sudah berkurang kadar airnya sehingga penurunannya tidak terlalu besar. Pada hari ketiga penurunan massa sudah tidak setinggi pada penjemuran hari kedua. Penjemuran ini hanya memberikan nilai kekerasan pada kluwek. Pada hari keempat penurunan massa sangat kecil sekali karena kandungan air dalam kluwek sudah sangat kecil juga. Hasil dari penjemuran selama empat hari ini kluwek memiliki nilai kekerasan yang cukup untuk diekstraksi secara mekanis dengan tabung berlubang.

Penurunan massa kluwek dari awal hingga penjemuran hari ke empat berkisar 69–77 %, maka untuk mendapatkan 1 kg bahan kering siap ekstraksi dibutuhkan buah segar sebesar 4 kg. Penurunan massa kluwek setelah dijemur ternyata lebih besar dari pada penurunan berat biji nyamplung yang merupakan salah satu sumber minyak nabati yang baru. Biji nyamplung membutuhkan 2,5 kg biji nyamplung kering yang dapat diperoleh dari 6 kg buah nyamplung yg sudah tua atau mengalami penurunan massa sekitar 58 % setelah dijemur untuk menghasilkan 1 liter minyak nyamplung (Desrial, 2011).

Minyak yang dihasilkan dari proses ekstraksi masih mengandung kluwek yang ikut terlarut dan debu yang menempel pada proses penjemuran. Proses penjernihan dilakukan dengan metode pengendapan selama dua hari dalam kondisi botol tertutup. Hal ini untuk menghindari penguapan dan kotoran masuk. Setelah pengendapan selesai dilanjutkan dengan pengukuran kembali minyak kasar yang menjadi nilai akhir minyak yang dihasilkan.

Berdasarkan proses ekstraksi yang dilakukan, dengan massa kluwek 50 gr dan pengendapan saat penjernihan dengan variasi tekanan dihasilkan data seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil ekstraksi dan Penjernihan

No	Tekanan (kN)	Hasil Ekstraksi (ml)	Hasil Pengendapan (ml)	Endapan (%)
1	20	2,7	2,6	3,70
2	25	4,5	4.3	4,44
3	30	5,3	5.1	3,77
4	35	5,9	5,7	3.38
5	40	6,4	6,1	4.68

Ekstraksi yang dilakukan pada tekanan 20–40 kN mampu menghasilkan minyak dengan baik, namun pada tekanan 45 kN ampas ikut keluar melalui lubang minyak sehingga tidak dapat dilakukan lagi ekstraksi lebih lanjut. Dengan keluarnya buah dari tabung ekstraksi pada tekanan 45 kN, maka ditetapkan tekanan maksimal untuk ekstraksi buah kepayang dengan penjemuran selama 4 hari pada tabung 3 inch sebesar 40 kN.

Banyaknya kotoran yang mengendap juga sangat bergantung pada lamanya proses penjemuran, hal tersebut karena banyaknya kotoran yang terlarut dalam minyak akan lebih banyak saat kluwek dalam keadaan lunak. Sebaliknya jika kluwek dalam keadaan cukup keras setelah melalui proses penjemuran maka didapatkan minyak yang memiliki sedikit endapan. Pada tekanan 20 kN minyak yang dihasilkan sebesar 2.6 ml dari bahan yang diekstraksi seberat 50 gr, dengan massa jenis minyak 0,908 gr/ml maka didapat massa minyak sebesar 2,360 gr dan diperoleh nilai randemen sebesar 4,72%. Sedangkan pada tekanan tertinggi yaitu 40 kN minyak yang dihasilkan sebesar 6,1 ml dari bahan yang diekstraksi seberat 50 gr, dengan massa jenis minyak 0,908 gr/ml maka didapat massa minyak sebesar 5,538 gr dengan nilai randemen 11.08 %.

Rendemen yang dihasilkan masih sangat kecil yaitu 11%. Sedangkan pada penelitian awal buah kepayang dapat menghasilkan 20% minyak nabati (Cokorda, 2011). Hal ini sangat dipengaruhi oleh jenis alat ekstraksi yang digunakan. Pada penelitian awal digunakan drill pres sederhana dengan maksimal bahan yang dapat diproses dalam satu kali langkah kerja adalah sebesar 10gr, serta sistem pengepresan

terbuka. Sedangkan pengepresan yang dilakukan saat ini menggunakan hidrolik pres dengan tabung berlubang. Dalam perjalanan proses ekstraksi, tabung berlubang inilah yang menghambat keluarnya minyak dari bahan. Proses ini sesuai karena kluwek sangat lunak, sedangkan tabung berlubang umumnya digunakan untuk melakukan ekstraksi pada bahan yang bersifat keras seperti kacang dan biji-bijian.

Jika dibandingkan dengan biji jarak yang ditemukan mengandung 50–60% minyak maka kandungan minyak kluwek masih jauh lebih rendah (Rahman, 2007, Devanesan, 2007, Hanumantha, 2009). Namun dengan metode ekstraksi yang lebih efektif kemungkinan kandungan minyak pada biji buah kepayang lebih tinggi dari rendemen yang diperoleh pada penelitian ini (Antony, 2011, Krishna, 2010, Sayyar, 2009). Karakteristik dari minyak kluwek perlu diteliti lebih lanjut seperti halnya karakteristik minyak jarak yang telah diteliti secara intensif dan karakteristik minyak kemiri serta pengaruh beberapa parameter terhadap ekstraksi dan transesterifikasi minyak kemiri (Daniel, 2005, Sulistyono, 2008, Arlene, 2010).

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah buah kepayang yang memiliki kandungan minyak mampu terbakar. Minyak kepayang dan minyak kluwek kemudian diuji bakar dengan menggunakan sumbu dari benang kain kering seperti ditampilkan pada Gambar 7.

Perbedaan uji bakar antara minyak dari biji kepayang mentah dengan kepayang matang atau kluwek yakni nyala api minyak kepayang mentah lebih kecil sedangkan nyala api minyak kluwek lebih besar. Adanya letupan–letupan api pada minyak kepayang mentah itu menandakan masih mengandung kadar air, sedangkan pada api dari minyak kluwek sudah tidak ada percikan saat api menyala.



Gambar 7. Nyala api dari minyak biji kepayang mentah dan minyak kluwek

Dari aspek keberagaman bahan baku minyak nabati, biji buah kepayang dapat diteliti lebih lanjut sehingga menjadi alternatif pemanfaatannya selain sebagai bumbu masak dan bahan pengawet ikan. Jika dibandingkan dengan produksi minyak sawit yang telah terorganisir dengan baik seperti yang dikembangkan di Malaysia, penelitian biji buah kepayang masih sangat jarang. Fokus penelitian minyak sawit telah sampai pada tahap pembangunan berkelanjutan dengan riset yang sangat intensif mengenai pupuk dan kondisi tanah yang tepat untuk pertumbuhan kelapa sawit dengan efisiensi tinggi dan produktivitas tinggi (Basiron, 2007). Pembangunan berkelanjutan pada industri kelapa sawit telah memenuhi kriteria 3 aspek yakni keuntungan ekonomis, manusia, dan lingkungan yang saling menunjang. Penggunaan lahannya mencerminkan keseimbangan antara pembangunan pertanian dan pelestarian hutan. Kondisi ini perlu dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian minyak dari

biji buah kepayang serta pertumbuhan pohon kepayang yang masih hanya terbatas sebagai tanaman hutan. Minyak yang diperoleh perlu diproses lebih lanjut untuk memperoleh minyak kepayang murni serta uji karakterisasinya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Minyak nabati kasar dapat diperoleh dari proses ekstraksi buah kepayang segar dan kluwek dengan metode penekanan. Persentase massa minyak yang dapat diperoleh dari kluwek lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kepayang. Api hasil pembakaran minyak kluwek lebih besar dibandingkan dengan api dari minyak kepayang. Pada pembakaran minyak kepayang terjadi percikan api yang menandakan terdapatnya kandungan air pada minyak.

Penelitian dapat dikembangkan untuk menentukan komposisi kimiawi dan karakteristik minyak serta perbaikan proses pengolahan. Minyak kepayang dan minyak kluwek berpotensi sebagai sumber minyak nabati dan menambah sumber energi terbarukan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.

5. REFERENCES

- Antony Raja, S, Robinson smart D.S, Lindon Robert Lee C, 2011, Biodiesel Production from jatropha Oil and its Characterization, *Research Journal of Chemical Sciences*, Vol 1 (1) hal 81-88
- Basiron , Yusuf, 2007, "Palm Oil Production through Sustainable plantation", *Eur. Journal Lipid Sci. Technol.* 109 hal. 289-295
- Choo, Yuen May., Basiron Yusuf, 1994 "Production of Palm Oil Metil Esters and Its Use as Diesel Substitute" Palm Oil Research Institute of Malaysia
- Cokorda Prapti Mahandari, Rossy Septi Wahyuni, Anwar Fatoni dan Wiwik, Kajian Awal Biji Buah Kepayang sebagai Bahan Baku Minyak Nabati Kasar ,Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri, UGM, Yogyakarta, 2011
- Daniel, 2005, Pembuatan surfaktan dari Minyak kemiri Melalui Reaksi Interesterifikasi Diikuti Reaksi Amidasi, *Jurnal Sains Kimia*, Volume 9 Nomor 1 hal 1-7
- Desrial, 2011, Minyak Nyamplung sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel, *Insiprasi*, vol 2 No 22, PT Bina Insani, Jakarta
- Devanesan M.G, Viruthagiri T dan Sugumar N, 2007, Transesterification of Jatropha Oil using Immobilized psedumonas Fluorescens, *African Journal of Biotechnology* Vol 6 (21) hal 2497-2501
- Elidahanum Husni, Asmaedy Samah, Kiki Apriliza, 2007, "Pengawetan Ikan Segar dengan menggunakan Biji Buah Kepayang (Pangium edule Reinw dan Analisa Secara Kuantitatif, *Jurnal Sains Teknologi Farmasi* 12 (1) hal 45-49
- Hanumantha Rao. Y.V., Ram Sudher Voleti, Hariharan V.S., Sitaram Raju A.V., Nageswara Redd P., 2009, use of Jatropha Oil methyl Ester and Its Blend as An alternative Fuel in Diesel Engine, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Science and Engineering*, Vol XXXI no 3 hal 253-260
- Harry Sulisty, Suprihatin S Rahayu, Gatot Wioto, I. M Suardjaja, 2008, Biodiesel Production from High Iodine Number Candlenut Oil, *World Academy of Science and Technology*, vol 48, hal 485-469
- Hary Sulisty, dkk, 2008, Proses Penyiapan bahan baku pembuatan Biodiesel dari Minyak Kemiri, *Media Teknik* No 3 Tahun XXX hal 341-346

- Rahman, Kazi Mostafijur, Mohammad Mashud, Md. Roknuzzaman dan Asadullah Al Ghalib, 2008, Biodiesel From Jatropha Oil as An Alternatif Fuel for Diesel Engine, *International Journal of Mechanical & Mechatronics IJMME-IJENS* Vol 10 No 3
- Krishna Bama, G dan Ramachandran K, 2010, A Photoacoustic and Ultrasonic Study on Jatropha Oil, *Journal of Engineering Physic and Thermophysic*, Vol 83, No 1, hal 213-219
- Sayyar, Sepidar., Abidin, Zurina Zainal., Yunus, Robiah dan Azhari Muhammad, (2009) Extraction of Oil from Jatropha Seeds_Optimization and Kinetics, *American Journal of Applied Sciences* 6 (&), hal. 1390-1395.