

ISBN: 978-602-60451-4-0 (ONLINE)
ISBN: 978-602-60451-3-3 (PRINT)

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
TEKNOLOGI INDUSTRI VI
MAKASSAR, 10 OKTOBER 2018

“MENYIAPKAN SDM INDUSTRI
MEMASUKI REVOLUSI INDUSTRI 4.0 “



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INDUSTRI (SNTI) VI

TEMA :
"MENYIAPKAN SDM INDUSTRI MEMASUKI REVOLUSI INDUSTRI 4.0"

Editor:

Merla, SS., M.Hum

Fachri, ST

Andi Velahyati B., ST., MT

POLITEKNIK ATI MAKASSAR
PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA

Prosiding

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INDUSTRI (SNTI) VI MENYIAPKAN SDM INDUSTRI MEMASUKI REVOLUSI INDUSTRI 4.0

ISBN: 978-602-60451-4-0 (Online)

ISBN: 978-602-60451-3-3 (Print)

Editor :

Merla, SS., M.Hum

Fachri, ST.

Andi Velahyati B., ST., MT

Desain Sampul :

Fachri, ST.

Penerbit dan Redaksi :

Politeknik ATI Makassar

Jln. Sunu No 220, Makassar

Telp: (0411) 449609

Fax : (0411) 449867

Email : snti6@atim.ac.id

Website : www.snti6.atim.ac.id

Cetakan Pertama, Oktober 2018

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan

Dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

Bidang: Teknik Kimia

Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses Teknik Kimia

KAJIAN PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI MINYAK BEKATUL PADI TERHADAP RENDEMEN MINYAK

Fajriyati Mas'ud⁽¹⁾, Sri Indriati⁽²⁾, Abigael Todingbua⁽²⁾, Fajar⁽⁴⁾
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang

Email: ¹fajri28672@gmail.com, ²indriati.sri59@gmail.com, ³abigaelt@yahoo.co.id, ⁴karyatamamakassar@gmail.com

ABSTRAK

Minyak bekatul padi merupakan minyak yang diekstraksi dari bekatul padi yang dapat digunakan sebagai minyak makan berkualitas tinggi, sebab mengandung komponen antioksidan dalam konsentrasi yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan fungsional berbasis minyak, selain itu juga dapat digunakan sebagai bahan baku pada produk kosmetik dan farmasi. Pada proses ekstraksi minyak bekatul padi, rendemen minyak yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu proses ekstraksi, sehingga pada studi ini, dikaji pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen minyak bekatul padi. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi disertai pengadukan pada suhu ruang menggunakan pelarut etanol 86%. Rasio bahan dengan pelarut 1:6, sedangkan variabel waktu yang dicobakan yaitu 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu proses ekstraksi minyak bekatul padi metode maserasi disertai pengadukan yang terbaik yaitu selama 5 jam. Pada kondisi ekstraksi tersebut diperoleh rendemen minyak bekatul padi sebesar 7,11%. Hasil ini mengisyaratkan bahwa sebagai minyak makan berkualitas tinggi, minyak bekatul padi sangat memungkinkan diusahakan di tingkat industri, mengingat fungsinya bagi kesehatan yang sangat baik.

Kata kunci: minyak bekatul padi, ekstraksi pelarut, maserasi, etanol, sifat fisiko kimia.

ABSTRACT

Rice bran oil was extracted from rice bran that can be used as high-quality edible oil, because it contains antioxidant components in high concentrations, so that it can be used as raw material oil-based functional food, and also can be used as raw material for cosmetic and pharmacy products. In the extraction process of rice bran oil, the yield of the oil obtained is strongly influenced by the length of the extraction process, so that in this study, the effect of extraction time on the yield of rice bran oil was studied. The extraction process was carried out by maceration method with stirring at room temperature using 86% ethanol. Bran and ethanol ratio was 1: 6, while time variables were tested were 2, 3, 4, 5, 6, and 7 hours. The results showed that the best duration of the extraction process of rice bran oil with maceration method was for 5 hours. In this extraction condition, the yield of rice bran oil was 7.11%. These results suggest that as high-quality edible oil, rice bran oil is very possible to be processed at the industry level, considering its function for excellent health.

Keywords: rice bran oil, solvent extraction, maceration, ethanol, physicochemical properties.

PENDAHULUAN

Bekatul padi merupakan lapisan yang menyelubungi bagian endosperma berpati pada beras (*Oryza sativa*). Pada penggilingan padi menjadi beras dihasilkan beras sekitar 56-58%, 10-12% beras pecah, 18-20% sekam, dan 10-12% bekatul [1], sehingga jumlah produksi bekatul berbanding lurus dengan produksi padi. Berdasarkan pra angka ramalan II yang dilakukan oleh Kementerian Pertanian yang berkoordinasi dengan Badan Pusat Statistik (BPS), bahwa produksi padi tahun 2016 mencapai 79.141.325 ton gabah kering giling, meningkat 3.743.511 ton (4,97%) dari angka tetap tahun 2015 sebesar 75.397.841 juta ton. Di Sulawesi Selatan, kenaikan produksi padi tahun 2016 sebesar 7,66%. Jika dihitung 10% dari total produksi padi nasional dapat menghasilkan bekatul, maka pada tahun 2016 diperkirakan terdapat hasil samping sekitar 7,9 juta ton bekatul, jumlah tersebut membuat

bekatul sangat potensial dijadikan bahan baku industri pangan, khususnya pangan fungsional, sehingga pemanfaatannya tidak sebatas makanan ternak.

Pangan fungsional saat ini menjadi topik kajian penting. Perkembangan teknologi proses pangan dan teknologi analisis pangan dengan terciptanya berbagai peralatan instrumen canggih untuk mendeteksi komponen dan senyawa bioaktif yang terkandung pada bahan pangan telah menjadi tonggak terciptanya produk-produk olahan pangan berbasis pangan fungsional, yaitu makanan yang tidak hanya dikonsumsi sebatas makanan, tetapi juga bermanfaat sebagai obat atau menghambat timbulnya penyakit.

Bekatul padi mengandung minyak [2], dan telah terbukti mengandung komponen bioaktif yang sangat bermanfaat bagi kesehatan. Senyawa bioaktif pada bekatul menjadi topik penelitian penting karena terbukti dapat memberikan fungsi-fungsi fisiologis dalam pencegahan penyakit degeneratif. Berbagai kajian ilmiah telah membuktikan bahwa minyak bekatul padi mengandung komponen γ -oryzanol, vitamin E, dan β -karoten, yang memiliki aktifitas antioksidan yang kuat [3]. Bekatul padi juga mengandung polifenol yang merupakan antioksidan, semua komponen tersebut memiliki aktivitas antikanker [4]. Minyak bekatul padi sangat baik digunakan sebagai minyak goreng terkait dengan titik asapnya yang tinggi, yaitu sekitar 254°C dengan citarasa yang khas seperti aroma berasnya [5]. Pemanfaatan minyak bekatul padi tidak terbatas sebagai minyak goreng saja, namun dapat diproses menjadi berbagai macam produk turunannya, dan dapat dikembangkan sebagai produk suplemen, kesehatan dan kosmetika.

Melihat potensi besar pada minyak bekatul padi tersebut, maka penelitian diarahkan untuk mengkaji optimasi proses ekstraksinya guna mendukung kebutuhan industri. Salah satu metode ekstraksi yang menjadi pemikiran utama adalah ekstraksi dengan etanol menggunakan metode maserasi disertai pengadukan, dengan mengkaji pengaruh waktu maserasi terhadap perolehan minyak dan komponen bioaktif yang diinginkan. Penelitian ini mengkaji pengaruh waktu proses maserasi bekatul padi untuk memperoleh minyak bekatul padi dengan rendemen minyak serta komponen bioaktif yang maksimum.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik dan Laboratorium Kimia Analisis, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul padi varietas Ciliwung yang segar, diperoleh dari usaha penggilingan beras di Makassar. Pelarut etanol dan bahan-bahan kimia untuk analisis diperoleh dari toko bahan kimia di Makassar. Alat-alat yang digunakan adalah sieving, autoclave Hiclave HV-85 merk HIRAYAMA, oven pengering Ecocell, timbangan, Erlenmeyer 500 mL, *strirrer*, rotavapor Buchi R-215 yang dilengkapi *vacuum pomp* V-700, dan *refrigerated centrifuge* AX-521.

Prosedur Penelitian

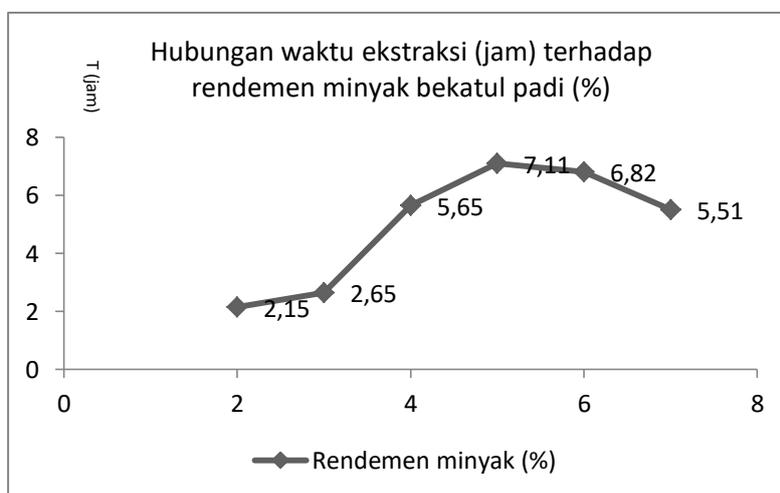
Bekatul padi yang baru terpisah dengan beras segera distabilisasi menggunakan autoklaf 110°C selama 15 menit untuk menonaktifkan lipase penyebab ketengikan dan untuk melunakkan jaringan bekatul guna memudahkan proses ekstraksi minyak. Selanjutnya bekatul dikeringkan pada oven pengering 40°C selama 5 jam. Bekatul kering diayak 60 mesh dan dikemas dalam wadah plastik tertutup menunggu proses ekstraksi. Proses ekstraksi metode maserasi disertai pengadukan menggunakan bahan baku bekatul 100 g dan pelarut etanol 600 mL selama 5 jam dalam Erlenmeyer 1000 mL dan menggunakan *strirrer* yang diatur pada kecepatan 100 rpm. Lama proses ekstraksi masing-masing dilakukan selama 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 jam. Ampas dipisahkan dengan proses sentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit, selanjutnya minyak dipisahkan dengan pelarut etanol menggunakan rotavapor yang bekerja pada kondisi kecepatan putaran 60 rpm, suhu pemanasan 35°C, dan suhu penguapan 21°C. Rendemen minyak dihitung dengan rumus:

$$\% = \frac{\text{berat minyak (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100 \quad [6] \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi minyak bekatul padi tergolong ekstraksi padat-cair. Proses ekstraksi padat-cair disebut juga *leaching*. *Leaching* adalah proses pemisahan suatu zat terlarut yang terdapat dalam suatu padatan dengan mengontakkan padatan tersebut dengan pelarut (*solvent*) sehingga padatan dan pelarut bercampur dan kemudian zat terlarut terpisah dari padatan karena larut dalam pelarut. Pada ekstraksi padat cair terdapat dua fase yaitu fase *overflow* (ekstrak) dan fase *underflow* (rafinat/ampas) [7].

Pada penelitian ini metode ekstraksi minyak bekatul padi yang digunakan adalah metode maserasi (perendaman) disertai pengadukan pada suhu ruang, bertujuan untuk memisahkan minyak dan beberapa komponen dari bekatul padi menggunakan pelarut etanol. Pemisahan terjadi atas dasar kemampuan melarut yang berbeda dari komponen-komponen dalam bekatul padi. Ekstraksi berlangsung secara sistematis selama waktu tertentu dengan menggunakan pelarut etanol. Minyak hasil ekstraksi mempunyai keunggulan yaitu mempunyai bau yang mirip bau alamiah [8]. Pada proses ekstraksi, salah satu parameter yang berpengaruh terhadap rendemen produk antara lain adalah waktu atau lamanya proses ekstraksi berlangsung. Pengaruh lama waktu ekstraksi terhadap rendemen minyak bekatul padi yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 1. Dapat dijelaskan bahwa secara umum semakin lama ekstraksi berlangsung maka rendemen minyak semakin tinggi hingga mencapai titik tertentu, namun selanjutnya penambahan waktu ekstraksi justru diperoleh rendemen minyak yang menurun.



Gambar 1. Pengaruh waktu ekstraksi (jam) terhadap rendemen minyak bekatul padi

Pada proses ekstraksi selama 2 jam hingga 5 jam dapat diperoleh rendemen minyak yang meningkat setiap waktu, namun setelah melewati jam ke-5 maka rendemen minyak yang diperoleh sudah menurun. Jadi pada proses ekstraksi selama 5 jam diperoleh rendemen minyak yang tertinggi. Waktu ekstraksi sangat mempengaruhi rendemen, hal ini terkait dengan nilai transfer massa. Lamanya waktu ekstraksi akan mempengaruhi kualitas minyak yang diperoleh [9]. Penambahan waktu ekstraksi mengakibatkan penambahan jumlah minyak yang dihasilkan. Lamanya waktu akan mempermudah penetrasi pelarut ke dalam bahan, kelarutan komponen-komponen minyak berjalan dengan perlahan sebanding dengan lamanya waktu ekstraksi, dan setelah beberapa waktu jumlah minyak yang terekstrak mengalami penurunan.

Penambahan waktu menyebabkan rendemen minyak menurun, serta menyebabkan terjadinya dekomposisi komponen-komponen selain minyak, misalnya impuritas yang menyebabkan perubahan sifat komponen tersebut, titik didih komponen baru lebih rendah dari titik didih

komponen sebelumnya sehingga menjadi lebih mudah menguap dan akhirnya rendemen yang diperoleh berkurang [8]. Komponen minyak pada bekatul padi jumlahnya terbatas dan jumlah pelarut etanol yang digunakan mempunyai batas kemampuan untuk melarutkan minyak, sehingga meskipun waktu ekstraksi diperpanjang namun minyak yang ada pada bekatul sudah habis. Lamanya proses ekstraksi memiliki batas maksimum untuk menghasilkan rendemen yang tinggi, hal ini diperjelas oleh [10] yang mengkaji tentang pengaruh waktu ekstraksi terhadap berat oleoresin pada berbagai volume pelarut methanol. Pada hasil pengamatan antara waktu ekstraksi terhadap berat oleoresin pada berbagai jumlah pelarut menghasilkan rendemen oleoresin yang cenderung menurun. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu ekstraksi, maka jumlah oleoresin yang dapat diikat oleh methanol semakin sedikit, disebabkan karena menguapnya sebagian kandungan minyak atsiri (*volatile oil*) sehingga berat oleoresin yang diperoleh cenderung menurun.

Beberapa hasil penelitian tentang pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen produk telah dilaporkan pada beberapa studi, antara lain adalah hasil penelitian [11] yang melakukan ekstraksi tannin dari kluwek menggunakan etanol, dan memperoleh hasil bahwa waktu ekstraksi sangat berpengaruh terhadap volume tanin yang diperoleh. Waktu ekstraksi lebih lama berarti waktu kontak antar bahan (sampel) dengan pelarut juga lebih lama, akibatnya lebih banyak tanin yang terlarut pada pelarut. Semakin lama waktu ekstraksi semakin lama pula kontak antara sampel dengan pelarut sehingga volume dan kadar tanin yang diperoleh semakin meningkat.

Penelitian tentang pengaruh lama waktu ekstraksi remaserasi kulit buah durian terhadap rendemen saponin dan aplikasinya sebagai zat aktif anti jamur juga telah dilakukan, dan kesimpulan yang diperoleh yaitu pengaruh waktu dalam perolehan hasil ekstraksi sangat tinggi, disebabkan karena lamanya kontak antara bahan dan pelarut semakin besar sampai batas tidak ada yang terekstraksi, sehingga semakin lama waktu ekstraksi maka semakin banyak rendemen yang dihasilkan, tetapi pada penelitian ini untuk remaserasi 11 hari pada proses evaporasi pemanasan terlalu lama menyebabkan ekstrak kental berbentuk seperti karamel leleh sehingga menyebabkan rendemen menjadi turun [12]. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen komponen yang akan diekstraksi juga telah dilakukan pada kajian ekstraksi kafein pada proses penyeduhan, terjadi kenaikan kadar kafein hingga menit ke-3, kemudian pada waktu berikutnya yaitu menit ke-3,5 dan menit ke-4 kadar kafein konstan. Kadar kafein yang tinggi dipengaruhi oleh lamanya waktu yang digunakan saat menyeduh. Hal ini karena terdapat hubungan antara waktu ekstraksi dan senyawa yang terekstrak. Semakin lama waktu ekstraksi maka kafein yang terekstrak semakin banyak. Kadar kafein dipengaruhi oleh waktu ekstraksi. Waktu penyeduhan yang terlalu singkat dapat membuat kadar kafein di dalam teh belum terekstrak sepenuhnya sehingga kadar kafein terendah adalah saat waktu penyeduhan tersingkat [13].

Studi lama waktu ekstraksi terhadap mutu karagenan (*Eucheuma cottonii*) yang menyatakan bahwa waktu ekstraksi yang lama mengakibatkan *E. cottonii* semakin lama kontak dengan panas dan pelarut, sehingga karagenan semakin banyak yang terekstrak dari dinding sel rumput laut juga telah dilakukan [14]. Waktu ekstraksi yang lama sudah mampu melarutkan karagenan dari dinding sel rumput laut secara sempurna, karena hampir sebagian besar rumput laut larut sempurna selama proses ekstraksi, lebih lanjut dikatakan bahwa semakin lama proses ekstraksi maka semakin besar pula efek pemanasan yang ditimbulkan sehingga memaksimalkan terjadinya permeabilitas dinding sel. Peningkatan permeabilisasi dinding sel tersebut dapat berperan dalam mempercepat proses reaksi, meningkatkan laju difusi senyawa melewati dinding sel, dan meningkatkan rendemen ekstraksi senyawa dan cairan dari dalam sel [14].

Terkait dengan mutu minyak, maka beberapa sifat fisiko kimia minyak bekatul padi varietas Ciliwung yang dihasilkan pada studi ini dapat dilihat pada Tabel 1. Sifat fisikokimia minyak akan membantu untuk mengidentifikasi potensi pemanfaatannya lebih lanjut khususnya pada industri makanan. Sifat fisik minyak meliputi kadar air, berat jenis (densitas), indeks bias, titik leleh, warna, dan bau. Sifat kimia minyak meliputi bilangan asam, bilangan penyabunan, kadar asam lemak bebas, bilangan iod, dan bilangan peroksida. Minyak bekatul padi berwarna kuning kecoklatan, hal ini disebabkan oleh adanya karotenoid dalam konsentrasi yang rendah terkandung pada minyak. Pada

hasil ekstraksi dengan etanol, kadar air minyak sebesar 0,178%. Kriteria minyak yang baik, kadar airnya kurang dari 0,2% [15]. Kandungan air merupakan salah satu parameter yang penting bagi sifat kimia minyak karena dikaitkan dengan reaksi hidrolisis, reaksi ini dapat menyebabkan kemunduran mutu minyak [14]. Minyak dengan kadar air tinggi bisa memperpendek umur simpan dan akan memicu pertumbuhan mikroba [16].

Tabel 1. Sifat fisiko kimia minyak bekatul padi varietas Ciliwung

No	Parameter	Nilai
1	Kadar air (%)	0,178
2	Indeks bias, 40°C	1,561
3	Berat jenis (g/mL)	0,85
4	Warna	Kuning kecoklatan
5	Bau	Normal
6	Kadar asam lemak bebas (%)	3,91
7	Bilangan asam (mg KOH/g minyak)	8,81
8	Bilangan peroksida (mg/kg minyak)	8,92
9	Bilangan iod (g I ₂ /100g minyak)	68,28
10	Bilangan penyabunan (mg KOH/g minyak)	176,14

Indeks bias minyak bekatul padi sebesar 1,561. Indeks bias berhubungan dengan waktu ekstraksi dan rendemen minyak, semakin lama waktu ekstraksi, semakin banyak rendemen minyak, sehingga indeks bias lebih tinggi dan nilainya sebesar 1,729 [17]. Densitas/berat jenis minyak sebesar 0,85 g/mL. Densitas adalah ukuran massa per satuan volume. Semakin besar densitas minyak, semakin besar massa masing-masing volume. Setiap jenis minyak memiliki kerapatan yang khas, tergantung komposisi asam lemak dari minyak.

Sifat kimia minyak merupakan sifat penting yang menentukan kondisi minyak. Sifat kimia meliputi nilai total asam, iod, peroksida, asam lemak bebas, dan bilangan penyabunan. Nilai asam dan asam lemak bebas terbentuk sebagai hasil reaksi hidrolisis trigliserida terhadap gliserol dengan aktivitas lipase, yang meningkat dengan cepat setelah proses penggilingan [2]. Nilai total asam minyak bekatul padi varietas Ciliwung yang diekstraksi dengan etanol sebesar 8,81 mg KOH/g. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa minyak layak dikonsumsi karena masih berada dalam nilai yang direkomendasikan oleh codex yaitu 0,6 mg KOH/g untuk *virgin oil* dan 10 mg KOH/g untuk *non-virgin edible oil* [18], total asam minyak bekatul padi juga dilaporkan sebesar 3,9 (mL KOH/g) [19].

Nilai asam lemak bebas dan peroksida adalah parameter karakterisasi utama untuk kualitas minyak. Nilai asam lemak bebas minyak bekatul padi sebesar 3,91%. Tao *et al.*, (1993) melaporkan bahwa kadar asam lemak pada minyak bekatul padi maksimum 5% [20]. Minyak dengan asam lemak bebas tinggi dapat berkembang mempengaruhi rasa selama penyimpanan [21].

Bilangan peroksida merupakan produk reaksi awal dari oksidasi lipid. Nilai peroksida minyak bekatul padi sebesar 8,92 mg/kg minyak. Nilai ini lebih rendah dari nilai untuk minyak tengik yang berkisar antara 20-40 mg/kg minyak [22]. Umumnya pada minyak segar, nilai peroksida harus kurang dari 10 mg/kg minyak [19]. Berdasarkan standar kodex, nilai bilangan peroksida maksimum 10 mg/kg minyak [23] dan 3,12 mg/kg [17]. Nilai peroksida yang tinggi dikaitkan dengan laju ketengikan oksidatif yang tinggi [6].

Bilangan iod minyak menunjukkan derajat ketidakjenuhannya. Pada minyak bekatul padi diperoleh sebesar 68,28 gram I₂/kg minyak. Standar codex merekomendasikan antara 90-105 g I₂/100 g minyak [23], sedangkan *Indian Standard Institution* (ISI) sekitar 85-105 [24]. Bilangan iod adalah jumlah iod yang diperlukan untuk menjenuhkan 100 gram minyak. Hal ini digunakan untuk menilai stabilitas minyak dalam aplikasi industri [25]. Nilai iod juga merupakan indeks untuk menilai kemampuan minyak menjadi tengik [6].

Bilangan penyabunan adalah mg KOH yang diperlukan untuk menyabunkan 1 g minyak dan

menunjukkan kapasitas pembentukan sabun minyak, ini menunjukkan rata-rata massa rantai panjang molekul atau asam lemak bebas [26]. Bilangan penyabunan minyak bekatul padi sebesar 176,14 mg KOH/g minyak. Nilai penyabunan berkisar antara 185,4 mg KOH/g untuk varietas mangga Kaew Thailand dan 197 mg KOH/g untuk varietas mangga Bangladesh Ranipas [27]. Standar ISI sekitar 175-195 [24].

KESIMPULAN

Proses ekstraksi minyak bekatul padi sangat dipengaruhi oleh waktu atau lamanya proses ekstraksi berlangsung. Pada proses ekstraksi maserasi yang disertai pengadukan pada suhu ruang menggunakan pelarut etanol 86% dengan rasio 1:6, maka waktu ekstraksi minyak bekatul padi yang terbaik yaitu selama 5 jam, pada kondisi tersebut dihasilkan rendemen minyak sebesar 7,11%. Minyak bekatul padi yang dihasilkan memiliki sifat fisiko kimia yang secara umum masuk dalam standar yang dikelarkan oleh *Indian Standard Institution* (ISI) terkait minyak bekatul padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pimpinan Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang atas dukungan sarana dan prasarana laboratorium pada penelitian ini, dan juga kepada staf PLP Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang atas bantuan tenaga yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SM. Kim, JC. Hyung, TL. Seung. 2014. Effect of various heat treatments on rancidity and some bioactive compounds of rice bran. *Journal of Cereal Science* 60, 243-248.
- [2] O. Pourali, SA. Feridoun, Y. Hiroyuki. 2009. Simultaneous rice bran oil stabilization and extraction using sub-critical water medium. *Journal of Food Engineering* 95, 510-516. doi : 10.1016/j.jfoodeng.2009.06.014.
- [3] VV. Hoed, VG. Depaemelaerea, JV. Ayalab, P. Santiwattanac, R. Verhea, W. De Greytb, 2006. Influence of chemical refining on the major and minor components of rice bran oil, *Journal of the American Oil Chemists Society* 83 (4): 315–321.
- [4] TS. Kahlon, El Chow, MM. Chiu. 1996. Cholesterol-lowering by rice bran and rice bran oil unsaponifiable matter in hamsters. *Cereal Chemistry*, 73(1): 69-74.
- [5] M. Hadipernata, 2007. Mengolah dedak menjadi minyak (*rice bran oil*). *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian; 29(4):8-10.
- [6] I Sani, 2014. Soxhlet extraction and physicochemical characterization of *Mangifera indica* L. Seed kernel oil. *Research and Reviews: J Food Dairy Tech*. 2(1): 20-24.
- [7] McCabe, Warren.L.,1993. *Operasi Teknik Kimia* jilid 2. Erlangga: Jakarta.
- [8] E. Guenther, 1987. *Minyak Atsiri*. Jilid I. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia
- [9] B. Wiyarno, RM. Yunus, M. Mel. 2011. Extraction of Algae Oil from *Nannocloropsis* sp: Study of Soxhlet and Ultrasonic-assisted Extraction, *Journal of Applied Science*, 11 (21): 3607-3612.
- [10] D. Bustan M, Ria Febriyani dan Halomoan Pakpahan, 2008. Pengaruh waktu ekstraksi dan ukuran partikel terhadap oleoresin jahe yang diperoleh dalam berbagai jumlah pelarut organik. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 4, Vol. 15
- [11] Sukaryo, 2016. Pengaruh waktu ekstraksi dalam pengambilan tannin dari kluwek menggunakan pelarut etanol 70%. *Jurnal Neo Teknika* Vol. 2 No.2, hal. 37-40.
- [12] Ningsih, Shela Ratri Utami, Ratri Ariatmi Nugrahani Pengaruh Lamanya Waktu Ekstraksi Remaserasi Kulit Buah Durian terhadap Rendemen Saponin dan Aplikasinya sebagai Zat Aktif Anti Jamur, *Konversi*, Volume 4 No1. Hlmn. 8-16.
- [13] DD. Putri dan Ita Ulfin,. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi terhadap Kadar Kafein dalam Teh

Hitam.

- [14] L. Ega, C.G.C. Lopulalan, dan Rocky Rangkoratat, 2015. Studi lama waktu ekstraksi terhadap mutu karagenan (*Eucheuma cottoni*). Jurnal Agroforestri X Nomor 3. ISSN : 1907-7556.
- [15] S. Ketaren, 1986. Minyak dan Lemak Pangan, Ed. 1 Jakarta: Universitas Indonesia press. ISBN: 979-8034-05-8
- [16] G. Toscano, E. Maldini. 2007. Analysis of the Physical and Chemical Characteristics of Vegetable Oils As Fuel. Journal of Ag. Eng., 3: 39-47.
- [17] P. Kaewkool, 2011. Characterization of cold pressed organic rice bran oil. As. J. Food Ag-Ind. 4(01), 16-21.
- [18] GOE. Olajumoke, 2013. Extraction and Characterization of Vegetable Oil from Mango. IOSR Journal of Applied Chemistry, 5(3): 6-8.
- [19] S. Kittiphoom, S. Sutasinee. 2013. Mango seed kernel oil and its physicochemical properties. Int. Food Res J., 20(3):1145-1149.
- [20] J. Tao, R. Rao, J. Liuzzo. 1993. Microwave heating for rice bran stabilization. J. Microw. Power Electromagn. Energy 28, 156-164.
- [21] YH. Hui, 1999. Bailey's industrial oil and fat products - edible oil and fat products, Vol. 2, A Wiley-Interscience Publication, New York: 603-75.
- [22] H. Ishida, H. Suzuno, N. Sugiyama, S. Innami, T. Tadokoro, A. Maekawa. 2000. Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* poir). Food Chem, 68(3): 359-367. Doi: 10.1016/S0308-8146(99)00206-X.
- [23] M. Sukanya, K. Aikkarach, S. Khongsak, S. Riantong. 2017. Physicochemical and Antioxidant Properties of Rice Bran Oils Produced from Colored Rice Using Different Extraction Methods. Journal of Oleo Science. 66, (6) 565-572. Doi: 10.5650/jos.ess17014.
- [24] R. Sengupta, A. Battaracharya. 1996. Enzymatic extraction of mustard seed and rice bran. JAOCS, 73:687-692.
- [25] XY. Xu, MA. Hanna, SJ. Josiah. 2007. Hybrid hazelnut oil characteristics and its potential oleochemical application. Industrial Crops and Products, 26(1): 69-76. Doi: 10.1016/j.indcrop.2007.01.009.
- [26] S. Kittiphoom, 2012. Utilization of mango seeds. Int Food Res J 19(4): 1325-1335.
- [27] MHA. Jahurul, ISM. Zaidul, K. Ghafoor, FY. Al-juhaimi, K. Nyam, NAN. Norulaini, F. Sahena, AKM. Omar. 2015. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components : A review. Food Chem, 183: 173-180. Doi: 10.1016/j.foodchem.2015.03.046.