
JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences
ISSN: 2302-5697
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

**KANDUNGAN MINYAK, HUBUNGAN KEKERABATAN DAN POTENSI BODIESEL DARI
KEPUH (*Sterculia foetida* L.) DI KABUPATEN BADUNG, KOTA DENPASAR DAN ROTE (NTT)**

OIL CONTENT, KINSHIP RELATIONSHIPS AND BODIESEL POTENCY OF *Sterculia foetida* L. IN BADUNG REGENCY, DENPASAR AND ROTE (NTT)

Midel Delfi Wehelmina Ndolu*, Ni Luh Arpiwi, Ni Luh Suriani

Program Studi Magister Ilmu Biologi, FMIPA, Udayana Universitas Bali, Indonesia

**Email: midel.ndolu86@gmail.com*

ABSTRAK

Kepuh (*Sterculia foetida* L.) merupakan tanaman non-pangan penghasil minyak yang bisa dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik biji, kandungan minyak, hubungan kekerabatan dan kualitas biodiesel dari biji kepuh (*Sterculia foetida* L.) di Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote. Penelitian dilakukan pada Desember 2016 – Mei 2017. Metode yang digunakan adalah pengamatan terhadap karakteristik biji, menganalisis kandungan minyak dan kualitas biodiesel dari minyak kepuh (*Sterculia foetida* L.). Kandungan minyak tertinggi diperoleh dari Kabupaten Badung dan Kota Denpasar yaitu di Monang-Maning 1 sebesar 41,13%, sedangkan terendah dari Rote di Oemasi 4 sebesar 14,80%. Hubungan kekerabatan antara karakteristik biji dan kandungan minyak terbentuk 2 kelompok dengan indek similaritas 93,5%. Kualitas biodiesel di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar memiliki angka asam yaitu 0,34 mg-KOH/g dan Rote yaitu 0,44 mg-KOH/g, angka iodin di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar yaitu 44,41 dan Rote yaitu 48,53. Angka penyabunan di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar yaitu 187,93 dan Rote yaitu 194,94, angka setana di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar yaitu 64,02 dan Rote yaitu 61,92. Kadar air di Kabupaten Badung, Kota Denpasar maupun Rote 0,2 dan viskositas di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar 12,23 cSt dan Rote 9,22 cSt. Kualitas biodiesel diperoleh telah memenuhi ketentuan SNI 2015, kecuali viskositas.

Kata kunci: Kandungan minyak, hubungan kekerabatan, potensi biodiesel, Sterculia foetida L.

ABSTRACT

Kepuh (*Sterculia foetida* L.) is non-food plant produces seed oil that can be used as a biodiesel feedstock. This study aims to determine the characteristics of seeds, oil content, kinship relationship and quality of biodiesel from *Sterculia foetid*as seed in Badung, Denpasar and Rote. The research was conducted on December 2016 - May 2017. The method used was observation of seed characteristics, analyzing oil content and biodiesel quality from oil *Sterculia foetida*'s. The highest oil content was obtained from Badung regency and Denpasar that was Monang-Maning 1 = 41.13%, while the lowest of Rote in Oemasi was 14.80%. The kinship relationship between seed characteristics and oil content formed 2 groups with a similarity index of 93.5%. The quality of biodiesel in Badung and Denpasar with acid number of 0.34 mg-KOH/ g and Rote that was 0.44 mg-KOH/g, iodine number in Badung and Denpasar were 44.41 and Rote was 48.53. Saponification number in Badung and Denpasar were 187.93 and Rote was 194.94, cetane number in Badung and Denpasar were 64.02 and Rote was 61.92.

Water content in Badung, Denpasar and Rote was 0,2 respectively, and viscosity in Badung and Denpasar were 12.23 cSt and Rote was 9.22 cSt. The quality of biodiesel obtained mostly fulfilled the provisions of SNI 2015, except viscosity.

Keywords: Oil content, kinship relationship, biodiesel potency, Sterculia foetida L.

PENDAHULUAN

Konsumsi energi fosil yang melebihi pasokan menyebabkan terjadinya krisis energi. Peningkatan konsumsi energi terjadi karena peningkatan jumlah penduduk, peningkatan aktivitas industri dan transportasi yang bertujuan untuk meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat. Permintaan energy terus meningkat dari tahun ke tahun sedangkan pasokan energi jauh lebih kecil daripada permintaan sehingga mendorong import energi yang salah satunya berupa minyak bumi. Untuk mengantisipasi kelangkaan energi dan mengurangi impor ekonomi maka perlu dikembangkan energi alternatif yang dapat diperbaharui pengganti minyak bumi, misalnya biodiesel (Hambali *et al.*, 2007).

Biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan, dapat terurai (*biodegradable*) dan dapat diperbaharui (*renewable*) (Mudge and Pereira, 1999). Keunggulan lain biodiesel dibanding dengan solar yang berasal dari minyak bumi adalah menghasilkan lebih rendah emisi gas buang berupa karbon monoksida, karbon dioksida, nitrogen oksida, sulfur oksida dan hidrokarbon. Jadi pemakaian biodiesel dapat mengurangi polusi udara dari polutan polutan berbahaya sehingga mengurangi pemanasan global (Sureshkumar *et al.*, 2008).

Pemilihan jenis tumbuhan yang digunakan sebagai penghasil biodiesel harus memiliki peranan dalam melestarikan lingkungan dan bukan merupakan bahan pangan. Salah satu bahan baku biodiesel adalah biji kepuh (*Sterculia foetida L.*) yang memiliki kandungan minyak 45 -55% serta mampu tumbuh pada berbagai ketinggian tempat mulai dari pinggir pantai sampai ke pegunungan dengan ketinggian 1000 meter diatas permukaan laut (Soerawidjaja, 2006).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik biji, kandungan

minyak, hubungan kekerabatan dan kualitas biodiesel dari biji kepuh (*Sterculia foetida L.*) di Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Desember 2016 - Mei 2017, meliputi penelitian lapangan dan laboratorium. Sampel diambil dari Kabupaten Badung meliputi: Kedonganan, Kerobokan dan Jimbaran dan Kota Denpasar meliputi: Monang-Maningdan Pulau Serangan dan Rote (NTT) meliputi: Holotula, Oemasi, Lasilai, Oedai dan Oelua. Ekstraksi minyak dan proses pembuatan biodiesel dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Udayana.

Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik observasi di beberapa Desa di Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote, serta dibantu dengan bertanya langsung kepada penduduk tentang lokasi tumbuh kepuh. Sampel biji (50 sampel) diambil dari Kabupaten Badung dan Kota Denpasar sebanyak 25 sampel dan Rote sebanyak 25 sampel. Sampel biji yang sudah masak diambil sebanyak 500 gram dan diberi label dari mana asal biji tersebut. Dimensi biji diukur meliputi: panjang, lebar dan tebal biji dengan alat caliper dan berat biji ditimbang menggunakan neraca analitik. Pengamatan karakteristik biji menggunakan acuan buku morfologi tumbuhan (Tjitrosoepomo, 2011). Karakter yang diamati adalah panjang biji, lebar biji, tebal biji, berat biji, bentuk biji, warna biji, permukaan kulit biji, dan kandungan minyak.

Ekstraksi

Biji yang sudah kering dipisahkan dari kulitnya kemudian dihaluskan. Serbuk biji yang halus sebanyak 5 gram, dikemas dalam kertas

saring kemudian dimasukan ke soklet untuk di ekstrak. Setiap sambungan dari alat-alat dioleskan dengan vaselin untuk menjaga agar terhindari dari kebocoran. Labu dididih diisi heksan sebanyak 170 ml dan masukan kepingan keramik untuk mencegah terjadi tumpahan. Ekstraksi dilakukan pada suhu 60°C selama 30 menit sehingga terbentuk campuran heksan dan minyak. Pemisahan campuran dilakukan dengan destilasi pada titik didih heksan. Menurut Arpiwi (2013), rendemen minyak dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat minyak}}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

Pembuatan Biodiesel

Pembuatan biodiesel diawali dengan esterifikasi. Minyak kepuh sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam labu leher dua dan dipanaskan selama 1 jam sambil diaduk dengan magnetik stirrer pada suhu 60°C. Rasio molar metanol : minyak 20:1 dan HCl yang ditambahkan 6% dari berat minyak. Pada tahap esterifikasi terbentuk dua fase yaitu fase atas merupakan metanol sisa dan fase bawah merupakan biodiesel kotor. Selanjutnya adalah tahap transesterifikasi, dengan rasio molar metanol : minyak 20:1 dan KOH yang ditambahkan 1% dari berat minyak, pada suhu 60°C selama 1 jam, terbentuk dua fase Campuran dimasukkan kedalam corong pisah selama 8 jam hingga terbentuk dua lapisan, dimana lapisan bawah adalah gliserol dan lapisan atas adalah biodiesel. Selanjutnya biodiesel dicuci dengan air hangat hingga air cucian jernih (Sudradjat *et al.*, 2010).

Analisis Data

Data kualitatif (bentuk, warna dan permukaan biji) dimasukan ke dalam tabel kemudian dibuat skoring dengan menggunakan Microsoft excel. Kriteria skoring adalah sebagai berikut: bentuk biji, bulat = 1, lonjong = 2, warna biji, putih = 1, hitam = 2, dan permukaan kulit biji, licin = 1, kasar = 2. Data kualitatif (bentuk, warna dan permukaan biji) dan kuantitatif (panjang, lebar, tebal, berat biji dan kandungan minyak) dianalisis dengan program

PAST untuk melihat hubungan kekerabatan berupa dendrogram. Selanjutnya data kuantitatif (panjang, lebar, tebal, berat biji dan kandungan minyak) antara sampel dari Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote dianalisis menggunakan statistik hitung uji T menggunakan program SPSS versi 24.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Biji

Hasil analisis uji T menunjukkan bahwa panjang biji dan berat biji berbeda nyata ($P < 0,05$), sedangkan lebar biji dan tebal biji tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) antara tumbuhan kepuh di Kabupaten Badung, Kota Denpasar dengan Rote. Hal ini menunjukkan keragaman pada karakteristik biji pada kedua lokasi tersebut.

Panjang biji di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar berkisar antara 18,00 -26,40 mm, sedangkan Rote berkisar antara 18,20 - 23,90 mm. Lebar biji di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar berkisar antara 8,20 -11,10 mm, sedangkan Rote berkisar antara 7,60 - 12,00 mm. Tebal biji di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar berkisar antara 6,80 -10,30 mm, sedangkan di Rote berkisar antara 5,66 -10,10 mm.

Berat biji di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar berkisar antara 1,16 -2,96 g, sedangkan di Rote berkisar antara 0,78 - 2,85 g. Menurut Yuniastuti, (2008), ukuran biji dapat mempengaruhi berat biji. Secara umum menunjukkan bahwa iklim dan musim dapat mempengaruhi besar biji. Buah dan biji pada waktu pematangan, apabila suhu tinggi dan udara sangat kering dapat mengakibatkan penurunan kualitas biji kepuh, sedangkan bila curah hujan cukup banyak pada musim pemasakan biji maka kadar kandungan minyak berkurang.

Berdasarkan hasil yang di peroleh dalam penelitian ini bahwa biji lebih besar berasal dari Kabupaten Badung dan Kota Denpasar dibanding di Rote. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh faktor genetik (pewarisan sifat seperti gen) dan lingkungan. Menurut Loha *et al.* (2006) ukuran biji selain dipengaruhi oleh

faktor genetik juga dikontrol oleh faktor lingkungan. Bentuk biji lonjong, warna biji hitam, permukaan kulit biji licin. Hal ini sesuai

dengan pernyataan Yuniastuti (2008) biji kepuh yang sudah masak berwarna hitam licin dan berbentuk lonjong.

Kandungan Minyak

Tabel 1. Kandungan Minyak Biji Kepuh

No	Kabupaten Badung dan Kota Denpasar	Kandungan minyak (%)± SD	No	Rote (NTT)	Kandungan minyak (%)± SD
1	Serangan 1	23,53±0,61	26	Holotula 1	16,87±0,42
2	Serangan 2	25,53±0,42	27	Holotula 2	16,33±0,70
3	Serangan 3	22,13±0,81	28	Holotula 3	31,13±0,31
4	Serangan 4	27,71±0,95	29	Holotula 4	27,47±0,61
5	Serangan 5	31,93±0,95	30	Holotula 5	27,60±1,60
6	Kedonganan 1	32,80±0,20	31	Lasilai 1	29,73±1,29
7	Kedonganan 2	30,10±0,60	32	Lasilai 2	27,00±0,20
8	Kedonganan 3	32,00±1,10	33	Lasilai 3	30,20±0,72
9	Kedonganan 4	29,10±1,00	34	Lasilai 4	30,40±0,80
10	Kedonganan 5	26,00±1,00	35	Lasilai 5	24,00±1,00
11	Monang-Maning 1	41,13±0,81	36	Oedai 1	28,93±1,72
12	Monang-Maning 2	36,13±1,14	37	Oedai 2	31,87±0,61
13	Monang-Maning 3	36,83±0,80	38	Oedai 3	25,60±0,80
14	Monang-Maning 4	34,73±0,15	39	Oedai 4	24,27±1,92
15	Monang-Maning 5	35,07±0,30	40	Oedai 5	28,00±1,00
16	Jimbaran 1	40,53±0,81	41	Oemasi 1	30,33±0,95
17	Jimbaran 2	28,70±1,10	42	Oemasi 2	37,13±0,31
18	Jimbaran 3	26,93±0,83	43	Oemasi 3	21,07±1,36
19	Jimbaran 4	24,73±0,61	44	Oemasi 4	14,80±0,60
20	Jimbaran 5	36,33±1,01	45	Oemasi 5	20,07±0,99
21	Kerobokan 1	27,53±0,81	46	Oelua 1	36,67±0,31
22	Kerobokan 2	23,60±0,53	47	Oelua 2	27,07±0,50
23	Kerobokan 3	20,13±0,46	48	Oelua 3	21,93±0,95
24	Kerobokan 4	25,47±1,40	49	Oelua 4	27,40±1,25
25	Kerobokan 5	27,27±0,31	50	Oelua 5	21,27±1,03

Hasil ekstraksi minyak kepuh (*Sterculia foetida* L.) di peroleh kandungan minyak yang sangat beragam. Kandungan minyak tertinggi diperoleh dari Kabupaten Badung dan Kota Denpasar yaitu di Monang-Maning 1 sebesar 41,13% dan terendah di Kerobokan 3 sebesar 20,13%. Sampel dari Rote tertinggi yaitu di Oemasi 2 sebesar 37,13% dan terendah di Oemasi 4 sebesar 14,80%.

Keragaman kandungan minyak dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan

genetik. Iklim merupakan salah satu factor lingkungan yang memepengaruhi kandungan minyak. Nusa Tenggara Timur beriklim kering dengan curah hujan berkisar antara 697-2.737 mm/ tahun. Suhu 21,7-33,2°C dan kelembaban udara 63-76%. Jenis tanah yang dimiliki adalah tanah mediteran, latosol, grumusol, andosol, regosol dan alluvial (Kementerian Kehutanan Pemerintah Provinsi NTT, 2011).

Bali memiliki curah hujan berkisar antara 1000-3000 mm/tahun (Setiawan, 2012).

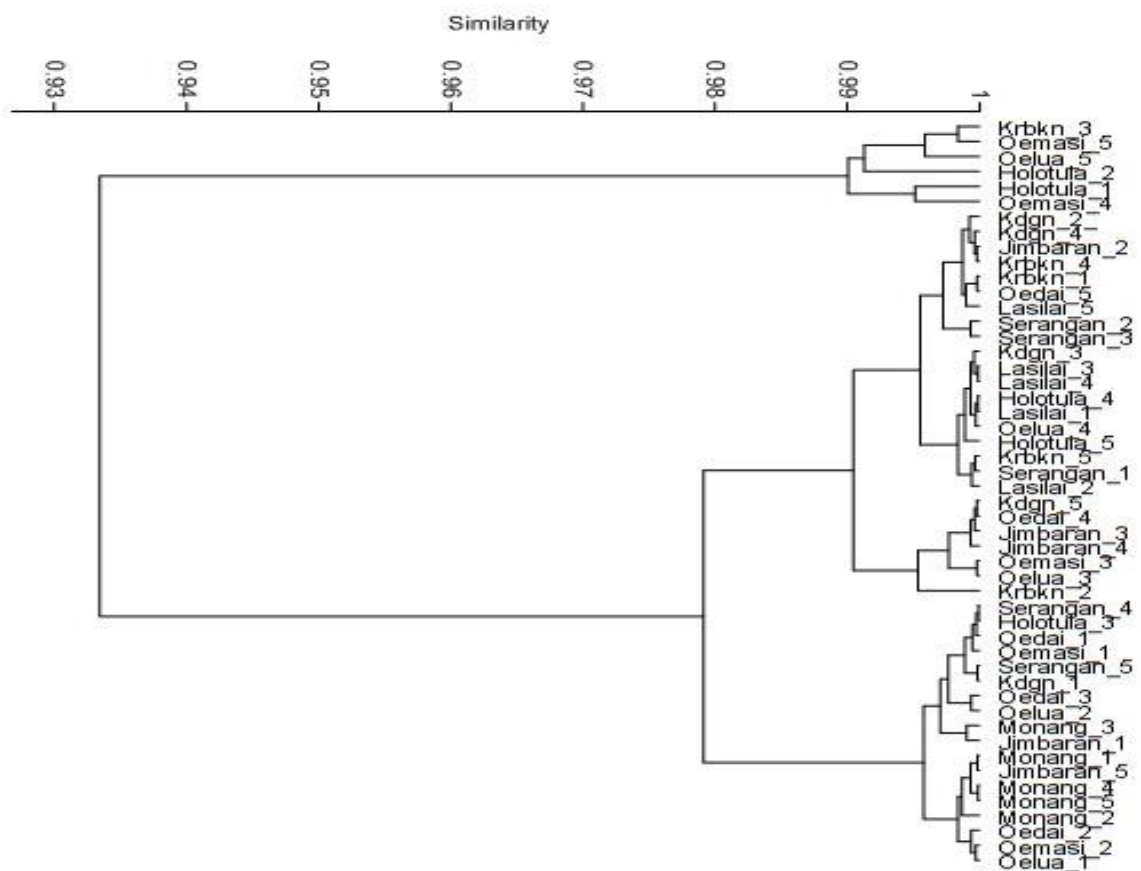
Temperatur udara bervariasi antara 24,0-30,8°C dan kelembaban udara 90%. Jenis tanah Bali adalah tanah latosol, regosol, andosol, mediteran dan alluvial. Jadi daerah NTT khususnya Rote memiliki curah hujan dan kelembaban lebih rendah dari Bali, suhu lebih tinggi dari pada Bali, dengan jenis tanah grumusol hanya terdapat di Rote, sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan kepuh dari kedua lokasi tersebut.

Menurut Prihastanti (2011), pertumbuhan suatu tumbuhan tergantung dari curah hujan

yang merata sepanjang tahun, hal ini karena kekurangan air atau kekeringan dapat berpengaruh terhadap penurunan laju pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sehingga dapat menurunkan produksi tumbuhan (buah, biji, kandungan minyak dan bunga).

Analisis Hubungan Kekerbatan

Hasil analisis dari data kualitatif dan kuantitatif dapat menunjukkan adanya hubungan kekerabatan dalam bentuk dendogram disajikan pada gambar 1:



Gambar 1. Dendogram pengelompokan 50 sampel tumbuhan kepuh berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif.

Analisis pengelompokan berdasarkan 7 karakteristik biji dan kandungan minyak dari 50 sampel kepuh yang diamati, disajikan dalam bentuk dendogram pada gambar diatas. Hasil dendogram membentuk 2 kelompok yaitu kelompok A dan B dengan indek similaritas 93,5%. Kelompok A meliputi: Kerobokan 3,

Oemasi 5, Oelua 5, Holotula 2, Holotula 1, dan Oemasi 4.

Kelompok B meliputi: Kedonganan 2, Kedonganan 4, Jimbaran 2, Kerobokan 4, Kerobokan 1, Oedai 5, Lasilai 5, Serangan 2. Serangan 3, Kedonganan 3, Lasilai 3, Lasilai 4, Holotula 4, Lasilai 1, Oelua 4, Holotula 5,

Kerobokan 5, Serangan 1. Lasilai 2, Kedonganan 5, Oedai 4, Jimbaran 3, Jimbaran 4, Oemasi 3, Oelua 3, Kerobokan 2, Serangan 4. Holotula 3, Oedai 1, Oemasi 1, Serangan 5, Kedonganan 1, Oedai 3, Oelua 2, Monang-Maning 3, Jimbaran 1. Monang-Maning 1, Jimbaran 5, Monang-Maning 4, Monang-Maning 5, Monang-Maning 2, Oedai 2, Oemasi 2 dan Oelua 1.

Pengelompokan kelompok A merupakan lokasi dengan kandungan minyak berkisar antara 14,80-21,27%, kelompok B₁ merupakan lokasi dengan kandungan minyak berkisar antara 20,13-32,00%, sedangkan kelompok B₂ merupakan lokasi dengan kandungan minyak berkisar antara 25,60-41,13%.

Pengelompokan A dan B tidak berdasarkan lokasi tempat tumbuh, tetapi

kelompok yang terbentuk terjadi pencampuran lokasi antara Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote dengan indek similaritas 93,5%. Hal ini mengindikasikan bahwa pohon kepuh di Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote banyak memiliki persamaan karakter morfologi. Selanjutnya pengelompokan B₁ dan B₂ dengan indek similaritas 98,0% mengindikasikan lebih banyak persamaan karakter morfologi dari pada kelompok A dan B. Hal ini terjadi karena adanya banyak persamaan karakter (bentuk biji, warna biji, permukaan biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, berat biji dan kandungan minyak). Persamaan dan perbedaan karakter suatu tumbuhan dapat dipakai untuk mengetahui jauh dekatnya hubungan kekerabatan (Suskenden-driyati *et al.*, 2002).

Kualitas Biodiesel Minyak Kepuh

Tabel 2. Kualitas Biodiesel

Parameter	Kabupaten Badung dan Kota Denpasar	Rote (NTT)	Satuan, min/maks	SNI
Angka asam	0,34	0,44	mg - KOH/g,maks	0,5
Angka iodin	44,41	48,53	% - masa, maks	Maks 115
Angka penyabunan	187,93	194,94	mg - KOH/g	180 - 265
Angka setana	64,02	61,92	Min	Minimal 51
Kadar air	0,2	0,2	% - Volume, maks	0,5
Viskositas	12,23	9,22	mm ² /s (cSt)	2,3 - 6,0

Berdasarkan hasil pengujian kualitas biodiesel dari Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote meliputi: angka asam, angka iodin, angka penyabunan, angka setana dan kadar air telah memenuhi syarat yang telah ditetapkan SNI 2015, sebagai bahan bakar mesin diesel, kecuali viskositas yang tidak memenuhi ketentuan SNI 2015. Kekentalan yang tinggi dari minyak kepuh terjadi karena minyak kepuh memiliki komposisi senyawa asam lemak stearat yang mengandung gugus asam lemak jenuh yang membentuk minyak menjadi beku dan kental. Tingginya angka asam lemak bebas dapat menyebabkan korosif dan menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin serta meningkatkan hasil viskositas (Wedel, 1999). Upaya untuk menurunkan

viskositas yaitu dengan cara melakukan metode transesterifikasi bertingkat.

KESIMPULAN

1. Kandungan minyak tertinggi diperoleh dari Kabupaten Badung dan Kota Denpasar sebesar 41,13%, sedangkan terendah dari Rote sebesar 14,80%.
2. Hubungan kekerabatan berdasarkan karakteristik biji dan kandungan minyak dari Kabupaten Badung, Kota Denpasar dan Rote terbentuk menjadi 2 kelompok dengan indek similaritas 93,5%.
3. Kualitas biodiesel yang diperoleh meliputi: angka asam, angka iodin, angka penyabunan, angka setana dan kadar air telah memenuhi

ketentuan SNI 2015 sebagai bahan bakar mesin diesel, kecuali viskositas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Universitas Nusa Lontar, yang beralamat di Jalan Mokdae, Kecamatan Lobalain, Kabupaten Rote Ndao, Propinsi Nusa Tenggara Timur atas beasiswa untuk studi S2 yang diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpiwi, N. L., G. Yan, E. L. Barbour, and J. A. Plummer. 2013. Genetic Diversity, Seed Traits and Salinity Tolerance of *Milletia pinnata* (L.) Panigrahi, a Biodiesel Tree. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60:677 - 692.
- Hambali, E., A. Suryani, Dadang, Hariyadi, H. Hanafie, I. K. Reksowardojo, M. Rivai, M. Ihsanur, P. Suryadarma, S. Tjitrosemito, T. H. Soerawidjaja, T. Prawitasari, T. Prakoso, dan W. Purnama. 2007. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Cetakan IV. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hambali, E., S. Mujdalipah, A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri, dan R. Hendroko. 2008. Menimbah Ilmu dari Pakar Teknologi Bioenergi. Cetakan III. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Kementerian Kehutanan Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Timur. 2011. Masterplan Pengembangan dan Pelestarian Cendana di Provinsi NTT Tahun 2010-2030. Kupang: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Loha, A. M., Tigabu, T. Demel, K. Lundkvist, and A. Fries. 2006. Provenance Variation in Seed Morphometric Traits, Germination, and Seeding Growth of *Cordia africana* L. *New For.* 32:71 - 86.
- Mudge, S. M., and G. Pereira. 1999. Stimulating the Biodegradation of Crude Oil with Biodiesel Preliminary Results. *Spill Science & Technology Bulletin*. 5: 353-355.
- Prihastanti, E. 2011. Specific Leaf Area, Jumlah Trikomata dan Kandungan Kalium Daun Semai Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Kandungan Air Tanah Berbeda. *Bioma*. 13(2): 85-90.
- Setiawan, O. 2012. Analisis Variabilitas Curah Hujan dan Suhu di Bali. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. 9(1): 66 – 79
- Soerawidjaja, T. H. 2006. Prospek dan Tantangan Pengembangan Industri Biodiesel di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Energi Hayati sebagai Solusi Krisis Energi: Peluang dan Tantangannya di Indonesia. 9-15.
- Sudradjat, R., E. Pawoko, D. Hendra, dan D. Setiawan. 2010. Pembuatan Biodiesel dari Biji Kesambi (*Schleichera oleosa* L.). *Penelitian Hasil Hutan* 28(4):358-379.
- Sureshkumar K, Velraj R, Ganesan R (2008) Performance and Exhaust Emission Characteristics of a CI Engine Fueled with *Pongamia pinnata* methyl ester (PPME) and Its Blends with Diesel. *Renewable Energy* 33: 2294-2302.
- Suskendendriyati, H., A. N. Wijiyanti, Hidayah, dan D. Cahyuning. 2002. Studi Morfologi dan Hubungan Kekeabatan Varietas Salak Pondoh di Dataran Tinggi Sleman. *Biodiversitas*. 1(2): 59-64.
- Tjitrosoepomo, G. 2011. Morfologi Tumbuhan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Wedel, V. R. 1999. Technical Handbook for Marine Biodiesel. Department of Energy: San Fransisco Bay and Northen California.
- Yuniastuti, E. 2008. Kepuh sebagai Biofuel (*Bio-Oil*). Surakarta: Universitas Sebelas Maret