

PENINGKATAN MUTU EKTRAKSI MINYAK DEDAK PADI LAMPUNG MELALUI PROSES STABILISASI DEDAK

Arysca Wisnu Satria^{1*}, Pramahadi Febriyanto¹, Yuniar Luthfia Listyadevi¹, Irwan Sudarmanto²

¹Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

²Program Studi Kimia, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

*Email: arysca.wisnu@tk.itera.ac.id

Abstrak

Provinsi Lampung yang merupakan lumbung padi nasional, sehingga mempunyai potensi untuk menghasilkan minyak dedak. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses ekstraksi minyak dedak dari sisa hasil samping proses penggilingan padi yang ada di Provinsi Lampung. Percobaan didahului dengan proses stabilisasi dedak dengan berbagai metode, yaitu: radiasi inframerah (IR), pengovenan, dan pengukusan. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi menggunakan pelarut heksan dan isopropanol. Data hasil rendemen (*yield*) dan kandungan asam lemak bebasnya selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kondisi proses yang direkomendasikan. Hasil proses stabilisasi terbaik diperoleh dari perlakuan pengukusan selama 20 menit, dimana *yield* terbesar pada masing-masing ekstrak heksan dan isopropanol berturut-turut sebesar 13,52% dan 11,42%. Pada kedua kondisi tersebut diperoleh nilai kadar asam lemak bebas terendah, yaitu berturut-turut sebesar 1,02% dan 1,27%. Hasil analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer* menunjukkan bahwa komposisi terbesarnya berupa senyawa asam oleat dan asam palmitat. Sementara itu, kondisi operasi yang direkomendasikan untuk mendapatkan *yield* terbesar dan nilai asam lemak bebas terkecil pada pelarut heksan dan isopropanol berturut-turut adalah 21 menit dan 24 menit.

Kata Kunci: Minyak Dedak, Ekstraksi, Stabilisasi Dedak

Abstract

Lampung Province, which is a national rice granary, has the potential to produce rice bran oil. This study aims to study the rice bran oil extraction process from the by-products of the rice milling process in Lampung Province. The experiment was preceded by process of bran stabilization using various methods, namely: infrared radiation (IR), oven, and steaming. Furthermore, the extraction process was carried out using hexane and isopropanol as solvents. Then the data of yield and the free fatty acid were analyzed to determine the recommended process conditions. The best results of the stabilization process were obtained from the steaming treatment for 20 minutes, where the largest yields of hexane and isopropanol extract were 13.52% and 11.42% respectively. In both conditions, the lowest free fatty acid content was obtained, namely 1.02% and 1.27%, respectively. The results of the Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer analysis showed that the largest compositions were oleic acid and palmitic acid. Meanwhile, the recommended operating conditions to obtain the largest yield and the smallest free fatty acid in hexane and isopropanol solvents were 21 minutes and 24 minutes, respectively.

Keywords: Rice Bran Oil, Extraction, Bran Stabilization

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu lumbung padi nasional, Lampung berpotensi sebagai salah satu penghasil

minyak dedak (*rice bran oil*) di Indonesia. Menurut data BPS produksi padi Lampung sepanjang tahun 2017 adalah sekitar 4,2 juta ton (BPS, 2018). Menurut

Srikaeo (2014) proses penggilingan padi akan menghasilkan 57-60% beras, sekam 18-20% dan dedak sekitar 8-10%. Dengan kadar rata-rata minyak dedak dalam gabah sekitar 12-25%, maka potensi yang diperoleh adalah sekitar 30.000-50.000 ton.

Saat ini eksportir utama minyak dedak global adalah India dengan nilai valuasi pada tahun 2016 adalah sekitar 600 juta USD dan diprediksi akan terus meningkat seiring tingginya permintaan dari Amerika Serikat, Australia dan negara di Asia Timur. Dengan harga jual di pasar global antara 12-14 USD per kilogram maka nilai ekonominya sangat besar (Rice Bran Oil Market Size - Industry Share Report, 2015).

Minyak dedak merupakan minyak yang diperoleh dari ekstraksi dedak dan bekatul menggunakan metode kimia maupun fisika. Metode kimia dilakukan dengan cara menggunakan pelarut mudah menguap, seperti heksan dan etanol, sedangkan cara fisika umumnya menggunakan cara pengempaan. Minyak ini memiliki aroma dan tampilan yang khas dan memiliki titik asap yang tinggi (254°C) yang menjadikan minyak ini lebih stabil untuk menggoreng dibanding minyak nabati lainnya, seperti minyak sawit dan minyak kelapa (Hadipernata dkk., 2012).

Menurut *World Health Organization* (WHO), minyak dedak merupakan salah satu *edible oil* yang direkomendasikan untuk dikonsumsi karena memiliki rasio *saturated-monounsaturated-polyunsaturated* sebesar 1 : 2,2 : 1,5 yang sangat optimal untuk kesehatan manusia (Nagendra dkk., 2011). Asam lemak tak jenuh yang dimaksud adalah asam oleat, asam linoleat, dan α -linolenat.

Minyak jenis ini memiliki kandungan nutrisi yang tinggi sehingga pemanfaatannya tidak sebatas sebagai minyak goreng saja namun untuk keperluan lain seperti sediaan kosmetik dan suplemen dalam bidang farmasi. Minyak ini juga mengandung banyak senyawa fitokimia yang penting sebagai antioksidan alami seperti α , β , γ , δ -tokoferol; tokotrienol; serta fraksi oryzanol (Bopitiya dan Madhujith, 2014; Valantina dan Neelamegam, 2012).

Produksi minyak dedak di Indonesia sangat kecil padahal bahan baku yang tersedia sangat melimpah. Faktor yang menyebabkan rendahnya produksi minyak dedak adalah minimnya sosialisasi kelebihan minyak dedak dibanding minyak lainnya, seperti minyak sawit dan minyak kelapa sebagai minyak konsumsi. Faktor lain yang menyebabkan minyak dedak tidak populer adalah relatif sukarnya proses produksinya.

Kesulitan terbesar dalam produksi minyak dedak adalah adanya realitas bahwa dedak mudah mengalami ketengikan sehingga mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan. Penyebab ketengikan ini adalah adanya aktivitas enzim lipase yang menghidrolisis minyak dedak menjadi gliserol dan asam lemak. Hidrolisis menyebabkan timbulnya rasa seperti sabun, meningkatnya keasaman, berubahnya karakter fungsional dan kerentanan asam lemak terhadap oksidasi. Dekomposisi lanjutan akan mengakibatkan terbentuknya radikal bebas, dan hilangnya nilai gizi, sehingga tidak layak lagi dikonsumsi oleh manusia (Yoon dan Kim, 1994). Oleh sebab itu, selama ini

penggunaan dedak dan bekatul lebih sering sebagai pakan ternak.

Stabilisasi dengan cara inaktivasi enzim lipase mutlak diperlukan untuk memperoleh dedak dan bekatul sebagai bahan baku pembuatan minyak dedak yang memenuhi syarat. Enzim lipase akan segera bereaksi sesaat setelah proses penggilingan padi terjadi. Banyak prosedur yang telah dilakukan seperti modifikasi pH, pemanasan dengan microwave (Lakkakula dkk., 2004; Rahkadima dan Fitri 2018), namun metode tersebut kurang efektif dan relatif memerlukan biaya dan waktu yang lebih besar.

Oleh karena itu, harus ditemukan metode stabilisasi yang cepat murah namun efisien sehingga diperoleh kualitas minyak yang sesuai standar. Kualitas minyak dedak yang baik telah disepakati bersama dan dirumuskan seperti terlihat pada Table 1 berikut (Mishra dkk., 2012).

Tabel 1. Parameter fisikokimia minyak dedak

Kriteria	Persyaratan
Densitas	0,913 g/cm ³
Bilangan penyabunan	182,3 mg KOH/g
Bilangan iodin	91,38 I ₂ /100g
Bilangan asam	15,97 mg KOH/g
Bilangan peroksida	1,4 meq O ₂ /kg

Penelitian yang berhubungan dengan stabilisasi dedak untuk mendapatkan minyak dedak standar telah dilakukan oleh Castillo dkk. pada tahun 2005 menggunakan proses ekstrusi yang dikombinasikan modifikasi pH. Metode lainnya adalah dengan menggunakan *cold storage*, pemanasan sinar matahari, pengukusan (Prasad dan Khatokar, 2011); pemanasan ohmic, gelombang mikro (Lakkakula dkk., 2004); maupun ultrasonik (Khoei dan Chekin, 2016; Kumar dkk., 2016).

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Nasir dkk. pada tahun 2009 dimana ekstraksinya menggunakan heksan dan etanol yang masing-masing menghasilkan rendemen (*yield*) berturut-turut adalah 18,34% dan 13,6%. Sementara itu, Liu dkk. pada tahun 2015 menggunakan pelarut butana dan propana metode *subcritical extraction* mendapati *yield* yang dihasilkan lebih tinggi, yaitu berturut-turut mencapai 89,1% dan 91,4%. Dari penelitian ini terlihat juga bahwa kandungan tokoferol dan tokotrienol dari minyak dedak yang dihasilkan memiliki jumlah 10 kali lipat jika menggunakan pelarut heksan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode stabilisasi dedak terbaik untuk menghasilkan *yield* minyak terbesar yang sesuai standar. Adapaun proses stabilisasi dedak dilakukan dengan uap panas (kukus), radiasi IR dan oven, sedangkan pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah heksan dan isopropanol. Penelitian ini juga akan membandingkan perlakuan tersebut terhadap pengaruh kadar asam lemak tak jenuh. Sementara itu, untuk mengetahui karakteristik perlakuan dari bahan baku padi yang berasal dari Provinsi Lampung juga dilakukan analisis kadar asam lemak bebas dan bilangan asam dari masing-masing ekstrak pelarut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah dedak padi yang diperoleh dari penggilingan padi di Kabupaten Lampung Tengah. Bahan lain berupa isopropanol (isopropil alkohol) dan heksan dari PT Merck Jakarta.

2.2 Prosedur Penelitian

Empat kg dedak segar (sesaat setelah digiling) dikumpulkan dari penggilingan padi dibagi menjadi empat bagian (masing-masing 1 kg) dan diperlakukan stabilisasi sebagai berikut: (a) dibiarkan tanpa perlakuan (kontrol), (b) disinari dengan lampu *infra red* (IR), (c) dioven pada suhu 100°C, serta (d) dikukus kemudian dikeringkan pada suhu 40°C. Masing-masing perlakuan tersebut (b–d) dilakukan variasi, yaitu 10, 20, 30, dan 40 menit. Semua hasil perlakuan stabilisasi dedak tersebut selanjutnya disimpan di dalam kulkas sebelum dilakukan proses ekstraksi.

Ekstraksi minyak dedak dilakukan secara sokletasi, yaitu digunakan pelarut heksan dan isopropanol dengan perbandingan berat masing-masing sampel dan volume pelarut (b/v) adalah 1:2,5. Setelah 2 jam selanjutnya ekstrak disahkan dengan mengambil pelarutnya secara distilasi. Ekstrak yang diperoleh ditimbang sebagai *yield* kasar.

Selanjutnya ekstrak dipanaskan kembali pada suhu 60°C sambil ditambahkan asam sitrat sebanyak 3 mL untuk proses *deguming* selama 5 menit. Minyak kemudian didinginkan pada suhu 5°C. Setelah dua belas jam, selanjutnya minyak disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 2.500 rpm untuk memisahkan komponen pengotornya (*dewaxing*).

Proses pemurnian selanjutnya adalah penghilangan asam lemak bebas, yaitu dengan menambahkan larutan NaOH 9,5% sambil dipanaskan untuk mencegah emulsi. Setelah didinginkan pada suhu ruang, campuran kemudian disentrifugasi kembali untuk memisahkan minyak dari fase cairnya (sabun). Hasil minyak yang didapat selanjutnya ditimbang sebagai *yield* bersih.

$$yield = \frac{\text{berat minyak yang terekstrak (gram)}}{\text{total dedak yang digunakan (gram)}} \times 100\% \quad (1)$$

2.3 Analisis Data

Masing-masing *yield* minyak (a, b, c, dan d) selanjutnya dikarakterisasi kadar asam lemak bebas (ALB) dan bilangan asam (BA). Penentuan ALB & BA dilakukan dengan metode titrasi KOH (SNI 01-0610-1989). Sementara itu, untuk mengetahui komposisi senyawa dari hasil ekstrak digunakan analisis metode *gas chromatography-mass spectrophotometer* (GC-MS) menggunakan eluen yang sesuai.

$$ALB = \frac{V_p \times N_p \times BM \text{ Asam Lemak}}{\text{massa sampel}} \times 100\% \quad (2)$$

$$BA = \frac{V_p \times N_p \times BM_p}{\text{massa sampel}} \times 100\% \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Waktu Stabilisasi Terhadap Hasil Minyak

Hasil ekstraksi menggunakan pelarut heksan dan isopropanol pada dedak menghasilkan *yield* kasar berturut-turut sebesar 20,13% dan 17,81%. Hasil penelitian ini tidak juga terlalu berbeda jauh terhadap penelitian sebelumnya sudah dilakukan Nasir dkk. (2009) dengan menggunakan perlakuan pengkukusan selama 15 menit diperoleh nilai *yield* kasar minyak dedak tertinggi sebesar 18,34%.

Setelah dilakukan pemurnian, hasil *yield* terbesar minyak dedak pada masing-masing perlakuan stabilisasi dan pelarut dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Persen *yield* minyak dedak

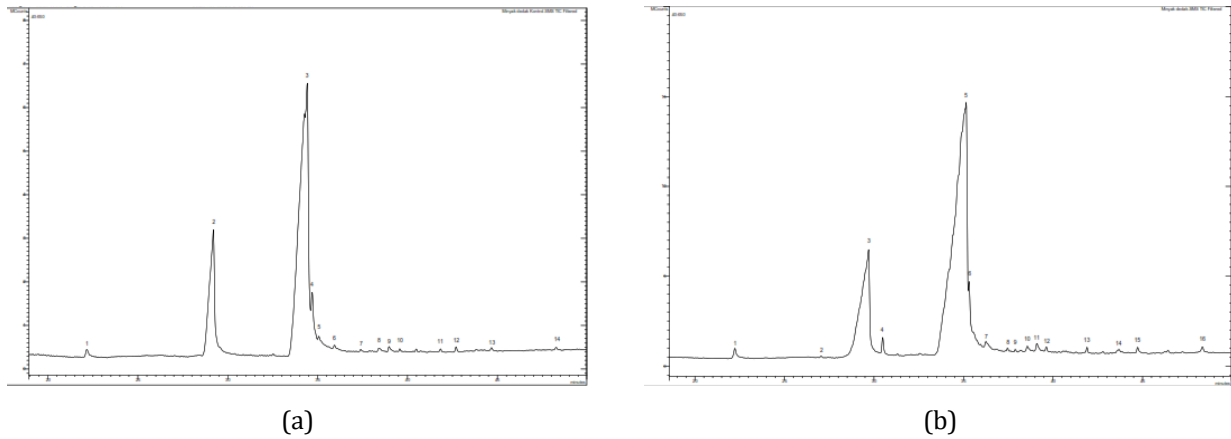
Perla- kuan	Heksan		Isopropanol	
	Waktu (menit)	<i>Yield</i> (%)	Waktu (menit)	<i>Yield</i> (%)
a	-	8,84	-	7,78
b	30	12,83	30	10,45
c	20	12,79	20	10,67
d	20	13,52	20	11,42

Keterangan: (a) kontrol, (b) IR, (c) oven, (d) kukus

Dari hasil tabel tersebut terlihat bahwa dengan pelarut heksan persen *yield* yang didapat lebih banyak jika dibanding dengan menggunakan pelarut isopropanol. Ini disebabkan pada penggunaan pelarut heksan yang bersifat nonpolar dapat melarutkan minyak dedak bersifat nonpolar sehingga diperoleh hasil yang lebih banyak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hu dkk. (1996) dan Hussain dkk. (2018) bahwa *yield* minyak dedak secara signifikan dipengaruhi oleh jenis pelarut, rasio pelarut, suhu ekstraksi.

Dari data tersebut terlihat juga bahwa *yield* minyak tertinggi didapatkan pada kondisi stabilisasi dedak dengan menggunakan pengkukusan selama 20 menit. Perlakuan kukus ini akan meningkatkan suhu proses stabilisasi dedak lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini sesuai dengan penelitian Capellini dkk. (2017) yang menjelaskan bahwa proses ekstraksi minyak dedak akan berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Suhu yang lebih tinggi akan mempengaruhi proses sekresi minyak dari dedak, viskositas, tegangan permukaan, dan solubilitas dari pelarut pada proses ekstraksi.

Sementara itu, hasil analisis rinci kandungan senyawa dengan metode *gas chromatography-mass spectrophotometer* pada masing-masing ekstrak terbanyak tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Dari kedua grafik tersebut terlihat bahwa komposisi terbesar dari ekstrak minyak dedak berupa senyawa asam oleat dan asam palmitat. Untuk asam oleat pada ekstrak heksan dan isopropanol berturut-turut sebesar 70,51% dan 73,12%, sedangkan untuk asam palmitat pada ekstrak heksan dan isopropanol berturut turut sebesar 17,91% dan 13,98%. Hasil penelitian ini agak berbeda dengan penelitian Adi dkk (2003), Hadipernata, dkk. (2012), maupun Nasir dkk. (2009)



Gambar 1. Hasil komposisi untuk ekstrak (a) heksan, dan (b) isopropanol

dimana kadar asam oleat dalam ekstrak heksan berkisar antara 38%-45%. Sementara itu, asam linoleat juga ada dalam jumlah yang kecil, berturut-turut dalam ekstrak heksan dan isopropanol adalah 1,56% dan 1,55%.

3.2 Pengaruh Waktu Stabilisasi Terhadap Kadar Asam Lemak Bebas Dan Bilangan Asam

Hasil analisis kadar asam lemak bebas dan bilangan asam pada masing-masing perlakuan dengan *yield* terbesar hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar asam lemak bebas dan bilangan asam

Perlakuan	Heksan (%)		Isopropanol (%)	
	ALB	BA	ALB	BA
a	3,53	0,77	4,57	0,99
b	1,74	0,38	1,75	0,38
c	1,57	0,34	1,63	0,35
d	1,02	0,22	1,27	0,27

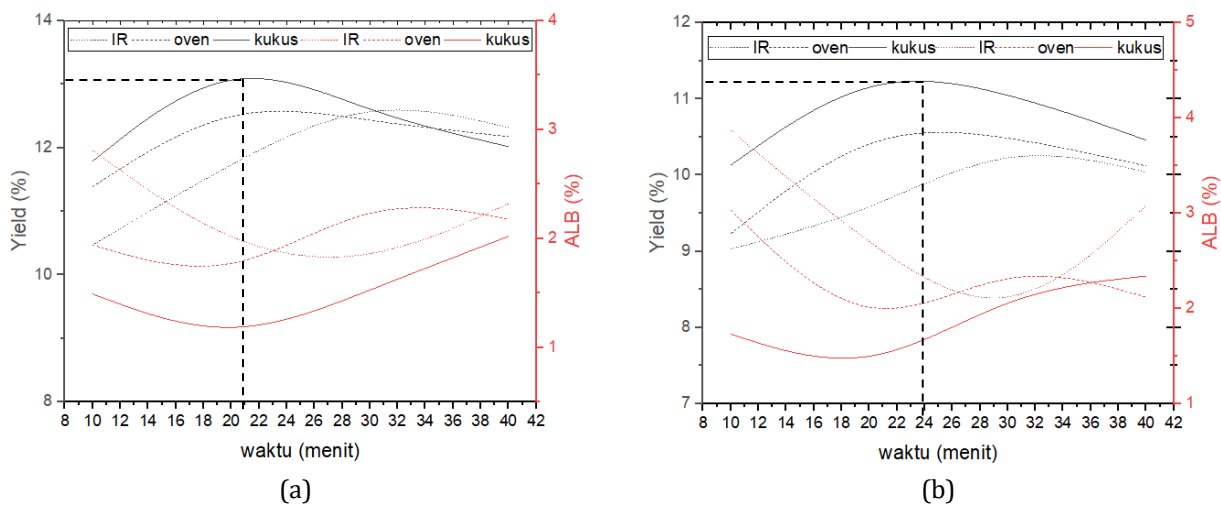
Keterangan: (a) kontrol, (b) IR 30 menit, (c) oven 20 menit, (d) kukus 20 menit

Dari data tersebut terlihat bahwa dari ketiga perlakuan stabilisasi dedak mampu menurunkan kadar asam lemak bebas. Kadar asam lemak bebas yang ada dalam minyak dedak pada ekstrak heksan dan isopropanol tanpa perlakuan biasanya berkisar antara 2-3% (Proctor dan Bowen, 1996).

Sementara itu, untuk hasil analisis bilangan asam, dari hasil tersebut terlihat bahwa semua hasil karakterisasi bilangan asam menunjukkan di bawah batas yang diizinkan untuk minyak dedak, yaitu sebesar 15,97 mg KOH/g (Mishra et al., 2012). Adapun besarnya bilangan asam adalah pada rentang 0,22-0,99 mgKOH/g.

3.3 Kondisi Proses Stabilisasi yang Direkomendasikan

Untuk mengetahui waktu stabilisasi yang optimum agar mendapatkan nilai *yield* yang besar dan kadar asam lemak bebas yang rendah, dibuat garis perpotongan antara *yield* dan kadar asam lemak bebas pada setiap perlakuan, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Optimasi *yield* dan ALB minyak dedak pada berbagai perlakuan stabilisasi untuk ekstrak (a) heksan, dan (b) isopropanol

Dari gambar tersebut di atas terlihat bahwa waktu stabilisasi optimum untuk mendapatkan *yield* terbesar dan kadar asam lemak terendah pada ekstraksi menggunakan heksan adalah dengan menggunakan proses pengukusan selama 21 menit. Sedangkan pada ekstraksi menggunakan isopropanol adalah dengan menggunakan proses pengukusan selama 24 menit. Pada proses ekstraksi menggunakan isopropanol dengan stabilisasi kukus, waktu tersebut memang menunjukkan bukan pada kondisi kadar asam lemak bebas yang paling rendah, tetapi masih di bawah ketentuan standar maksimal kadar asam lemak bebas, yaitu 2%.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan *yield* meningkat seiring dengan bertambahnya suhu, yang ditandakan dengan peningkatan perlakuan stabilisasi dari penyinaran infra merah, pengovenan, dan pengukusan. Nilai *yield* terbesar pada masing-masing ekstrak heksan dan isopropanol diperoleh pada waktu stabilisasi menggunakan kukus selama 20 menit, yaitu 13,52% dan 11,42% dengan nilai kadar asam lemak bebas berturut-turut sebesar 1,02% dan 1,27%. Hasil analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer* menunjukkan bahwa komposisi terbesarnya berupa senyawa asam oleat dan asam palmitat. Sementara itu, kondisi operasi yang direkomendasikan untuk mendapatkan *yield* terbesar dan nilai asam lemak bebas terkecil pada pelarut heksan dan isopropanol berturut-turut adalah 21 menit dan 24 menit.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dukungan pembiayaan penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula Nomor 009/SP2H/LT/DRPM/2020.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adi, N. (2003). Ekstraksi Minyak dari Dedak Padi dengan Pelarut n-Hexane. *Proceeding Seminar Teknik Kimia Indonesia*.
- Bopitiya, D., & Madhujith, T. (2014). Antioxidant Potential of Rice Bran Oil Prepared from Red and White Rice. *Tropical Agricultural Research*, 26, 1–11. <https://doi.org/10.4038/tar.v26i1.8067>.
- BPS. (2018). Lampung dalam Angka 2018.
- Capellini, M. C., Giacomini, V., Cuevas, M. S., & Rodrigues, C. E. C. (2017). Rice bran oil extraction using alcoholic solvents: Physicochemical characterization of oil and protein fraction functionality. *Industrial Crops and Products*, 104(April), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.017>.
- Escamilla-Castillo, B., Varela-Montellano, R., Sánchez-Tovar, S. A., Solís-Fuentes, J. A., & Durán-de-Bazúa, C. (2005). Extrusion deactivation of rice bran enzymes by pH modification. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(12), 871–876. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200501158>.
- Hadipernata, M., Supartono, W., & A.F. Falah, M. (2012). Proses Stabilisasi Dedak Padi (*Oryza sativa* L) Menggunakan Radiasi Far Infra RED (FIR) Sebagai Bahan Baku Minyak Pangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, Vol.1 No.(4), 103–107.
- Hu, W., Wells, J. H., Shin, T. S., & Godber, J. S. (1996). Comparison of isopropanol and hexane for extraction of vitamin E and oryzanols from stabilized rice bran. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(12), 1653–1656. <https://doi.org/10.1007/BF02517967>.
- Hussain, S., Shafeeq, A., & Anjum, U. (2018). Solid-liquid extraction of rice bran oil using binary mixture of ethyl acetate and dichloromethane. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 83(7–8), 911–921. <https://doi.org/10.2298/JSC170704023H>.
- Khoei, M., & Chekin, F. (2016). The ultrasound-assisted aqueous extraction of rice bran oil. *Food Chemistry*, 194(August), 503–507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.008>.
- Kumar, P., Yadav, D., Kumar, P., Panesar, P. S., Bunkar, D. S., Mishra, D., & Chopra, H. K. (2016). Comparative study on conventional, ultrasonication and microwave assisted extraction of γ -oryzanol from rice bran. *Journal of Food Science and Technology*, 53(4), 2047–2053. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2175-2>.
- Lakkakula, N. R., Lima, M., & Walker, T. (2004). Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Bioresource Technology*, 92(2), 157–161. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.08.010>.
- Liu, H. M., Wang, F. Y., Li, H. Y., Wang, X. De, & Qin, G. Y. (2015). Subcritical butane and propane extraction of oil from rice bran. *BioResources*, 10(3), 4652–4662. <https://doi.org/10.15376/biores.10.3.4652-4662>.
- Mishra, R., Sharma, H. K., & Sengar, G. (2012). Quantification of rice bran oil in oil blends. *Grasas y Aceites*, 63(1), 53–60. <https://doi.org/10.3989/gya.033311>.
- Nagendra Prasad MN, N. P., KR, S., & Khatokar M, S. (2011). Health Benefits of Rice Bran - A Review. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 01(03), 1–7. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000108>.
- Nasir, S., Fitriyanti, F., & Kamila, H. (2009). Ekstraksi Dedak Padi Menjadi Minyak Mentah Dedak Padi (Rice-Bran Oil) dengan Menggunakan Pelarut n-Hexane dan Ethanol. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 18(1), 37–44.
- Proctor, A., & Bowen, D. J. (1996). Ambient-temperature extraction of rice bran oil with hexane and isopropanol. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(6), 811–813. <https://doi.org/10.1007/BF02517960>.
- Rice Bran Oil Market Size - Industry Share Report, 2015. (2015). <https://www.gminsights.com/industry->

analysis/rice-bran-oil-market.

- Srikaeo, K. (2014). Chapter 35 - Organic Rice Bran Oils in Health. In *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health* (pp. 453–465). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-401716-0.00035-0>
- Tri Rahkadima, Y., & Ayunda Fitri, M. (2018). Pengaruh Microwave Heating Terhadap Kualitas Minyak Dedak Padi. *Journal of Research and Technology*, 4(2).
- Valantina, S., & Neelamegam, P. (2012). Antioxidant potential in vegetable oil. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 16, 87–94.
- Yoon, S. H., & Kim, S. K. (1994). Oxidative stability of high-fatty acid rice bran oil at different stages of refining. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(2), 227–229. <https://doi.org/10.1007/BF02541562>.