

HUBUNGAN VARIASI PERBANDINGAN KONSENTRASI MOLASE : AMONIUM NITRAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN MINYAK *Aspergillus terreus* DAN *Penicillium pinophilum*

Victoria Nindya Kirana, Drs. P. Kianto Atmodjo, M.Si., dan Drs. B. Boy Rahardjo S., M.Sc.

*Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Jl. Babarsari No.44, Yogyakarta Telp.0274-487711, email: victorianindya@gmail.com*

Abstract

In this study lipid production from molds, *Aspergillus terreus* and *Penicillium pinophilum*, were studied. The molds were cultured by submerged batch culture method using different production medium. Production medium used molasse as carbon source and ammonium nitrate as nitrogen source. The molasse : ammonium nitrate ratio in 5 different production medium were 10:1 (A), 20:1 (B), 30:1 (C), 40:1 (D), and 50:1 (E). The maximum result of lipid accumulation were produce by 50:1 medium. Correlation between molasse : ammonium nitrate ratio and the amount of lipid production was investigated. Lipid production from *A. terreus* was 3,85% and *P. pinophilum* was 3,387% from mycelial dry weight. Lipid compotition was dominated by oleic acid and stearic acid. From the results it is concluded that there is a positive correlation between excess of carbon source and the increasing of lipid production.

Key words: oil, *A.terreus*, *P. pinophilum*, molasses, ammonium nitrate

Abstrak

Penelitian ini mengungkap potensi dari jamur benang *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum* untuk menghasilkan minyak. Jamur benang dikulturkan dengan metode submerged batch culture menggunakan medium produksi yang berbeda. Medium produksi menggunakan molase sebagai sumber karbon dan amonium nitrat sebagai sumber nitrogen. Perbandingan konsentrasi molase : amonium nitrat sebagai sumber nitrogen. Perbandingan konsentrasi molase : amonium nitrat dalam 5 variasi medium produksi adalah 10:1 (A), 20:1 (B), 30:1 (C), 40:1 (D), dan 50:1 (E). Persentase minyak yang terbanyak dihasilkan dari medium varian E (50:1). Hasil minyak *A. terreus* adalah sebesar 3,85% dan *P. pinophilum* 3,387% dari berat kering miselium. Komposisi minyak yang dihasilkan didominasi asam oleat dan asam stearat. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ada hubungan positif yang sangat kuat antara kenaikan nisbah sumber karbon dengan kenaikan produksi minyak.

Kata kunci: minyak, *A.terreus*, *P. pinophilum*, molase, amonium nitrat

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan minyak nabati pun akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dunia. Hasil riset PT. Rabobank International Indonesia memproyeksikan konsumsi minyak nabati dunia meningkat dan mencapai 180 juta ton pada 2020, yang sebanyak 68 juta ton atau 38 persen dari jumlah itu adalah minyak sawit (Reviati, 2012). Di Indonesia, minyak sawit menjadi komoditi yang pertumbuhan rata-rata ekonominya pada tahun 1992-1997 mencapai 29%, kedua tertinggi setelah pulp dan kertas di 37% sesuai data Bank

Indonesia, dilaporkan oleh U.S. *Department of Commerce-National Trade Data Bank*, 3 September, 1999 (*Forest Watch Indonesia/Global Forest Watch*, 2001). Permintaan jangka panjang untuk minyak sawit dari negara maju ini akan terus berlanjut dan didorong oleh kebutuhan industri akan produk berbahan baku minyak sawit seperti *biodiesel* dan *oleochemicals* (Reviati, 2012).

Produksi minyak nabati, khususnya minyak sawit, menimbulkan masalah tersendiri, salah satunya kerusakan lingkungan. Paulus (1998) menyebutkan dalam bukunya "Sejarah Singkat dan Analisis

Krisis Kebakaran Hutan Indonesia” demi membuka lahan perkebunan kepala sawit, hutan rawa gambut di Indonesia telah mengalami pembakaran hingga 97%. Pembakaran hutan untuk membuka lahan, pembalakan hutan, dan masalah lainnya yang berujung perdagangan satwa liar hingga kepunahan spesies merupakan satu jaring permasalahan yang tidak akan pernah kunjung usai. Bioteknologi yang terus berkembang tentunya dapat mencari solusi untuk memenuhi kebutuhan minyak nabati tanpa merusak lingkungan hidup. Minyak dari mikroorganisme merupakan alternatif yang baik karena dihasilkan oleh mikroorganisme berupa jamur benang dan bakteri yang cepat produksinya (Evans dan Ratledge, 1985). Minyak jamur benang bahkan memiliki potensi sebagai alternatif bahan baku *biodiesel*. Minyak yang dihasilkan berupa triasilgliserida (TAG) dan mengandung asam lemak tak-jenuh esensial yaitu asam linoleat dan linoleat (Evans dan Ratledge, 1985).

Beberapa tahun terakhir, *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. diketahui sebagai mikroorganisme penghasil lipase, bahkan sudah diproduksi secara komersial (Ghosh dkk., 1996). Di sisi lain, studi mengenai produksi lipid dari mikroorganisme masih sangat jarang, khususnya dari strain *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. Beberapa penelitian sebelumnya dilakukan pada genus *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus sydowii* (Azeem dkk., 1999), *Aspergillus flavus* (Koritala dkk., 1987), *Aspergillus oryzae* (Hui dkk., 2010) dan *Aspergillus niger* (Andre dkk., 2010). Penelitian terbaru untuk kedua genus *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. sudah dilakukan Papanikolaou, dkk. (2011). Hasil penelitian menunjukkan *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. mampu mengakumulasi lemak dalam biomassa. *Aspergillus* sp. ATHUM 3482 bahkan mengakumulasi lemak hingga 64% (w/w) dari bobot keringnya (Papanikolaou, dkk., 2011). Di Indonesia sendiri sudah ada sebuah studi juga yang dilakukan oleh Sumanti dkk. (2005). Mereka mempelajari mekanisme produksi minyak

dari *Aspergillus terreus* dengan sistem fermentasi padat pada medium onggok-ampas tahu. Hasilnya, minyak terbanyak dihasilkan oleh strain *A. terreus* FNOG 6040 dengan nilai rata-rata kadar lemak atau minyak yang dihasilkan sebesar 12,34%. Nisbah C/N yang terbaik adalah 45/1 dengan nilai rata-rata kadar lemak atau minyak sebesar 12,04% (Sumanti dkk., 2005).

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menggali potensi dari mikroorganisme *oleagineous* terutama jamur benang *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum* dalam memproduksi minyak. Medium produksi divariasikan perbandingan konsentrasi molase dan amonium nitrat di dalamnya untuk mendapatkan hasil biomassa dan minyak yang terbanyak. Minyak dari jamur benang bisa menjadi alternatif yang baik untuk meningkatkan produksi minyak sebagai jawaban atas kebutuhan minyak nabati dunia yang semakin meningkat.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknobil-Industri, Teknobil-Pangan dan Laboratorium Biomolekuler Universitas Atma Jaya Yogyakarta, serta Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai bulan Februari sampai dengan November 2013.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Laminar Flow Cabinet* (ESCO®), *shaking incubator* (JSR®JSSI-300C), inkubator (Mettmert®), *Gas Chromatograph* (Shimadzu® GC-9AM), oven (Venticell®), timbangan analitik (Mettler-Toledo® Tipe AL204), autoklaf (Omron®), ekstraktor Soxhlet, destilator, mikroskop trinokuler (Olympus®), kamera digital (Olympus®), *vortex mixer* (Thermo Scientific™ MaxiMix II), pipet volum (Acura 825®), eksikator, lampu spiritus, saringan, jarum ose, cawan Petri, labu ukur, Erlenmeyer 50 ml, Erlenmeyer 100 ml,

Erlenmeyer 250 ml, Erlenmeyer 500 ml, pipet volume, corong gelas kimia, gelas ukur, batang pengaduk, baki plastik, kertas payung, kapas, dan aluminium foil.

Bahan-bahan yang digunakan adalah isolat murni *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum* yang diperoleh dari Pusat Studi Pangan dan Gizi (PAU) Universitas Gadjah Mada, medium produksi yang terdiri dari molase yang didapat dari Pabrik Gula Madukismo, ammonium nitrat (NH_4NO_3) (Merck®), kalium fosfat (KH_2PO_4) (Merck®), magnesium sulfat heptahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (Merck®), dan *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Merck®). Bahan pendukung seperti laktofenol, larutan NaCl (Merck®) 1% steril, aquades, spiritus, dan alkohol teknis 95%.

Pembuatan medium dengan variasi perbandingan konsentrasi molase dan amonium nitrat 10:1, 20:1, 30:1, 40:1, 50:1. Molase 22,5 g/L (10:1), 45 g/L (20:1), 67,5 g/L (30:1), 90 g/L (40:1) atau 112,5g/L (50:1), dilarutkan bersama NH_4NO_3 2,25 g/L, KH_2PO_4 0,3 g/L, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,25g/L dalam 1 liter aquades. Larutan medium dituang sebanyak 50 ml dalam setiap Erlenmeyer kemudian disterilkan dalam autoklaf suhu 121°C, tekanan 1 atm, selama 15 menit (Sumanti dkk., 2005 dengan modifikasi). Untuk pembuatan starter, biakan *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum* pada medium PDA miring umur 72 jam ditambah dengan aquades steril sebanyak 10 ml, kemudian dihomogenkan menggunakan vortex sehingga didapatkan suspensi spora. Sebanyak 2,5 ml (5% dari volume medium, volume medium = 50 ml) suspensi diinokulasikan ke dalam setiap medium produksi dengan variasi perbandingan konsentrasi molase dan amonium nitrat. Bibit diinkubasi selama 24 jam dalam *shaker incubator* dalam suhu 30°C dan kecepatan gojog 130 rpm. Sebanyak 2,5 ml starter diinokulasikan ke dalam 50 ml medium (Papanikolau dkk., 2011) dengan variasi perbandingan konsentrasi molase dan amonium nitrat 10/1, 20/1, 30/1, 40/1, 50/1. Sediaan

diinkubasi dalam *shaking incubator* pada suhu 30°C dan kecepatan gojog 130 rpm.

Setelah titik pertumbuhan terakhir, biomassa dipanen. Miselium disaring dari medium kemudian dikeringkan menggunakan oven suhu 60°C (Gandjar dkk., 2006). Miselium yang sudah kering ditumbuk halus menjadi bubuk. Bubuk miselium ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan ke dalam selongsong kertas saring yang sebelumnya sudah dipanaskan dalam oven, suhu 105°C, selama 15 menit. Selongsong yang sudah terisi ditimbang beratnya sebagai berat awal. Selongsong kemudian dimasukkan ke dalam *thimble* ekstraktor Soxhlet (Sudarmadji dkk., 1989). Petroleum Eter teknis diisikan ke dalam labu penampung sebanyak 400 ml. Minyak diekstraksi menggunakan Petroleum Ether dengan ekstraksi Soxhlet sebanyak 3 siklus. Selongsong yang sudah diproses dipanaskan dalam oven, suhu 105°C, selama 15 menit, hingga kering dan stabil. Selanjutnya selongsong ditimbang kembali sebagai berat akhir. Berat minyak yang berhasil diekstrak dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Berat Minyak} = \text{Berat Akhir Selongsong} - \text{Berat Awal Selongsong}$$

Sampel bubuk miselium dari varian medium *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum* dengan hasil minyak terbanyak dianalisis lanjut komposisinya menggunakan instrumen *Gas Chromatography* (GC) (Li dkk., 2011). Sampel diuji di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Data kuantitatif utama seperti biomassa dan persentase minyak. dianalisis variasinya menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA) untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL), kemudian dilanjutkan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui letak beda nyata antar perlakuan serta hubungan antar variabelnya (Gasperz, 1991). Uji statistik korelasi ganda (Rumus *Pearson Correlation*) dilakukan untuk menguji

variabel penelitian yaitu antara perbandingan konsentrasi molase : amonium nitrat pada medium produksi dengan variabel biomassa maksimum dan persentase berat kering minyak. Adapun interpretasi tingkat keeratan hubungan antara variabel X dengan Y (variabel bebas dengan variabel terikat), digunakan tabel interpretasi koefisien korelasi dalam Sugiyono (2000) sebagai berikut:

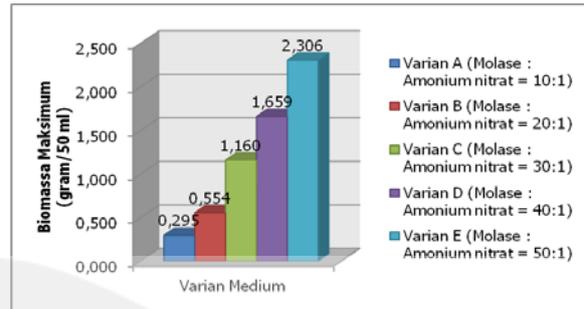
Tabel 1. Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Koefisien

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat kuat

Sumber : Sugiyono (2000)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dimulai dengan mencari biomassa tertinggi yang dihasilkan dari setiap perlakuan. Hasil korelasi antara perbandingan konsentrasi molase : amonium nitrat pada medium produksi dengan biomassa maksimum *Aspergillus terreus* berdasarkan standar Sugiyono (2000) menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat dengan interval koefisien hingga 0,901. Biomassa maksimum *Aspergillus terreus* yang dihasilkan setiap variasi medium dapat dilihat di Tabel 2. Analisis ragam menunjukkan adanya hasil yang signifikan dengan angka Sig 0,001 ($P < 0,01$). Perbedaan ini terlihat juga dalam histogram pada Gambar 1, semakin tinggi perbandingan molase, semakin tinggi biomassa yang dihasilkan. Hasil biomassa maksimum *Aspergillus terreus* dihasilkan oleh medium varian E yaitu sebesar 2,306 gram dan yang terkecil dari varian A yaitu 0,295 gram. Walaupun sesungguhnya hasil DMRT dari varian E yang tertinggi, cenderung tidak berbeda nyata dengan hasil varian D. Oleh karena itu, komposisi varian D jika digunakan untuk produksi akan lebih efisien karena penggunaan molase : amonium nitrat dengan perbandingan 45:1 saja sudah memberikan hasil yang tidak jauh berbeda dengan 50:1.



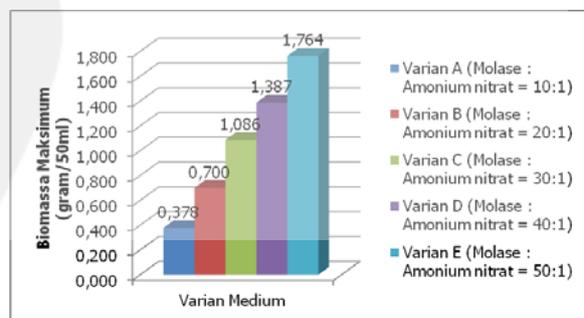
Gambar 1. Biomassa Maksimum *A. terreus* dari Variasi Medium

Tabel 2. Hasil Rata-rata Biomassa Maksimum *A. terreus*

Nisbah Molase : Amonium Nitrat	Biomassa Maksimum (gram/50ml)
10:1	0,295 ^a
20:1	0,554 ^{ab}
30:1	1,160 ^{bc}
40:1	1,659 ^{cd}
50:1	2,306 ^d

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf kepercayaan 95%

Data biomassa maksimum *Penicillium pinophilum* yang dihasilkan setiap variasi medium dapat dilihat di Tabel 3 dan digambarkan secara jelas perbedaannya di Gambar 2. Analisis ragam juga menunjukkan adanya hasil yang signifikan dengan angka Sig 0,000 ($P < 0,01$). Uji lebih lanjut dengan DMRT menunjukkan semua hasilnya berbeda nyata. Biomassa tertinggi dihasilkan oleh medium varian E hingga 1,764 gram. Biomassa terkecil dihasilkan oleh medium varian A sebesar 0,378 gram.



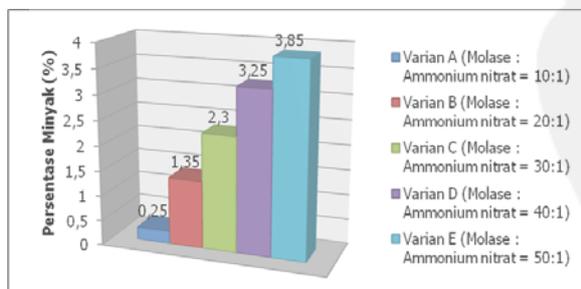
Gambar 2. Biomassa Maksimum *P. pinophilum* dari Variasi Medium

Tabel 3. Hasil Rata-rata Biomassa Maksimum *P. pinophilum*

Nisbah Molase : Amonium Nitrat	Biomassa Maksimum (gram/50ml)
10:1	0,378 ^a
20:1	0,700 ^b
30:1	1,086 ^c
40:1	1,387 ^d
50:1	1,764 ^e

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf kepercayaan 95%

Hasil yang didapat dari ekstraksi Soxhlet adalah berat dari *crude oil extract* atau ekstrak minyak kasar. Analisis ragam menunjukkan adanya hasil persentase berat kering yang berbeda antarperlakuan karena Sig = 0,000 (P<0,01). Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan positif yang sangat kuat antara perbandingan konsentrasi molase : amonium nitrat pada medium produksi dengan persentase berat kering minyak *Aspergillus terreus*, ditunjukkan oleh nilai interval koefisien hingga 0,983. Persentase berat kering minyak meningkat dengan adanya nisbah molase yang semakin besar, karena sumber karbon yang berlebih akan digunakan dalam proses pembentukan dan akumulasi lipid, sehingga semakin banyak karbon, minyak yang dihasilkan semakin banyak.. Hasil DMRT dari setiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Tabel 4). Hasil terbanyak didapatkan dari varian E sebesar 3,833%.



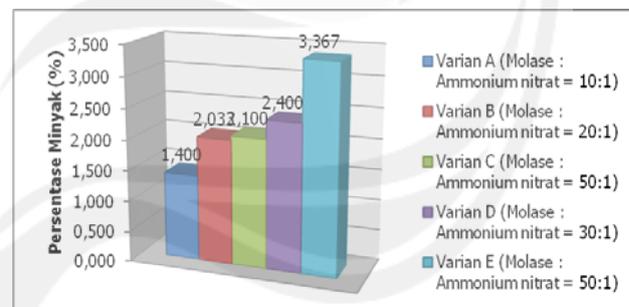
Gambar 3. Persentase Minyak dari Berat Kering Bubuk Miselium *A.terreus*

Tabel 4. Persentase Minyak *A. terreus*

Nisbah Molase : Amonium Nitrat	Persentase Minyak (%)
10:1	0,250 ^a
20:1	1,367 ^b
30:1	2,317 ^c
40:1	3,267 ^d
50:1	3,833 ^e

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf kepercayaan 95%

Analisis ragam pada hasil *Pencillium pinophilum* juga menunjukkan hasil persentase berat kering minyak yang berbeda nyata karena Sig = 0,001 (P<0,01). Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 4. Selain itu, terjadi pula hubungan yang sangat kuat antara perbandingan konsentrasi molase : amonium nitrat pada medium produksi dengan persentase berat kering minyak *Pencillium pinophilum*, yang ditunjukkan oleh nilai interval koefisien sebesar 0,858. Akan tetapi, analisis DMRT yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan persentase berat kering minyak yang dihasilkan oleh medium varian B, C, dan D tidak berbeda nyata.



Gambar 4. Persentase Minyak dari Berat Kering Bubuk Miselium *P. pinophilum*

Tabel 5. Persentase Minyak *P. pinophilum*

Nisbah Molase : Amonium Nitrat	Persentase Minyak (%)
10:1	1,400 ^a
20:1	2,033 ^{ab}
30:1	2,100 ^b
40:1	2,400 ^b
50:1	3,367 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf kepercayaan 95%

Hasil persentase minyak terbanyak didapatkan dari varian E sebesar 3,367% berbeda nyata dengan hasil yang lainnya. Jika dilihat angkanya, persentase minyak tetap menampilkan kenaikan mulai dari varian A hingga varian D. Hasil terkecil sebesar 1,4% didapat dari varian A. Hasil yang terbanyak sebesar 3,367% dihasilkan dari varian E. Kedua jamur benang, *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum* terbukti dapat mengakumulasi lemak, meskipun tidak sebanyak penelitian yang diacu menggunakan jenis *Aspergillus* sp. ATHUM 3482 yang bahkan dapat mengakumulasi lemak hingga 64% (w/w) dari bobot keringnya (Papanikolau, dkk., 2011). Penelitian Sumanti dkk. (2005) onggok (ampas tahu) yang difermentasi *A. terreus* FNOG 6040 dapat menghasilkan minyak sebesar 12,34% dari perlakuan medium produksi dengan nisbah C/N = 45/1.

Komposisi Minyak Jamur Benang

Berdasarkan hasil pengujian GC, didapatkan bahwa komposisi asam lemak tak-jenuh asam oleat (C_{18:1}) paling tinggi persentase relatifnya dibandingkan asam lemak lainnya pada kedua sampel minyak jamur benang. Persentase relatif asam oleat pada minyak *Aspergillus terreus* mencapai 34,604% (lihat Tabel 6), sementara pada minyak *Penicillium pinophilum* mencapai 49,466% (lihat Tabel 6). Komposisi ini diimbangi juga dengan adanya asam lemak jenuh asam stearat dengan persentase relatif 30,258% untuk *Aspergillus terreus* dan 23,437% untuk *Penicillium pinophilum*. Jika dibandingkan dengan minyak sawit, komposisi asam lemak rata-rata minyak sawit terdiri dari sekitar 40% asam oleat (tak-jenuh tunggal), 10% asam linoleat (tak-jenuh ganda), 44% asam palmitat (jenuh) dan 4,5% asam stearat (jenuh) (Hariyadi, 2010).

Tabel 6. Komposisi Asam Lemak Minyak *A. terreus* dan *P. pinophilum*

No.	Asam Lemak	Persentase Relatif Asam Lemak (%)	
Asam Lemak Tidak jenuh			
1	Asam Oleat (Cis C _{18:1} ω-9)	34,604	49,466
2	Asam Linoleat (C _{18:2} ω-6)	14,447	-
3	Asam Linolenat (C _{18:3} ω-3)	1,005	0,411
4	Asam Palmiloeat (C _{16:1})	0,848	0,645
Asam Lemak Jenuh			
1	Asam Miristat (C _{14:0})	0,339	0,398
2	Asam Palmitat (C _{16:0})	16,744	19,784
3	Asam Stearat (C _{18:0})	30,258	23,437
4	Asam Arachidat (C _{20:0})	0,450	0,274

Komposisi minyak kedua jamur benang sesungguhnya tidak jauh berbeda. Akan tetapi pada komposisi asam lemak minyak *Penicillium pinophilum*, tidak terdeteksi adanya asam linoleat (C_{18:2} ω-6) belum bisa dipastikan ketidakhadirannya atau ada tetapi dalam jumlah yang sangat kecil sehingga tidak terdeteksi alat. Asam linoleat (C_{18:2}) merupakan senyawa turunan dari asam oleat (C_{18:1}). Pembentukan asam linoleat dapat terbentuk dengan keberadaan asam oleat (Michinaka dkk., 2003). Sementara asam linolenat (C_{18:3}) sebagai senyawa turunan asam linoleat dapat

terbentuk dengan adanya keberadaan asam linoleat (Michinaka dkk., 2003). Dengan terdeteksinya asam linoleat sebesar 0,411%, diduga asam linoleat sebelumnya tentu ada. Namun, dapat terjadi proses pengeringan miselium *Penicillium pinophilum* asam linoleat habis teroksidasi menjadi asam linolenat dan oksidasi lanjut menjadi asam arachidat.

Potensi Minyak Jamur Benang

Apabila dihitung efektivitas penggunaan bahan baku molase untuk menghasilkan minyak, hasil minyak yang

didapat dari 1 L medium (dengan asumsi molase yang digunakan 22,5-112,5 gram/L) adalah 0,01475 - 1,766396 gram. Hasil ini beragam karena dipengaruhi variasi konsentrasi molase dan jenis jamur benangnya. Jumlah ini masih jauh untuk memenuhi kebutuhan minyak rumah tangga apalagi industri. Untuk mendapatkan hasil minyak lebih banyak, diperlukan optimalisasi dari berbagai aspek seperti komposisi medium, kondisi inkubasi, penambahan prekursor dan rekayasa genetika.

Hasil perhitungan efektivitas menunjukkan potensi minyak jamur benang dimungkinkan untuk kebutuhan medis yang tidak memerlukan jumlah banyak seperti untuk kebutuhan rumah tangga ataupun industri. Selain itu, berdasarkan hasil analisis komposisi asam lemak, asam oleat memiliki angka persentase relatif terbesar dan diteliti memiliki manfaat yang baik untuk diet (Tuminah, 2009).

4. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan medium produksi dengan variasi perbandingan konsentrasi molase dan ammonium nitrat berhubungan positif sangat kuat terhadap pertumbuhan dan produksi minyak *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum*. Perbandingan konsentrasi molase dan amonium nitrat yang paling baik untuk menghasilkan biomassa dan minyak paling banyak adalah 50:1 untuk kedua jamur benang. Komposisi minyak yang dihasilkan oleh *Aspergillus terreus* dan *Penicillium pinophilum* didominasi oleh asam lemak tak-jenuh yaitu asam oleat.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat disarankan perlu diadakan penelitian mengenai optimalisasi penggunaan bahan baku lainnya sebagai sumber karbon dalam medium jamur benang selain molase yang tidak terlalu tinggi kadar nitrogennya, sehingga kondisi pembatasan nitrogen untuk menginduksi pembentukan dan akumulasi lemak bisa efektif. Proses

pengeringan miselium jamur benang sebaiknya menggunakan metode *freeze drying* yang bersuhu rendah, sehingga analisis asam lemak tidak jenuh yang mudah teroksidasi oleh suhu tinggi bisa lebih akurat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andre, A., Diamantopoulou, P., Philippoussis, A., Sarris, D., Komaitis, M. dan Papanikolaou, S. 2010. Biotechnological Conversions of Bio-diesel Derived Waste Glycerol into Added-value Compounds by Higher Fungi: Production of Biomass, Single Cell Oil and Oxalic Acid. *Industrial Crops and Products Journal*. 31. 407–416.
- Azeem, A., Neelagund, Y.F. dan Rathod, V. 1999. Biotechnological Production of Oil: Fatty Acid Composition of Microbial Oil. *Plant Foods for Human Nutrition*. 53:381–386.
- Evans, C.T. dan Ratledge, C. 1985. Possible Regulatory Roles of ATP : Citrate Lyase, Malic Enzyme and AMP Deaminase in Lipid Accumulation by *Rhodosporidium toruloides* CBS 14. *Canadian Journal of Microbiology*. 31:1000–1005.
- Forest Watch Indonesia/ Global Forest Watch. 2001. *Keadaan Hutan Indonesia*. Bogor , Indonesia: Forest Watch Indonesia dan Washington D.C.: Global Forest Watch. 49-51.
- Gandjar, I., Samson, Robert A., van den Tweel-Vermeulen, Karin, Oetari, A., dan Santoso, I. 2006. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 34.
- Gasperz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Penerbit Armico. Bandung. 30-54.
- Ghosh, P. K., Saxena, R. K., Gupta, R., Yadav, R. P., dan Davidson, S., 1996. Microbial lipases: production and applications. *Science Progress*. 79(2):119-158.
- Hariyadi, Purwiyatno. 2010. *Sepuluh Karakter Unggul Minyak Sawit*. <http://seafast.ipb.ac.id/article/sepuluh>

- _karakter_minyak_sawit.pdf. Diakses 4 Februari 2014.
- Hui, L., Wan, C., Hai-tao, D., Xue-jiao, C., Qi-fa, Z. dan Yu-hua, Z., 2010. Direct Microbial Conversion of Wheat Straw into Lipid by a Cellulolytic Fungus of *Aspergillus oryzae* A-4 in Solid-state Fermentation. *Bioresource Technology*. 101:7556–7562.
- Koritala, S., Hesseltine, C.W., Pryde, E.H. dan Mounts, T.L., 1987. Biochemical Modification of Fats by Microorganisms: A Preliminary Study. *Journal American Oil Chemical Society*. 64:509–513.
- Li, S. L., Feng, S. L., Li, Z. T., Xu, H., Yu, Y. P., Qiao, D. R. dan Cao, Y. 2011. Isolation, Identification and Characterization of Oleaginous Fungi from The Soil of Qinghai Plateau that Utilize D-Xylose. *African Journal of Microbiology Research*. 5(15):2075-2081.
- Michinaka, Y., Aki, T., Shimauchi, T., Nakajima T., Kawamoto, S., Shigeta, S., Suzuki, O., dan Ono, K. 2003. Differential response to low temperature of two D6 fatty acid desaturases from *Mucor circinelloides*. *Application Microbiology Biotechnology*. 62:362–368.
- Papanikolaou S., A., Dimou, S., Faka, P., Diamantopoulou, A. Philippoussis, M. Galiotou-Panayotou dan Aggelis, G. 2011. Biotechnological Conversion of Waste Cooking Olive Oil Into Lipid-rich Biomass using *Aspergillus* and *Penicillium* strains. *Journal of Applied Microbiology*. 110:1138-1150.
- Paulus, G. K., 1998. *Sejarah Singkat dan Analisis Krisis Kebakaran Hutan Indonesia*. 63-85. Dalam: Pedsalabkaew, Ruayrin, 2013. *Hutan Gambut Indonesia: Korban Industri Minyak Kelapa Sawit*. <http://theglobejournal.com/lingkungan/hutan-gambut-indonesia-korban-industri-minyak-kelapa-sawit/index.php>. Diakses 30 Oktober 2013.
- Reviati, T.D., 2012. *Rabobank Proyeksi Konsumsi Minyak Nabati Meningkat*. <http://surabaya.tribunnews.com/m/index.php/2012/06/20/rabobank-proyeksi-konsumsi-minyak-nabati-meningkat>. Diakses 9 Oktober 2012.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhadi. 1989. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta. 32-61.
- Sugiyono. 2000. *Metode Penelitian Bisnis*. CV Alfabeta. Bandung. 149.
- Sumanti, D. M., Tjahjadi, C., Herudiyanto, M. dan Sukarti, T. 2005. Mekanisme Produksi Minyak Sel Tunggal dari *Aspergillus terreus* dengan Sistem Fermentasi Padat pada Media Onggok-Ampas Tahu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 16(1):51-61.
- Tuminah, S. 2009. *Efek Asam Lemak Jenuh Dan Asam Lemak Tak Jenuh "Trans" Terhadap Kesehatan*. Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Volume XIX, Suplemen II. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/MPK/article/view/751>. Diakses 30 Oktober 2013.