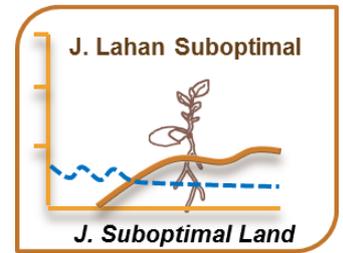




JURNAL LAHAN SUBOPTIMAL
Journal of Suboptimal Lands
PUSAT UNGGULAN RISET
PENGEMBANGAN LAHAN SUBOPTIMAL (PUR-PLSO)
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
Jl. Padang Selasa No.524, Bukit Besar, Palembang 30139
Telpon/Faksimil: +62711352879
E-mail: jlsuboptimal@unsri.ac.id <http://www.jlsuboptimal.unsri.ac.id>



Nomor : 078/JLSO/PUR-PLSO/2017
Lampiran : 1 Eksemplar
Hal : Permohonan Perbaikan Artikel

Palembang, 23 Mei 2017

Kepada Yth.
Bapak/Ibu/Saudara
Eli Sahara
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Redaksi *Jurnal Lahan Suboptimal* telah menerima artikel:
Peningkatan Kandungan Dan Pengkayaan Asam Lemak Tak Jenuh Bekatul Melalui
Fermentasi Menggunakan *Rhizopus Orizae*

Kami mohon Bapak/Ibu/Saudara berkenan mengirimkan perbaikan terhadap artikel tersebut
untuk penerbitannya pada *Jurnal Lahan Suboptimal*.

Hasil perbaikan artikel dimohon untuk disampaikan ke redaksi *Jurnal Lahan Suboptimal* dalam
dua file, yaitu:

- a. File artikel yang telah diperbaiki
- b. Surat Pernyataan Bebas Plagiat

Hasil perbaikan mohon berkenan disampaikan selambat-lambatnya 2 (dua) hari dari email ini
kami kirimkan.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Ketua Dewan Editor,

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

PENINGKATAN KANDUNGAN DAN PENGKAYAAN ASAM LEMAK TAK JENUH BEKATUL MELALUI FERMENTASI MENGGUNAKAN *RHYZOPUS ORIZAE*

Commented [U1]: Kesalahan dalam penulisan nama saintifik genus dan species

ABSTRACT

This study aims to determine the volume of inoculum and optimum incubation time during the fermentation process, determine the types of unsaturated fatty acids during fermentation and determine the content of **omega -3 fatty acid fermented?**. This research was conducted through the **fermenting bran using *Rhizopus oryzae?*** with a variation of volume and fermentation time. **Rice bran oil extraction by maceration and analysis of fatty acid composition in rice bran oil?** using GCSM. There were **9 treatments used?: Fermentation with the volume of inoculum 3 ml and fermentation time of 3 days?** (V3H3) V3H6, V3H9, V5H3, V5H6, V5H9, V7H3, V7H6, V7H9, parameters measured were 1) **the volume of inoculum and fermentation time bran optimum?** to get the content of unsaturated fatty acids 2) volume of inoculum and fermentation optimum time to get the content variations of the types of unsaturated fatty acids, and the **enrichment of omega-3 fatty acids?**. The results of the **analysis GCSM show?** 1) the amount of the content of unsaturated fatty acids decreases with the length of fermentation time 2) **there are enriching the amount of content of unsaturated fatty acids after fermentation?** (erucic acid, C22: 1N9 and arachidonic acid, C20: 4n6) 3) Volume of inoculum and **bran optimum fermentation time is?** V7H3 treatment?, **the treatment volume 7 fermentation time 3 days with a total amount of unsaturated fatty acid content% w / w 35.94?????**

Commented [U2]: Harap abstrak ditulis dengan tata bahasa dan struktur bahasa Inggris yang benar .

Keywords: unsaturated fatty acids, fermentation, rice bran, *Rhizopus oryzae*,

Commented [U3]: *Rhizopus oryzae*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui volume inokulum dan waktu inkubasi yang optimum selama proses fermentasi, **mengetahui** jenis-jenis asam lemak tak jenuh selama fermentasi dan **mengetahui** kandungan asam lemak omega -3 hasil fermentasi. **Penelitian ini** dilakukan melalui fermentasi bekatul menggunakan kapang *Rhizopus oryzae* dengan variasi volume dan waktu fermentasi. Ekstraksi minyak bekatul dengan maserasi dan analisis komposisi asam lemak pada minyak bekatul **menggunakan** alat GCSM. Ada 9 perlakuan yang **digunakan** : Fermentasi dengan volume inokulum 3 ml dan waktu fermentasi 3 hari (V3H3), V3H6, V3H9, V5H3, V5H6, V5H9, V7H3, V7H6, V7H9, Parameter yang diukur adalah 1) volume inokulum dan waktu fermentasi bekatul yang optimum untuk mendapatkan kandungan asam lemak tak jenuh 2) volume inokulum dan waktu fermentasi yang optimum untuk mendapatkan variasi kandungan jenis-jenis asam lemak tak jenuh, **pengkayaan dan asam lemak omega-3?** Hasil analisis GCSM memperlihatkan 1) jumlah kandungan asam lemak tak jenuh semakin menurun dengan semakin lamanya waktu fermentasi 2)terdapat pengkayaan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh setelah fermentasi (**erucic acid,C22:1n9 & arachidonic acid,C20:4n6**) 3) **Volume inokulum dan waktu fermentasi optimum bekatul adalah perlakuan V7H3; perlakuan volume 7 waktu fermentasi 3 hari dengan total jumlah kandungan asam lemak tak jenuh %w/w 35,94**

Commented [U4]: Dianalisis atau ditentukan menggunakan.....

Commented [U5]: Diberikan/ diterapkan atau dijalankan, yaitu

Commented [U6]: Sebanyak.....

Commented [U7]: Selama....., yaitu masing-masing.....

Commented [U8]: Pernyataan disini tidak jelas, klarifikasi apa yang dimaksud dengan istilah pengkayaan disini?

Kata Kunci: asam lemak tak jenuh, fermentasi, bekatul, *Rhizopus oryzae*,

Commented [U9]: Jelaskan maksud dari pernyataan dalam kalimat ini?

Commented [U10]: Jelaskan maksud dari pernyataan dalam kalimat ini?

PENDAHULUAN

Lemak atau minyak merupakan nutrisi yang sangat bermanfaat sebagai sumber **energy** tubuh. Energi yang dihasilkan oleh lemak jauh lebih besar dari **energy** yang dihasilkan oleh karbohidrat. Apabila **energy** pokok utama sudah terpenuhi dari makanan yang dikonsumsi, maka sisanya akan disimpan dalam bentuk lemak sebagai cadangan **energy**. Lemak dan turunannya berupa asam lemak berperan penting dalam kesehatan manusia. Menurut Almatsier (2002), asam lemak adalah asam organik yang terdiri atas rantai hidrokarbon lurus yang pada satu ujung mempunyai gugus karboksil (COOH) dan pada ujung gugus lain gugus metil (CH₃). Asam lemak dibedakan atas asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh adalah asam lemak yang mengandung satu atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak omega-3 adalah asam lemak yang mempunyai posisi ikatan rangkap pertama pada atom karbon nomor tiga dari ujung gugus metilnya, asam- asam lemak alami yang termasuk kelompok asam lemak omega-3 adalah asam lemak *linolenat* (C18:3), *eikosapentaenoat* (EPA atau C20:5) dan *dokosaheksaenoat* (DHA atau C22:6). Asam lemak tak jenuh sangat baik untuk kesehatan manusia, seperti mengurangi resiko penyakit arteriosklerosis dan kardiovaskular (Ardiyansyah, 2008) dan meningkatkan kecerdasan otak serta penglihatan (Huang *et al.*, 2002). Mengingat kebutuhan lemak dan asam lemak tak jenuh sangat penting, maka perlu dicari suatu upaya untuk memproduksi dan memperkaya kandungan asam lemak tak jenuh ini.

Alternatif sumber lemak dan asam lemak tak jenuh yang paling potensial untuk dikembangkan adalah penggunaan mikroorganisme dalam media fermentasi. Jenis mikroorganisme yang paling potensial untuk menghasilkan asam lemak tak jenuh adalah kapang. Hal ini disebabkan karena kapang lebih mudah ditangani, dapat tumbuh pada kisaran pH yang rendah, dapat mendegradasi sumber karbon yang kompleks dan dapat tumbuh cepat dalam limbah serta dapat menghasilkan berbagai asam lemak. Kecuali itu kapang telah banyak digunakan masyarakat dalam pembuatan tempe atau oncom melalui fermentasi padat seperti jenis kapang *Rhizopus oryzae*. Menurut [Arbianto \(1980\)](#), kondisi suhu di Indonesia adalah sekitar 30°C dengan kelembaban 90% sangat sesuai untuk pertumbuhan *Rhizopus oryzae*. Menurut [Mitchell *et al.* \(1988\)](#), pH optimum untuk pertumbuhan *Rhizopus oryzae* adalah sekitar 7- 7,5. Pada media campuran yang digunakan, pH dari media adalah berkisaran 5- 6,5. Hal ini tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan spora dikarenakan kapang tersebut tetap tumbuh meskipun tidak optimal. Pada umumnya sebagian besar lemak kapang merupakan asam lemak oleat, palmitat dan linoleat dan sebagian kecil terdiri dari asam stearat, linolenat dan palmitoleat.

Pertumbuhan kapang sangat dipengaruhi oleh substrat sebagai penyedia nutrisi; sumber karbon, sumber N, sumber energi dan sumber pertumbuhan berupa vitamin mineral. Bekatul sebagai sisa limbah pertanian yang kaya akan nutrisi sangat cocok digunakan sebagai media pertumbuhan kapang. Untuk meningkatkan nilai nutrisi dan meningkatkan kandungan asam lemak tak jenuh maka diperlukan fermentasi dengan menggunakan kapang *Rhizopus oryzae*. **TUJUAN PENELITIAN???**

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang dilakukan meliputi 4 tahap utama, yaitu persiapan kultur kapang, fermentasi bekatul, ekstraksi minyak bekatul dengan cara maserasi, soxhletasi, dan penentuan komposisi asam lemak dalam minyak bekatul menggunakan GCMS

Commented [U11]: Gunakan referensi yang lebih baru (dibawah 10 tahun).

Commented [U12]: Referensi?

Commented [U13]: Bahan dan Cara Kerja

Commented [U14]: Jelaskan metode dan prosedur analisis menggunakan GCMS

(Sukma *et al.*, 2010).

Jelaskan cara penyiapan sampel V3H3, V3H6, V3H9, V5H3, V5H6, V5H9, V7H3, V7H6, V7H9???

Langkah 1- Persiapan Kultur Kapang (pembuatan inokulum)

Cara kerja

Pembuatan inokulum yaitu dimulai dengan membuat larutan suspensi miselia kapang. Miselia dibuat dari 4 kultur stok. Masing-masing kultur kemudian ditambahkan dengan 10 mL akuades, lalu miselia kapang dikikis secara halus menggunakan jarum ose steril hingga terkikis seluruhnya. Semua larutan suspensi miselia kapang dimasukkan ke dalam gelas kimia steril lalu diencerkan hingga mencapai volume 100 mL. Kemudian suspensi dihomogenkan dengan cara diaduk.

Commented [U15]: Biakan induk?

Langkah 2- Fermentasi Bekatul

Cara kerja

Pertama-tama, bekatul disaring dengan ukuran partikel 60 mesh. Bekatul ditimbang sebanyak 20 g dan kemudian dimasukkan ke dalam botol lalu ditambahkan dengan sejumlah mineral, yaitu 0,1 g KH₂PO₄; 0,05 g MgSO₄.7H₂O; 0,05 g ZnSO₄.6H₂O; 1 g NaNO₃; 0,05 g KCl. Selanjutnya semua media fermentasi dalam botol ditutup rapat dengan aluminium foil dan siap disterilkan. Di dalam laminar, semua media fermentasi yang telah disterilisasi ditambah dengan akuades steril dengan inokulum yang bervariasi, yaitu 3 mL, 5 mL, dan 7 mL hingga aw A_w (activity water) 65% pada pH media 5-7. Apabila belum mencapai pH tersebut, ditambahkan HCl atau NaOH, kemudian dilakukan fermentasi untuk menentukan volume inokulum optimum pada variasi waktu fermentasi 3, 6, dan 9 hari.

Commented [U16]: Water Activity

Langkah 3- Ekstrak Minyak Bekatul dengan Maserasi

Cara kerja

Sampel bekatul yang telah selesai difermentasi, dimaserasi dengan n-heksan selama 24 jam. Perbandingan masa bekatul dengan pelarut adalah 1:4 (w/v). Setelah maserasi, ekstrak minyak dalam heksan disaring dengan corong Buncner untuk memisahkan ekstrak dari bekatul. Ekstrak minyak dalam pelarut heksan kemudian diuapkan untuk menguapkan pelarutnya dengan menggunakan evaporator. Pelarut jernih yang tertampung lalu dimasukkan dalam botol penampung sisa pelarut (Sukma *et al.*, 2010).

Langkah 4- Analisis Komposisi Asam Lemak pada Minyak Bekatul

Cara kerja

Komposisi asam lemak ditentukan menggunakan alat *Gas Chromatography Mass Spectroscopy* (GCMS) untuk menganalisis kandungan asam lemak pada minyak bekatul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Volume Inokulum dan Waktu Fermentasi terhadap Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Minyak Bekatul

Berdasarkan

Analisa kandungan asam lemak tak jenuh bekatul hasil fermentasi dengan variasi volume inokulum dan waktu fermentasi menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectroscopy* (GCMS) dapat dilihat pada Tabel 1. Fermentasi bekatul dengan volume inokulum 3 ml, 5 ml dan 7 ml dengan waktu fermentasi 3 hari memiliki jumlah kandungan asam lemak tak jenuh

Commented [U17]: menunjukkan

lebih tinggi (% w/w) yaitu masing-masing; 33,14 ; 35 ; 35,94 jika dibandingkan dengan kontrol % w/w 32,11. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya volume inokulum dan waktu fermentasi mempengaruhi kandungan asam lemak tak jenuh yang dihasilkan. Penyebab hal ini adalah karena kapang termasuk jenis mikroorganisme penghasil lemak tinggi. Dengan media fermentasi kapang *Rhizopus oryzae* akan menemukan kehidupannya untuk berkembang yang juga dibantu oleh substrat sebagai nutrisinya sehingga dapat dihasilkan enzim dan lemak lipid yang lebih banyak. Bekatul yang memiliki kandungan lemak dan asam lemak tak jenuh tinggi dengan adanya enzim yang dihasilkan oleh kapang akan lebih tersedia.

Commented [U18]: (32,11%, w/w).

Commented [U19]: Optimal?

Tabel 1. Kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak bekatul hasil proses maserasi*

AL TJ	Perlakuan										Unit
	K	V3H3	V3H6	V3H9	V5H3	V5H6	V5H9	V7H3	V7H6	V7H9	
C14:1	0,06	0,09	0,20	0,24	0,02	0,26	0,24	0,09	0,17	0,18	% w/w
C16:1 **	0,11	0,10	0,08	0,24	0,10	0,09	0,24	0,11	0,08	0,19	% w/w
C17:1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	% w/w
C18:ln 9t	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,08	0,05	0,11	0,00	% w/w
C18:ln 9c**	16,05	17,27	10,97	5,81	17,68	8,74	4,43	19,41	10,93	2,59	% w/w
C18:2 n6c**	15,11	14,82	10,15	5,93	16,38	8,03	4,90	15,41	9,80	2,80	% w/w
C18:3 n6	0,02	0,04	0,03	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,20	0,04	% w/w
C20:1 **	0,21	0,25	0,16	0,07	0,19	0,13	0,07	0,29	0,16	0,05	% w/w
C18:3 n3**	0,47	0,47	0,33	0,15	0,62	0,29	0,12	0,45	0,30	0,08	% w/w
C20:2 **	0,04	0,06	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,07	0,02	0,00	% w/w
C20:3 n3	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	% w/w
C22:ln 9***	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	% w/w
C20:4 n6***	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,04	0,04	0,02	0,04	0,05	% w/w
Jmlh	32,11	33,14	22,01	12,49	35,00	17,66	10,20	35,94*	21,81	5,98	

Keterangan ; AL TJ, Asam Lemak Tak Jenuh, * Sumber hasil Analisa GCMS Laboratorium Bersama IPB Bogor, 2013; **kandungan asam lemak tak jenuh semakin menurun seiring lamanya waktu fermentasi; ***Tambahkan asam lemak tak jenuh hasil fermentasi; ****Volum inokulum dan waktu fermentasi (V7H3) yang paling optimum

Besarnya volume inokulum yang ditambahkan pada bekatul akan berpengaruh pada kandungan asam lemak minyak bekatul karena akan berpengaruh pada hasil metabolisme kapang yaitu enzim (desaturase dan elongase) yang mengkatalis pembentukan asam lemak tak

jenuh dan lipid. Telah dilaporkan bahwa aktivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme **oleaginous** akan semakin besar ketika tercukupinya sumber karbon dan nitrogen pada substrat, sehingga dapat mendukung pertumbuhan sel kapang dan metabolisme, serta dapat meningkatkan kemampuan kapang untuk menghasilkan lipid (Ratledge and Wynn., 2002). Hal ini dipertegas oleh Jang *et al* (2000) yang mengemukakan bahwa konsentrasi karbon dan nitrogen di dalam substrat sangat menentukan kualitas dan kuantitas **lipid lemak** yang dihasilkan oleh kapang. Pada umumnya sebagian besar lemak kapang merupakan asam lemak oleat, palmitat dan linoleat dan sebagian kecil terdiri dari asam stearat, linolenat, palmitoleat. Kesemua jenis asam lemak ini merupakan asam lemak esensial dan sangat dibutuhkan oleh tubuh.

Variasi waktu fermentasi (3 hari, 6 hari dan 9 hari) untuk masing-masing volume inokulum menunjukkan penurunan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh berturut-turut; V3H3, V3H6, V3H9 (volume penambahan inokulum sebanyak 3 ml) masing masing adalah 33,14: 22,01: 12,49 (% w/w), V5H3, V5H6, V5H9 (volume penambahan inokulum sebanyak 5 ml) masing masing adalah 35:17,66:10,2 (% w/w) dan V7H3, V7H6, V7H9 (volume penambahan inokulum sebanyak 7 ml) 35,94:21,81:5,98 (Tabel 1). Kadar penurunan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh dari waktu fermentasi 3 hari ke 9 hari untuk masing-masing volume inokulum (3 ml, 5 ml dan 7 ml) masing masing adalah 37,69%:29,14% dan 16,64% (% w/w). Hasil tersebut ~~Data ini~~ mengindikasikan bahwa waktu fermentasi selama 3 hari memberikan jumlah kandungan asam lemak yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan waktu fermentasi 6 hari dan 9 hari, dan semakin lama waktu fermentasi menunjukkan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh yang semakin menurun. Penyebab ini diduga erat kaitannya dengan ketersediaan nutrisi dalam substrat. Rasio C: N pada substrat sangat berpengaruh terhadap kandungan asam lemak tak jenuh yang dihasilkan. Perkembangan sel kapang terhambat dengan bertambahnya waktu fermentasi akibat cadangan nutrisi pada substrat yang sudah habis untuk dimanfaatkan, akibatnya enzim dan **lipid lemak** yang dihasilkan juga menurun. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Sukma *et al.*, (2010) bahwa bekatul hasil fermentasi padat dengan penambahan 5 ml dan 7 ml inokulum *Aspergillus terreus* memiliki persentase kelimpahan asam lemak tak jenuh (asam linoleat dan asam eikosenoat) lebih kecil dibandingkan dengan yang ditambah penambahan 3 ml inokulum. Semakin banyak inokulum maka semakin banyak nutrisi yang dibutuhkan. Ketika nutrisi tidak tercukupi maka kapang tidak dapat memperbanyak selnya sehingga aktivitas metabolismenya terhambat dan kapang mulai mengalami kematian. Pertumbuhan sel kapang yang terhambat menyebabkan metabolisme sel kurang sempurna sehingga menghasilkan enzim yang sedikit.

Commented [U20]: 3, 6 dan 9 hari

Pengaruh Variasi Volume Inokulum dan Waktu Fermentasi terhadap Variasi Kandungan Masing-Masing Jenis Asam Lemak Tak Jenuh, dan Pengkayaan Asam Lemak Omega-3 Minyak Bekatul

Fermentasi padat dengan waktu fermentasi 3 hari menunjukkan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh yang cukup signifikan dibanding dengan waktu fermentasi lainnya. Kandungan asam lemak tak jenuh oleic acid, C18:1n9c (V3H3) adalah sebanyak 17,27 (% w/w) menurun menjadi 5,81 (% w/w) pada fermentasi hari ke 9 ; fermentasi 5 hari (V5H3) adalah sebanyak 17,68 (% w/w) menurun menjadi 4,43 (% w/w) pada hari fermentasi ke 9 dan begitu juga pada V7H3 (fermentasi 7 hari) adalah sebanyak 19,41 (% w/w) menurun drastis menjadi 2,59 (% w/w) pada hari fermentasi ke 9. Angka ini juga diikuti oleh beberapa kandungan asam lemak tak jenuh lainnya (linoleic acid (C18:2n6c), linolenic acid (C18:3n3),

Commented [U21]: Jelaskan enzim jenis apa yang dihasilkan? Dan bagaimana mekanismenya?

Commented [U22]: Asam oleat

cis-11-eicosenoic acid (C20:1). Hal ini diduga pada waktu fermentasi **selamat** 3 hari, kapang **rhizopus** berada pada fase stasioner, yaitu masa pada saat kapang mengalami masa pertumbuhan terbaik. Sabri *et al.*, (1990) melaporkan bahwa produksi lipid dari *Rhodotorula glutinis* meningkat pada fase stasioner dan diperkuat oleh Razavi *et al.*, (2007) bahwa produksi asam lemak dari *Sporobolomyces ruberrimus* mencapai maksimum pada waktu inkubasi 4 hari.

Fermentasi bekatul menggunakan kapang *Rhizopus oryzae* juga memperkaya kelimpahan jenis asam lemak tak jenuh (Tabel 1) yaitu **Erucic Acid** dan **Arachidonic Acid** yang tidak ditemui pada kontrol. Terdapat juga asam gamma linolenat; (γ linolenic acid, C18:3n6) adalah asam lemak omega 6 yang merupakan turunan asam linoleat (linoleic acid, C18:2n6c). Asam linoleat merupakan asam lemak esensial yang harus disuplai dari makanan. **GLA??** merupakan senyawa penting pembentukan prostaglandin dan dapat digunakan sebagai *Health Food Supplement* untuk mengatasi berbagai gangguan kesehatan akibat gizi lebih seperti jantung koroner, hipertensi dan obesitas. Kecuali itu terdapat juga asam linolenat yang merupakan kelompok asam lemak omega 3 yang sangat baik untuk kesehatan. Menurut Almatsier (2002) bahwa kelompok asam lemak omega-3 adalah asam lemak linolenat (C18:3), eikosapentaenoat (EPA atau C20:5) dan dekosahexaenoat (DHA atau C22:6)

Commented [U23]: Asam erukat dan asam arakhidonat

Commented [U24]: γ linolenic acid???

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, fermentasi bekatul menggunakan kapang **rhizopus oryzae** dapat meningkatkan dan memperkaya kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak bekatul. Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan menunjukkan persentase kandungan asam lemak tak jenuh yang semakin menurun. Berdasarkan kandungan asam lemak tak jenuh hasil maserasi minyak bekatul yang dihasilkan, ~~make volum~~ **penambahan** inokulum **sebanyak** 7 ml dengan waktu fermentasi 3 hari memperlihatkan hasil yang optimum. Terdapat penambahan jenis asam lemak tak jenuh dalam minyak bekatul hasil fermentasi yaitu **asam erukat** (C22:1n9) dan **asam arakhidonat** (C20:4n6)

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. 2002. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Arbianto, P. 1980. *The Indigenous Fermented Food Process*. Kumpulan Paper Fermented Food II. Pusbangtepa IPB. Bogor.
- Ardiyansyah. 2008. Sehat dan Cantik dengan Bekatul. Inovasi Online ISSN : 0917-8376. Edisi vol.10/XX/Maret. [Online]. Tersedia <http://io.ppjipang.org/article.php?id=246> (e Maret 2009).
- Huang, Aki, Kawamoto, Shigeta, Ono, Suzuki. 2002. Enzymatic preparation of Glycerides rich in Decosahexanoic acid from thraustochytrid single cell oils by candida rugosa lipase. *Journal of Oleo Science. Japan Oil Chemists Society*. Vol. 51. No.7. 447-455.
- Jang, D.H., Lin, Yun Yi, Yang, Shang Shyng. 2000. Polyunsaturated fatty acid production mortierella alpina by solid substrate fermentation. Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei. Botanical Bulletin of Academia Sinica. Vol. 41
- Laboratorium Bersama Institut Pertanian Bogor. 2013. Bogor?????
- Mitchell DA, HW Doelle, PF Greefield. 1988. Agar plate growth studies of rhizopus oligosporus dan aspergillus oryzae to determine their sustabilite for solid state fermentation. *Apply Microbial Biotechnology* (Nomor, vol, Hal???) .

Commented [U25]: Gunakan publikasi yang lebih baru.

Commented [U26]: Gunakan cara penulisan daftar pustaka menurut standar yang baku, contoh (Huang, A., Kawamoto, S., Suzuki, O).

Commented [U27]: Gunakan cara penulisan daftar pustaka menurut standar yang baku,

- Ratledge C dan J Wynn. 2002. Advance in Applied Microbioloy.
<http://www.books.google.co.id> (25 Oktober 2013)
- Razavi, H Seyed, M Seyed, M Hassan, M Ivan. 2007. Fatty acid and Carotenoid Production by *Sporobolomyces ruberrimus* When Using Technical Glycerol and Ammonium Sulfate (Jurnal, No, Vol, Hal???) .
- Sabry, Ghanem, Yusef. 1990. Some Physiological Factors Influensing Lipid Production by *Rhodotorula Glutinis* From Egyptian Beet Molasses . *Journal of Islamic Academy of Sciences* Vol. 34:305-309
- Sukma LN, Zackiyah and GG Gumilar. 2010. Pengkayaan Lemak Tak Jenuh Pada Bekatul Dengan Cara Fermentasi Padat Menggunakan *Aspergillus Terreus* . *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. Vol 1 N0.1: 66-72

Commented [U28]: 1 (1): 66-72

PENINGKATAN KANDUNGAN DAN PENGKAYAAN ASAM LEMAK TAK JENUH BEKATUL MELALUI FERMENTASI MENGGUNAKAN *Rhizopus oryzae*

Commented [U1]: Kesalahan dalam penulisan nama saintifik genus dan species

ABSTRACT

This study aims to determine the volume of inoculum and optimum incubation time during the fermentation process, determine the types of unsaturated fatty acids during fermentation and determine the content of **omega -3 fatty acid fermented?**. This research was conducted through the **fermenting bran using *Rhizopus oryzae*?** with a variation of volume and fermentation time. **Rice bran oil extraction by maceration and analysis of fatty acid composition in rice bran oil?** using GCSM. There were **9 treatments used?: Fermentation with the volume of inoculum 3 ml and fermentation time of 3 days?** (V3H3) V3H6, V3H9, V5H3, V5H6, V5H9, V7H3, V7H6, V7H9, parameters measured were 1) **the volume of inoculum and fermentation time bran optimum?** to get the content of unsaturated fatty acids 2) volume of inoculum and fermentation optimum time to get the content variations of the types of unsaturated fatty acids, and the **enrichment of omega-3 fatty acids?**. The results of the **analysis GCSM show?** 1) the amount of the content of unsaturated fatty acids decreases with the length of fermentation time 2) **there are enriching the amount of content of unsaturated fatty acids after fermentation?** (erucic acid, C22: 1n9 and arachidonic acid, C20: 4n6) 3) Volume of inoculum and **bran optimum fermentation time is? V7H3 treatment?, the treatment volume 7 fermentation time 3 days with a total amount of unsaturated fatty acid content% w / w 35.94?????**

Commented [U2]: Harap abstrak ditulis dengan tata bahasa dan struktur bahasa Inggris yang benar .

Keywords: unsaturated fatty acids, fermentation, rice bran, *Rhizopus oryzae*,

Commented [U3]: *Rhizopus oryzae*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui volume inokulum dan waktu inkubasi yang optimum selama proses fermentasi, **mengetahui** jenis-jenis asam lemak tak jenuh selama fermentasi dan **mengetahui** kandungan asam lemak omega -3 hasil fermentasi. **Penelitian ini** dilakukan melalui fermentasi bekatul menggunakan kapang *R. oryzae* dengan variasi volume dan waktu fermentasi. Ekstraksi minyak bekatul dengan maserasi dan analisis komposisi asam lemak pada minyak bekatul ditentukan **menggunakan** Gas chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS). Ada 9 perlakuan yang **diberikan** : Fermentasi dengan volume inokulum sebanyak **3 ml** dan waktu fermentasi selama **3 hari** yaitu masing-masing (V3H3), V3H6, V3H9, V5H3, V5H6, V5H9, V7H3, V7H6, V7H9, Parameter yang diukur adalah 1) volume inokulum dan waktu fermentasi bekatul yang optimum untuk mendapatkan kandungan asam lemak tak jenuh 2) volume inokulum dan waktu fermentasi yang optimum untuk mendapatkan variasi kandungan jenis-jenis asam lemak tak jenuh serta penambahan jumlah **asam lemak tak jenuh**. Hasil analisis GCSM memperlihatkan 1) jumlah kandungan asam lemak tak jenuh semakin menurun dengan semakin lamanya waktu fermentasi 2)terdapat pengkayaan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh setelah fermentasi (**erucic acid,C22:1n9 & arachidonic acid,C20:4n6**) 3) Fermentasi bekatul dengan **volume inokulum 7 ml dan waktu fermentasi 3 hari (V7H3) adalah paling optimum** , **dengan total jumlah kandungan asam lemak tak jenuh 35,94 % w/w**

Commented [U4]: Dianalisis atau ditentukan menggunakan.....

Commented [U5]: Diberikan/ diterapkan atau dijalankan, yaitu

Commented [U6]: Sebanyak.....

Commented [U7]: Selama....., yaitu masing-masing.....

Commented [U8]: Pernyataan disini tidak jelas, klarifikasi apa yang dimaksud dengan istilah pengkayaan disini?

Kata Kunci: asam lemak tak jenuh, fermentasi, bekatul, *R oryzae*,

Commented [U9]: Jelaskan maksud dari pernyataan dalam kalimat ini?

Commented [U10]: Jelaskan maksud dari pernyataan dalam kalimat ini?

PENDAHULUAN

Lemak atau minyak merupakan nutrisi yang sangat bermanfaat sebagai sumber energi tubuh. Energi yang dihasilkan oleh lemak jauh lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh karbohidrat. Apabila energi pokok utama sudah terpenuhi dari makanan yang dikonsumsi, maka sisanya akan disimpan dalam bentuk lemak sebagai cadangan energi. Lemak dan turunannya berupa asam lemak berperan penting dalam kesehatan manusia. Menurut Almatsier (2002), asam lemak adalah asam organik yang terdiri atas rantai hidrokarbon lurus yang pada satu ujung mempunyai gugus karboksil (COOH) dan pada ujung gugus lain gugus metil (CH₃). Asam lemak dibedakan atas asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh adalah asam lemak yang mengandung satu atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak omega-3 adalah asam lemak yang mempunyai posisi ikatan rangkap pertama pada atom karbon nomor tiga dari ujung gugus metilnya, asam- asam lemak alami yang termasuk kelompok asam lemak omega-3 adalah asam lemak *linolenat* (C18:3), *eikosapentaenoat* (EPA atau C20:5) dan *dokosaheksaenoat* (DHA atau C22:6). Asam lemak tak jenuh sangat baik untuk kesehatan manusia, seperti mengurangi resiko penyakit arteriosklerosis dan kardiovaskular (Ardiyansyah, 2008) dan meningkatkan kecerdasan otak serta penglihatan (Huang *et al.*, 2002). Mengingat kebutuhan lemak dan asam lemak tak jenuh sangat penting, maka perlu dicari suatu upaya untuk memproduksi dan memperkaya kandungan asam lemak tak jenuh ini.

Alternatif sumber lemak dan asam lemak tak jenuh yang paling potensial untuk dikembangkan adalah penggunaan mikroorganisme dalam media fermentasi. Jenis mikroorganisme yang paling potensial untuk menghasilkan asam lemak tak jenuh adalah kapang. Hal ini disebabkan karena kapang lebih mudah ditangani, dapat tumbuh pada kisaran pH yang rendah, dapat mendegradasi sumber karbon yang kompleks dan dapat tumbuh cepat dalam limbah serta dapat menghasilkan berbagai asam lemak. Kecuali itu kapang telah banyak digunakan masyarakat dalam pembuatan tempe atau oncom melalui fermentasi padat seperti jenis kapang *R. oryzae*. Menurut Sofyan, (2003) kapang mempunyai karakteristik yang unik yaitu dapat tumbuh dengan cepat pada suhu 30°C – 37°C, sehingga cocok dengan kondisi suhu di Indonesia adalah sekitar 30°C dengan kelembaban 90% sangat sesuai untuk pertumbuhan *R. oryzae*. Menurut Pagarra (2009), pH optimum untuk pertumbuhan *Rhizopus oryzae* adalah sekitar 3,4- 6. Pada media campuran yang digunakan, pH dari media adalah berkisaran 5- 6,5. Hal ini tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan spora dikarenakan kapang tersebut tetap tumbuh meskipun tidak optimal. Sumanti *et al.*, (2017) menyatakan bahwa kapang merupakan mikroorganisme *oleaginous* yang paling tepat untuk menghasilkan lemak dibandingkan dengan bakteri dan khamir. Hal ini disebabkan karena kapang lebih mudah ditangani, dapat tumbuh pada kisaran pH yang rendah, dapat mendegradasi sumber karbon (C) yang kompleks dan mampu tumbuh cepat pada limbah serta dapat menghasilkan berbagai asam lemak.

Pertumbuhan kapang sangat dipengaruhi oleh substrat sebagai penyedia nutrisi ; sumber karbon, sumber N, sumber energi dan sumber pertumbuhan berupa vitamin mineral . Bekatul sebagai sisa limbah pertanian yang kaya akan nutrisi sangat cocok digunakan sebagai media pertumbuhan kapang. Untuk meningkatkan nilai nutrisi dan meningkatkan kandungan asam lemak tak jenuh maka diperlukan fermentasi dengan menggunakan kapang *R. oryzae*. Oleh sebab itu penelitian ini difokuskan untuk melihat manfaat fermentasi bekatul untuk menghasilkan asam lemak tak jenuh

Commented [U11]: Gunakan referensi yang lebih baru (dibawah 10 tahun).

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul yang diperoleh di tempat penggilingan padi yang terletak di Desa Sakatiga, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Bahan lain yang digunakan antara lain ragi tempe, akuades, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 , KCl , HCl , NaOH , dan nheksan.

Alat yang digunakan antara lain gelas piala ukuran 100 ml dan 500 ml, labu erlenmeyer ukuran 250 ml, pengaduk, ose, bunsen, laminar, pH meter, corong buncher, timbangan analitik, *autoclave*

Penelitian yang dilakukan meliputi 4 tahap utama, yaitu persiapan kultur kapang, fermentasi bekatul, ekstraksi minyak bekatul dengan cara maserasi dan soxhletasi, dan penentuan komposisi asam lemak dalam minyak bekatul menggunakan GCMS

Commented [U12]: Jelaskan metode dan prosedur analisis menggunakan GCMS

Cara Kerja

Penyiapan sampel V3H3, V3H6, V3H9, V5H3, V5H6, V5H9, V7H3, V7H6, V7H9 dengan persiapan kultur kapang, fermentasi bekatul, ekstraksi minyak bekatul dengan cara maserasi dan soxhletasi (Yossi *et al.*, 2014)

Persiapan Kultur Kapang (pembuatan inokulum)

Pembuatan inokulum yaitu dimulai dengan membuat larutan suspensi miselia kapang. Miselia dibuat dari 4 kultur stok. Masing-masing kultur kemudian ditambah dengan 10 mL akuades, lalu miselia kapang dikikis secara halus menggunakan jarum ose steril hingga terkikis seluruhnya. Semua larutan suspensi miselia kapang dimasukkan ke dalam gelas kimia steril lalu diencerkan hingga mencapai volume 100 mL. Kemudian suspensi dihomogenkan dengan cara diaduk.

Commented [U13]: Biakan induk?

Fermentasi Bekatul

Pertama-tama, bekatul disaring dengan ukuran partikel 60 mesh. Bekatul ditimbang sebanyak 20 g dan kemudian dimasukkan ke dalam botol lalu ditambah dengan sejumlah mineral, yaitu 0,1 g KH_2PO_4 ; 0,05 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,05 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 1 g NaNO_3 ; 0,05 g KCl . Selanjutnya semua media fermentasi dalam botol ditutup rapat dengan aluminium foil dan siap disterilkan. Di dalam laminar, semua media fermentasi yang telah disterilisasi ditambah dengan akuades steril dengan inokulum yang bervariasi, yaitu 3 mL, 5 mL, dan 7 mL hingga A_w 65% pada pH 5-7. Apabila belum mencapai pH tersebut, ditambahkan HCl atau NaOH , kemudian dilakukan fermentasi untuk menentukan volume inokulum optimum pada variasi waktu fermentasi 3, 6, dan 9 hari.

Ekstrak Minyak Bekatul dengan Maserasi

Sampel bekatul yang telah selesai difermentasi, dimaserasi dengan n-heksan selama 24 jam. Perbandingan masa bekatul dengan pelarut adalah 1:4 (w/v). Setelah maserasi, ekstrak minyak dalam heksan disaring dengan corong Buncner untuk memisahkan ekstrak dari bekatul. Ekstrak minyak dalam pelarut heksan kemudian diuapkan untuk menguapkan pelarutnya

dengan menggunakan evaporator. Pelarut jernih yang tertampung lalu dimasukkan dalam botol penampung sisa pelarut (Sukma *et al.*, 2010).

Ada 9 perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu fermentasi bekatul dengan volume inokulum 3 ml dan waktu fermentasi 3 hari (V3H3), volume inokulum 3 ml dan waktu fermentasi 6 hari (V3H6), volume inokulum 3 ml dan waktu fermentasi 9 hari (V3H9), volume inokulum 5 ml dan waktu fermentasi 3 hari (V5H3), volume inokulum 5 ml dan waktu fermentasi 6 hari (V5H6), volume inokulum 5 ml dan waktu fermentasi 9 hari (V5H9), volume inokulum 7 ml dan waktu fermentasi 3 hari (V7H3), volume inokulum 7 ml dan waktu fermentasi 6 hari (V7H6), dan volume inokulum 7 ml dan waktu fermentasi 9 hari V7H9.

Analisis Komposisi Asam Lemak pada Minyak Bekatul (Sukma *et al.*, 2010).

Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GCMS) merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi asam lemak yang terdapat dalam minyak bekatul. Analisis GCMS dilakukan di laboratorium bersama Institut Pertanian Bogor. Kondisi GCMS yang digunakan adalah :

Suhu kolom = 60^oC, Suhu Injektor = 310^oC, Suhu detector = 320C, Volume injeksi = 2 µL, Tekanan = 100 kPa, Laju alir = 36 mL, Gas pembawa = helium, Kolom = DB – 5 ms, Panjang kolom = 30 m, dan Diameter kolom = 0,25 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Volume Inokulum dan Waktu Fermentasi terhadap Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Minyak Bekatul

Analisa kandungan asam lemak tak jenuh bekatul hasil fermentasi dengan variasi volume inokulum dan waktu fermentasi menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectroscopy* (GCMS) dapat dilihat pada Tabel 1. Fermentasi bekatul dengan volume inokulum 3 ml, 5 ml dan 7 ml dengan waktu fermentasi 3 hari menunjukkan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh lebih tinggi (% w/w) yaitu masing-masing: 33,14 ; 35 ; 35,94 jika dibandingkan dengan kontrol 32,11 % w/w. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya volume inokulum dan waktu fermentasi mempengaruhi kandungan asam lemak tak jenuh yang dihasilkan. Penyebab hal ini adalah karena kapang termasuk jenis mikroorganisme penghasil lemak tinggi. Dengan media fermentasi kapang *Rhizopus oryzae* menemukan kehidupan yang optimal untuk berkembang karena dibantu oleh substrat yang menyediakan karbon dan nitrogen sebagai nutrisinya sehingga dihasilkan enzim dan asam lemak yang lebih banyak. Bekatul yang memiliki kandungan lemak dan asam lemak tak jenuh tinggi dengan adanya enzim yang dihasilkan oleh kapang akan lebih tersedia.

Commented [U14]: Optimal?

Tabel 1. Kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak bekatul hasil proses maserasi*

ALTJ	Perlakuan										Unit
	K	V3H3	V3H6	V3H9	V5H3	V5H6	V5H9	V7H3	V7H6	V7H9	
C14:1	0,06	0,09	0,20	0,24	0,02	0,26	0,24	0,09	0,17	0,18	%w/w
C16:1 **	0,11	0,10	0,08	0,24	0,10	0,09	0,24	0,11	0,08	0,19	%w/w
C17:1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	%w/w
C18:ln 9t	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,08	0,05	0,11	0,00	%w/w
C18:ln 9c**	16,05	17,27	10,97	5,81	17,68	8,74	4,43	19,41	10,93	2,59	%w/w
C18:2 n6c**	15,11	14,82	10,15	5,93	16,38	8,03	4,90	15,41	9,80	2,80	%w/w
C18:3 n6	0,02	0,04	0,03	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,20	0,04	%w/w
C20:1 **	0,21	0,25	0,16	0,07	0,19	0,13	0,07	0,29	0,16	0,05	%w/w
C18:3 n3**	0,47	0,47	0,33	0,15	0,62	0,29	0,12	0,45	0,30	0,08	%w/w
C20:2 **	0,04	0,06	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,07	0,02	0,00	%w/w
C20:3 n3	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	%w/w
C22:ln 9***	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	%w/w
C20:4 n6***	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,04	0,04	0,02	0,04	0,05	%w/w
Jmlh	32,11	33,14	22,01	12,49	35,00	17,66	10,20	35,94* ***	21,81	5,98	

Keterangan ; ALTJ, Asam Lemak Tak Jenuh, * Sumber hasil Analisa GCMS Laboratorium Bersama IPB Bogor, 2013; ******kandungan asam lemak tak jenuh semakin menurun seiring lamanya waktu fermentasi; *******Tambahan asam lemak tak jenuh hasil fermentasi; ********Volum inokulum dan waktu fermentasi (V7H3) yang paling optimum

Besarnya volume inokulum yang ditambahkan pada bekatul akan berpengaruh pada kandungan asam lemak minyak bekatul karena akan berpengaruh pada hasil metabolisme kapang yaitu enzim (desaturase dan elongase) yang mengkatalis pembentukan asam lemak tak jenuh dan lipid. Telah dilaporkan bahwa aktivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme **oleaginous (bakteri, khamir, kapang serta alga tertentu)** akan semakin besar ketika tercukupinya sumber karbon dan nitrogen pada substrat, sehingga dapat mendukung pertumbuhan sel kapang dan metabolisme, serta dapat meningkatkan kemampuan kapang untuk menghasilkan lipid (Ratledge and Wynn., 2002). Hal ini dipertegas oleh Jang *et al* (2000) yang mengemukakan bahwa konsentrasi karbon dan nitrogen di dalam substrat sangat menentukan kualitas dan kuantitas **lemak** yang dihasilkan oleh kapang. Pada umumnya sebagian besar lemak kapang merupakan asam lemak oleat, palmitat dan linoleat dan sebagian

kecil terdiri dari asam stearat, linolenat, palmitoleat. Kesemua jenis asam lemak ini merupakan asam lemak esensial dan sangat dibutuhkan oleh tubuh.

Variasi waktu fermentasi (3, 6 dan 9 hari) untuk masing-masing volume inokulum menunjukkan penurunan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh berturut-turut; V3H3, V3H6, V3H9 (penambahan inokulum sebanyak 3 ml) masing masing adalah 33,14: 22,01: 12,49 (% w/w), V5H3, V5H6, V5H9 (penambahan inokulum sebanyak 5 ml) masing masing adalah 35:17,66:10,2 (% w/w) dan V7H3, V7H6, V7H9 (penambahan inokulum sebanyak 7 ml) 35,94:21,81:5,98 (Tabel 1). Kadar penurunan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh dari waktu fermentasi 3 hari ke 9 hari untuk masing-masing volume inokulum (3 ml, 5 ml dan 7 ml) masing masing adalah 37,69%:29,14% dan 16,64% (% w/w). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa waktu fermentasi selama 3 hari memberikan jumlah kandungan asam lemak yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan waktu fermentasi 6 hari dan 9 hari, dan semakin lama waktu fermentasi menunjukkan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh yang semakin menurun. Penyebab ini diduga erat kaitannya dengan ketersediaan nutrisi dalam substrat. Rasio C: N pada substrat sangat berpengaruh terhadap kandungan asam lemak tak jenuh yang dihasilkan. Perkembangan sel kapang terhambat dengan bertambahnya waktu fermentasi akibat cadangan nutrisi pada substrat yang sudah habis untuk dimanfaatkan, akibatnya enzim dan lemak yang dihasilkan juga menurun. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Sukma *et al.*, (2010) bahwa bekatul hasil fermentasi padat dengan penambahan 5 ml dan 7 ml inokulum *Aspergillus terreus* memiliki persentase kelimpahan asam lemak tak jenuh (asam linoleat dan asam eikosenoat) lebih kecil dibandingkan dengan penambahan 3 ml inokulum. Semakin banyak inokulum maka semakin banyak nutrisi yang dibutuhkan. Ketika nutrisi tidak tercukupi maka kapang tidak dapat memperbanyak selnya sehingga aktivitas metabolismenya terhambat dan kapang mulai mengalami kematian. Pertumbuhan sel kapang yang terhambat menyebabkan metabolisme sel kurang sempurna sehingga menghasilkan enzim yang sedikit. Jenis enzim yang dihasilkan kapang adalah amylase, lipase dan protease. Terdapat hubungan konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap jumlah enzim dan aktivitas enzim yang dihasilkan. Bertambahnya inokulum dan waktu fermentasi yang lama, menyebabkan persediaan nutrisi substrat jadi berkurang, sehingga menurunkan kehidupan sel kapang. Hal ini mengakibatkan enzim yang dihasilkan juga berkurang. Aktivitas enzim lipase yang bertugas menguraikan lemak menjadi asam lemak pun juga menurun. Akibatnya asam lemak bebas dan asam lemak tak jenuh yang dihasilkan juga terbatas.

Commented [U15]: 3, 6 dan 9 hari

Pengaruh Variasi Volume Inokulum dan Waktu Fermentasi terhadap Variasi Kandungan Masing-Masing Jenis Asam Lemak Tak Jenuh, dan Pengkayaan Asam Lemak Omega-3 Minyak Bekatul

Fermentasi padat dengan waktu fermentasi 3 hari menunjukkan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh yang cukup signifikan dibanding dengan waktu fermentasi lainnya. Kandungan asam lemak tak jenuh oleic acid atau asam oleat, C18:1n9c (V3H3) sebanyak 17,27 (% w/w) menurun menjadi 5,81 (%w/w) pada fermentasi hari ke 9 ; fermentasi 5 hari (V5H3) sebanyak 17,68 (% w/w) menurun menjadi 4,43 (% w/w) pada hari fermentasi ke 9 dan begitu juga pada V7H3 (fermentasi 7 hari) sebanyak 19,41 (% w/w) menurun drastis menjadi 2,59 (%w/w) pada hari fermentasi ke 9. Angka ini juga diikuti oleh beberapa kandungan asam lemak tak jenuh lainnya (linoleic acid (C18:2n6c), linolenic acid (C18:3n3), cis-11-eicosenoic acid (C20:1). Hal ini diduga pada waktu fermentasi selamat 3 hari, kapang *rhyzopus* berada pada fase stasioner, yaitu masa pada saat kapang mengalami masa

Commented [U16]: Jelaskan enzim jenis apa yang dihasilkan? Dan bagaimana mekanismenya?

Commented [U17]: Asam oleat

pertumbuhan terbaik. Sabri *et al.*, (1990) melaporkan bahwa produksi lipid dari *Rhodotorula glutinis* meningkat pada fase stasioner dan diperkuat oleh Razavi *et al.*, (2007) bahwa produksi asam lemak dari *Sporobolomyces ruberrimus* mencapai maksimum pada waktu inkubasi 4 hari.

Fermentasi bekatul menggunakan kapang *Rhizopus oryzae* juga memperkaya kelimpahan jenis asam lemak tak jenuh (Tabel 1) yaitu **Erucic Acid** atau asam erukat dan **Arachidonic Acid** atau asam arakidonat yang tidak ditemui pada kontrol. Terdapat juga asam gamma linolenat; (γ linolenic acid, C18:3n6) adalah asam lemak omega 6 yang merupakan turunan asam linoleat (linoleic acid, C18:2n6c). Asam linoleat merupakan asam lemak esensial yang harus disuplai dari makanan. **GLA** atau **γ linoleic acid** merupakan senyawa penting pembentukan prostaglandin dan dapat digunakan sebagai *Health Food Supplement* untuk mengatasi berbagai gangguan kesehatan akibat gizi lebih seperti jantung koroner, hipertensi dan obesitas. Kecuali itu terdapat juga asam linolenat yang merupakan kelompok asam lemak omega 3 yang sangat baik untuk kesehatan. Menurut Almatsier (2002) bahwa kelompok asam lemak omega-3 adalah asam lemak linolenat (C18:3), eikosapentaenoat (EPA atau C20:5) dan dekosahexaenoat (DHA atau C22:6)

Commented [U18]: Asam erukat dan asam arakhidonat

Commented [U19]: γ linolenic acid???

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, fermentasi bekatul menggunakan kapang *rhizopus oryzae* dapat meningkatkan dan memperkaya kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak bekatul. Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan menunjukkan persentase kandungan asam lemak tak jenuh yang semakin menurun. Berdasarkan kandungan asam lemak tak jenuh hasil maserasi minyak bekatul yang dihasilkan, ~~maka volume~~ penambahan inokulum sebanyak 7 ml dengan waktu fermentasi 3 hari memperlihatkan hasil yang optimum. Terdapat penambahan jenis asam lemak tak jenuh dalam minyak bekatul hasil fermentasi yaitu **asam erukat** (C22:1n9) dan **asam arakhidonat** (C20:4n6)

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. 2002. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Ardiyansyah. 2008. Sehat dan Cantik dengan Bekatul. Inovasi Online ISSN : 0917-8376. Edisi vol.10/XX/Maret
- Huang, A, Kawamoto, S, Suzuki, O. 2002. Enzymatic preparation of Glycerides rich in Decosahexanoic acid from thraustochytrid single cell oils by candida rugosa lipase. *Journal of Oleo Science. Japan Oil Chemists Society*. Vol. 51. No.7. 447-455.
- Jang, D.H., Lin, Yun Yi, Yang, Shang Shyng. 2000. Polyunsaturated fatty acid production mortierella alpina by solid substrate fermentation. Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei. Botanical Bulletin of Academia Sinica. Vol. 41
- Mitchell DA, HW Doelle, PF Greefield. 1988. Agar plate growth studies of rhizopus oligosporus dan aspergillus oryzae to determine their sustabilite for solid state fermentation. *Apply Microbial Biotechnology* (Nomor, vol, Hal???) .
- Pagarra H. 2009. Laju Pertumbuhan Jamur Rhizopus sp. pada Tempe Kacang Hijau (*Phaseolus radiates* L.). *Bionature* Vol. 10 (2): Hlm 69-74

Commented [U20]: Gunakan cara penulisan daftar pustaka menurut standar yang baku, contoh (Huang, A., Kawamoto, S., Suzuki, O).

Commented [U21]: Gunakan cara penulisan daftar pustaka menurut standar yang baku,

- Ratledge C dan J Wynn. 2002. Advance in Applied Microbioloy.
<http://www.books.google.co.id> (25 Oktober 2013)
- Razavi, H Seyed, M Seyed, M Hassan, M Ivan. 2007. Fatty acid and Carotenoid Production by *Sporobolomyces ruberrimus* When Using Technical Glycerol and Ammonium Sulfate (Jurnal, No, Vol, Hal???) .
- Sabry, Ghanem, Yusef. 1990. Some Physiological Factors Influensing Lipid Production by *Rhodotorula Glutinis* From Egyptian Beet Molasses . *Journal of Islamic Academy of Sciences* Vol. 34:305-309
- Sofyan HMI. 2003. Pengaruh Suhu Inkubasi dan Konsentrasi Inokulum *Rhizopus oligosporus* Terhadap Mutu Kapang Bungkil Kacang Tanah. Infomatek. Vol. 5 No.2 Hal. 75-87
- Sukma LN, Zackiyah and GG Gumilar. 2010. Pengkayaan Lemak Tak Jenuh Pada Bekatul Dengan Cara Fermentasi Padat Menggunakan *Aspergillus Terreus* . *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. Vol 1 N0.1: 66-72

Commented [U22]: 1 (1): 66-72



JURNAL LAHAN SUBOPTIMAL

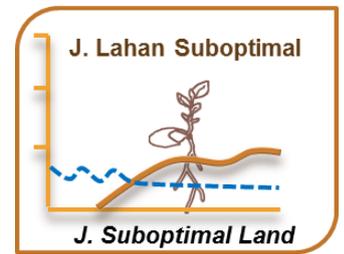
Journal of Suboptimal Lands

PUSAT UNGGULAN RISET
PENGEMBANGAN LAHAN SUBOPTIMAL (PUR-PLSO)
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Jl. Padang Selasa No.524, Bukit Besar, Palembang 30139

Telpon/Faksimil: +62711352879

E-mail: jlsuboptimal@unsri.ac.id <http://www.jlsuboptimal.unsri.ac.id>



HASIL EVALUASI NASKAH

Penulis Utama :

1. Dampak terhadap sains dan teknologi

- Memberi dasar teori baru
- Memberi informasi baru
- Merupakan suatu konfirmasi
- Tidak ada yang baru

2. Prioritas untuk diterbitkan di Jurnal Lahan Suboptimal (JLSO)

- Tinggi
- Sedang
- Rendah

3. Pertanyaan (mohon naskah diperiksa dengan mengikuti kriteria berikut):

	Ya	Tidak
1. Apakah judul makalah cukup sesuai, singkat, dan jelas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Apakah abstrak telah mewakili isi makalah?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Apakah tujuan makalah sudah jelas dikemukakan dalam bab pendahuluan?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Apakah metodologi dan/atau rancangan percobaan sesuai dengan tujuan penelitian?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Apakah prosedur penelitian diuraikan secara lengkap sehingga pembaca dapat mengulangi penelitian tersebut?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Apakah ada kesalahan penafsiran fakta, hasil, dan kesimpulan?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Apakah keseluruhan pembahasan relevan dengan ruang lingkup penelitian?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Apakah penulis telah mengutip semua pustaka yang penting, atau adakah pustaka yang perlu ditambahkan atau dihilangkan?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Adakah bagian tulisan yang diulang-ulang?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Adakah bagian tulisan yang perlu dikembangkan, diringkas, atau ditiadakan?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Adakah pernyataan yang tidak jelas atau bermakna ganda?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



JURNAL LAHAN SUBOPTIMAL

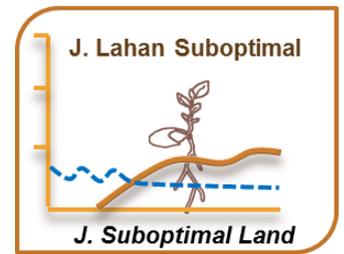
Journal of Suboptimal Lands

PUSAT UNGGULAN RISET
PENGEMBANGAN LAHAN SUBOPTIMAL (PUR-PLSO)
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Jl. Padang Selasa No.524, Bukit Besar, Palembang 30139

Telpon/Faksimil: +62711352879

E-mail: jlsuboptimal@unsri.ac.id <http://www.jlsuboptimal.unsri.ac.id>



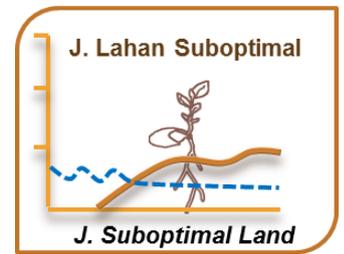
4. Komentar/Pertanyaan untuk Penulis

1. Perlu perbaikan abstrak Bahasa Inggris secara total menyeluruh dengan menggunakan struktur bahasa dan gramatikal yang benar.
2. Perlu diperhatikan cara penulisan nama latin (scientific name) mikroorganisma/ mikroba. Contoh *Rhizopus oryzae*. Nama species kapang harus ditulis dengan huruf italic dan selanjutnya cukup ditulis singkatannya saja, contoh *R. oryzae*.
3. Penggunaan singkatan dibenarkan, apabila nama lengkapnya telah ditulis satu kali diawal teks, contoh Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GCMS), untuk selanjutnya cukup disebutkan nama singkatannya saja.
4. Tuliskan tujuan penelitian (objective) pada akhir Bab Pendahuluan.
5. Tuliskan seluruh metode yang digunakan untuk mencapai hasil yang diperoleh, gunakan statistik dan metodenya untuk menganalisis data yang diperoleh, sehingga mudah difahami.
6. Diperlukan tambahan data tentang hasil penyediaan inokulum, analisis kandungan enzim-enzim yang berpengaruh terhadap hasil asam lemak yang diperoleh (lipase, esterase, dll), data analisis proksimat kandungan substrat (bekatul) sebelum dan setelah proses fermentasi, serta data tentang perolehan minyak bekatul (% yield) berdasarkan lama waktu fermentasi atau jumlah inokulum yang digunakan.
7. Perlu perbaikan cara penulisan daftar pustaka (referensi) yang digunakan sesuai dengan standar cara penulisan yang baku.



JURNAL LAHAN SUBOPTIMAL
Journal of Suboptimal Lands
PUSAT UNGGULAN RISET
PENGEMBANGAN LAHAN SUBOPTIMAL (PUR-PLSO)
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Jl. Padang Selasa No.524, Bukit Besar, Palembang 30139
Telpon/Faksimil: +62711352879
E-mail: jlsuboptimal@unsri.ac.id <http://www.jlsuboptimal.unsri.ac.id>



SARAN UNTUK EDITOR

Penulis Utama :

Tanggal diterima :

Tanggal dikembalikan :

Rekomendasi:

- Diterima tanpa perbaikan []
Diterima setelah sedikit diperbaiki []
Perlu banyak perbaikan []
Diperbaiki dan ditulis ulang []
Tidak layak untuk dipublikasi []

Naskah Perbaikan;

- Perlu dikembalikan kepada saya []
Tidak perlu dikembalikan kepada saya []

Mohon diisi dengan lengkap dan jelas

Nama Penelaah :
(dilengkapi dengan gelar)
Nama Institusi :
Alamat Institusi :
Telepon :
Ponsel :
Fax. :
E-mail :

.....,2014

ditandatangani

(Nama Lengkap Bergelar)