

**PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS KELAPA SAWIT SEBAGAI SUBSTRAT
UNTUK SINTESIS ZAT GIZI MELALUI FERMENTASI KAPANG *RHIZOPUS
OLIGOSPORUS*
(USES OF THE WASTE OF PALM RESIDUE AS SUBSTRATE FOR
SYNTHESIZING SOME NUTRIENTS THROUGH *RHIZOPUS OLIGOSPORUS*
FERMENTATION)**

Erwin Affandi¹, dan Heru Yuniati²

ABSTRACT

Background: The residue of palm seeds is the by-products of palm oil. This waste still contains palm oil which can be used as sources of carbon for fermentation in producing the useful substances. **Objective:** Use of the palm oil residue as the substrate fermentation for the mould of *Rhizopus oligosporus*. **Methods:** The residue of palm seeds were treated by adding urea, sucrose and fish oil for the growth of mould. The mould of *R. oligosporus* was used as mix culture which is used in the fermented soybean. The fermentation was carried out for 3 days in the incubator at 37° C. Product of fermentation were analyzed for the content of water, ash, protein, fat, and fibres. **Results:** The results indicated the water content of all substrate were changed. The substrate without added nutrient as the control and substrate added urea decreased 29.06 and 11.35 percent, substrate addition of sucrose and fish oil were increasing respectively 26.38 and 19.81 percent. The ash content were increasing for the all substrates, were 79.43; 85.02; 32.97 and 6.06 percent respectively for substrate without addition, substrate with added fish oil, sucrose, urea. The protein contents increased 85.34 and 71.58 percent for substrate without addition, and substrate added fish oil. The highest fat content was in the substrate added sucrose, and 313.09 percent decreasing for the substrate added fish oil. **Conclusion:** The residue of palm seeds could be used as the substrate fermentation of *Rhizopus oligosporus* to increase the content of fat after addition of sucrose as the growth supplementation.

Keywords: *Residue of palm seeds, Rhizopus oligosporus, fermentation.*

ABSTRAK

Latar belakang: Ampas sawit merupakan produk samping minyak sawit. Limbah masih mengandung minyak, dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon (C) untuk fermentasi dalam menghasilkan senyawa yang bermanfaat. **Tujuan:** memanfaatkan limbah ampas kelapa sawit sebagai substrat fermentasi kapang *Rhizopus oligosporus*. **Metode:** Limbah ampas kelapa sawit sebagai substrat fermentasi ditambah suplemen zat-gizi, yaitu: urea, sukrosa dan minyak ikan untuk pertumbuhan kapang, selain ampas tanpa penambahan sebagai kontrol. Kapang *R. oligosporus* yang digunakan adalah bentuk laru untuk tempe kedelai. Fermentasi 3 hari pada inkubator suhu 37°C. Produk fermentasi dianalisis kandungan air, abu, protein, lemak dan karbohidrat. **Hasil:** Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air substrat sebelum dan sesudah fermentasi mengalami perubahan. Substrat ampas sawit sebagai kontrol dan ampas-urea menurun 29,06 dan 11,35 persen, substrat ampas-sukrosa dan ampas-minyak ikan meningkat 26,38 dan 19,81 persen. Kadar abu meningkat pada semua substrat, dan peningkatan tertinggi terjadi pada substrat ampas-minyak ikan dan ampas kontrol 85,02 dan 79,43 persen, kemudian ampas-sukrosa dan ampas-urea 32,97; dan 6,06 persen. Kandungan protein semua substrat meningkat, ampas kontrol dan ampas-minyak ikan cukup tinggi masing-masing sebesar 85,34 dan 71,58 persen. Kandungan lemak tertinggi adalah substrat ampas-sukrosa, sedangkan ampas-minyak ikan malah mengalami penurunan secara drastis sebesar 313,09 persen. **Kesimpulan:** Limbah ampas kelapa sawit dapat digunakan sebagai substrat fermentasi kapang *Rhizopus oligosporus* untuk menghasilkan lemak dengan penambahan sukrosa sebagai suplemen pertumbuhan kapang. **[Penel Gizi Makan 2011, 34(2): 123-130]**

Kata kunci: Ampas kelapa sawit, *Rhizopus oligosporus*, fermentasi

¹ Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik, Badan Litbang Kesehatan, Kemenkes RI

² Pusat Biomedis dan Teknologi Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan, Kemenkes RI

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar dengan produksi 20 juta ton per tahun.¹ Minyak kelapa sawit merupakan hasil pengepresan buah kelapa sawit, yang selain menghasilkan minyak juga sisa buah kelapa yang telah dipress.² Sisa buah kelapa ini merupakan limbah yang masih mengandung minyak dan protein,³ dan masih kurang pemanfaatannya.^{4,5} Padahal, minyak bisa dimanfaatkan sebagai sumber karbon (C) pada proses fermentasi untuk menghasilkan senyawa tertentu, seperti asam lemak omega-3,⁶ sementara proteinnya bisa sebagai sumber nitrogen (N).⁷

Fermentasi adalah proses penguraian substrat oleh aktivitas mikroorganisme (kapang) dapat berlangsung secara aerob atau anaerob. Produk fermentasi sangat bervariasi, dan dapat merupakan hasil industri.⁸ Mikroba yang banyak digunakan pada proses fermentasi ini adalah kapang *Rhizopus oligosporus* karena bersifat proteolitik dan lipolitik. Kapang ini mampu tumbuh pada substrat pati biji-bijian dengan suhu optimal 30-40°C.⁹

Artikel ini menyajikan hasil penggunaan ampas sawit sebagai substrat fermentasi kapang *Rhizopus oligosporus* untuk menghasilkan protein dan lemak.

BAHAN DAN CARA

Bahan

Bahan yang digunakan adalah ampas kelapa sawit dan kapang *Rhizopus oligosporus*, kemudian bahan formulasi: urea, sukrosa dan minyak ikan. Ampas kelapa sawit diperoleh dari pabrik minyak kelapa sawit di Lampung Utara. Adapun kapang *Rhizopus oligosporus* dalam bentuk laru adalah produk LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).

Cara

1. Substrat Fermentasi

Substrat fermentasi diformulasi dalam 4 formula, seperti terlihat pada Tabel 1. Formula kontrol, yang hanya terdiri dari ampas kelapa sawit, kemudian mendapat tambahan bahan lain, yaitu urea, sukrosa, dan minyak ikan dengan komposisi tertentu. Total berat formula substrat adalah 100 gram, kecuali substrat ampas dan minyak ikan dengan komposisi 100 gram ampas dan 30 ml minyak ikan. Semua substrat ditambahkan 100 ml NaCl fisiologis dan 0,25 persen laru dari berat substrat padat.

Fermentasi dilakukan pada petri-dish yang diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 72 jam (3 hari).

Tabel 1
Komposisi Substrat Fermentasi

No	Substrat Fermentasi	Komposisi Bahan Substrat Fermentasi (gram/ml)				
		Ampas kelapa sawit (g)	Urea (g)	Sukrosa (g)	Minyak ikan (g)	Larutan NaCl, fisiologis (ml)
1	Ampas kelapa sawit kontrol	100,0	-	-	-	100
2	Ampas kelapa sawit + Urea	79,5	20,5	-	-	100
3	Ampas kelapa sawit + Sukrosa	61,0	-	39	-	100
4	Ampas kelapa sawit + Minyak ikan	100,0	-	-	30	100

2. Analisis Kadar Air, Abu, Protein, Lemak dan Karbohidrat

Analisis dilakukan terhadap substrat sebelum dan setelah fermentasi, di mana setiap analisis secara duplo dengan metode AOAC.¹⁰ Penetapan kadar air dilakukan dengan metode pengeringan pada oven 105°C sehingga diperoleh bobot

tetap. Kadar abu ditentukan dengan menghilangkan bahan-bahan organik yang dilakukan melalui pengabuan pada suhu tinggi antara 600 sampai 650°C di dalam suatu tanur tahan panas.

Kadar protein ditetapkan dengan metode Kjeldahl, di mana unsur nitrogen dikonversikan menjadi senyawa

amoniumsulfat melalui dekstruksi pada suhu tinggi dengan menggunakan katalis kalium sulfat dan merkuri oksida. Amonium-sulfat yang terbentuk kemudian didestilasi uap setelah ada penambahan natrium-hidroksida untuk mengubah amonium-sulfat menjadi amonium yang kemudian diikat oleh asam borat sebagai penampung destilasi. Melalui titrasi, maka diperoleh nilai nitrogen total, dan dengan mengalikan dengan faktor 6,24, maka diperoleh kadar protein.

Penetapan kadar lemak dilakukan dengan metode Soxhlet modifikasi Weibull, sampel ditimbang sebanyak antara 2 sampai 5 gram dan dimasukkan ke dalam beaker-glass 400 ml. Kemudian dihidrolisis dengan asam klorida untuk melepaskan lemak yang terikat. Lalu lemak diekstraksi dengan dietileter pada Soxhlet. Dietileter diuapkan di oven dengan suhu 105°C. Setelah dingin, residu lemak ditimbang dan hasilnya merupakan bobot lemak.

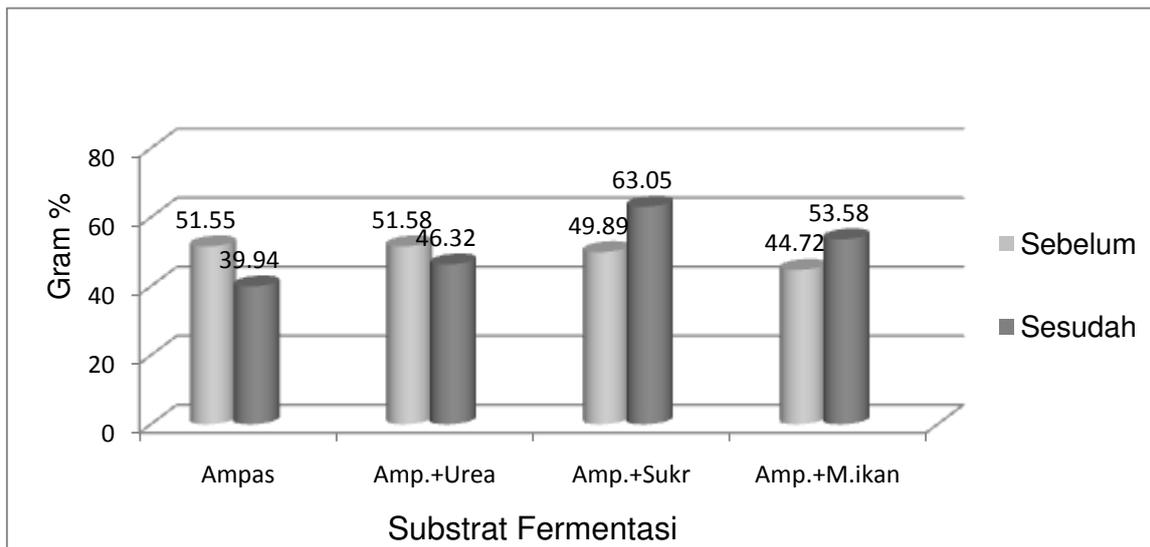
Penentuan kadar karbohidrat dilakukan dengan perhitungan kasar atau disebut metode *Carbohydrate by Different*; persen karbohidrat dengan pengurangan 100 persen oleh persen protein, lemak, abu, dan air.

HASIL

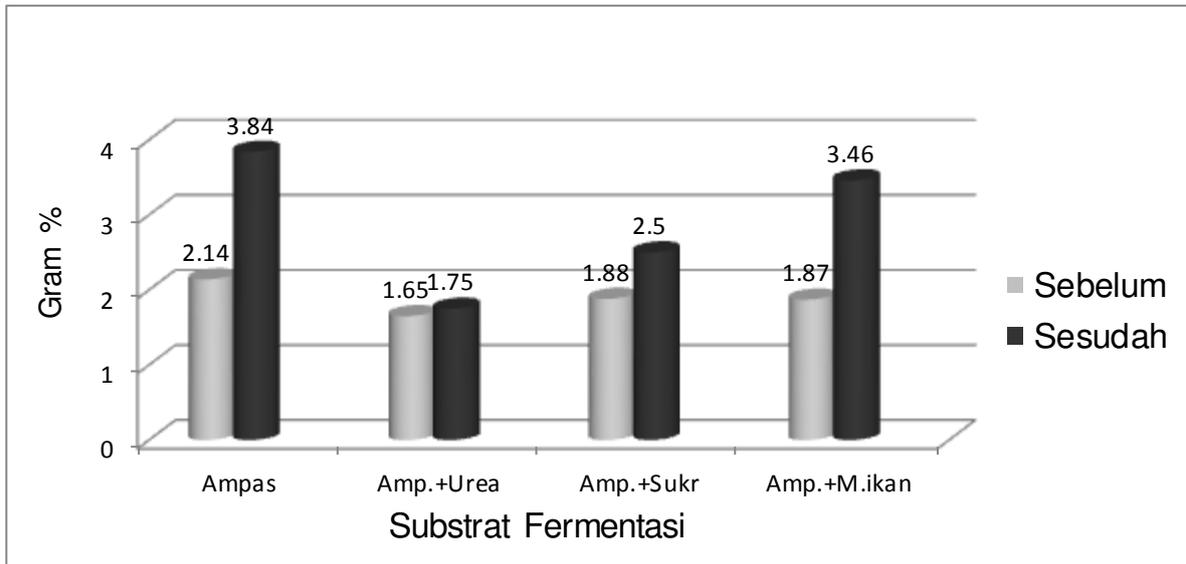
Kandungan air, abu, protein, lemak dan karbohidrat pada substrat ampas sawit sebelum dan setelah fermentasi mengalami perubahan. Perubahannya tidak sama untuk setiap jenis substrat.

Kadar air pada substrat ampas sawit/kontrol dan ampas sawit+urea sesudah fermentasi terjadi penurunan (Gambar 1), yang besarnya masing-masing adalah 29,06 dan 11,35 persen. Sementara pada substrat ampas+sukrosa dan ampas+minyak ikan mengalami peningkatan dibandingkan dengan sebelum fermentasi, masing-masing 26,37 dan 19,81 persen.

Kadar abu untuk semua substrat menunjukkan peningkatan (Gambar 2). Pada substrat ampas kontrol dengan ampas+minyak ikan meningkat sangat tinggi, masing-masing 79,43 dan 85,02 persen. Kedua substrat fermentasi ini mengandung ampas sawit 100 gram dan substrat ampas+sukrosa dan ampas+urea masing-masing meningkat 32,97 dan 6,06 persen.



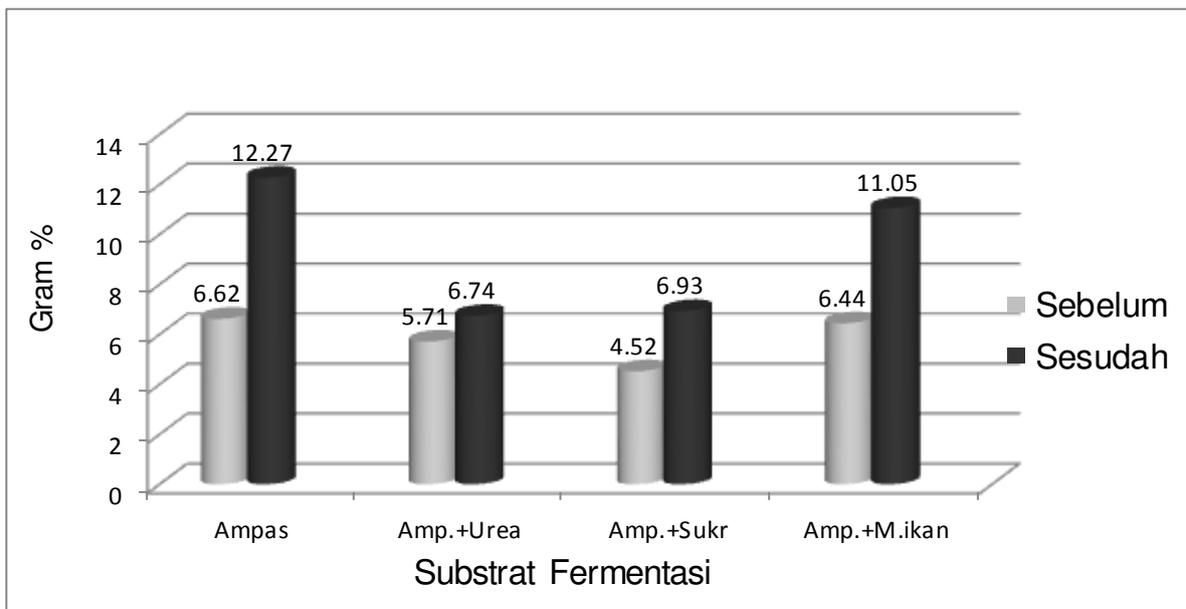
Gambar 1
Kadar Air Substrat Ampas Sawit Sebelum dan Sesudah Fermentasi



Gambar 2
Kadar Abu Substrat Ampas Sawit Sebelum dan Sesudah Fermentasi

Kadar protein sebelum dan sesudah fermentasi juga menunjukkan peningkatan (Gambar 3). Substrat yang tinggi peningkatannya adalah ampas/kontrol dan ampas+minyak ikan, masing-masing 85,34 dan 71,58 persen, sedangkan substrat ampas-urea dan ampas-sukrosa meningkat masing-masing 18,03 dan 53,31 persen.

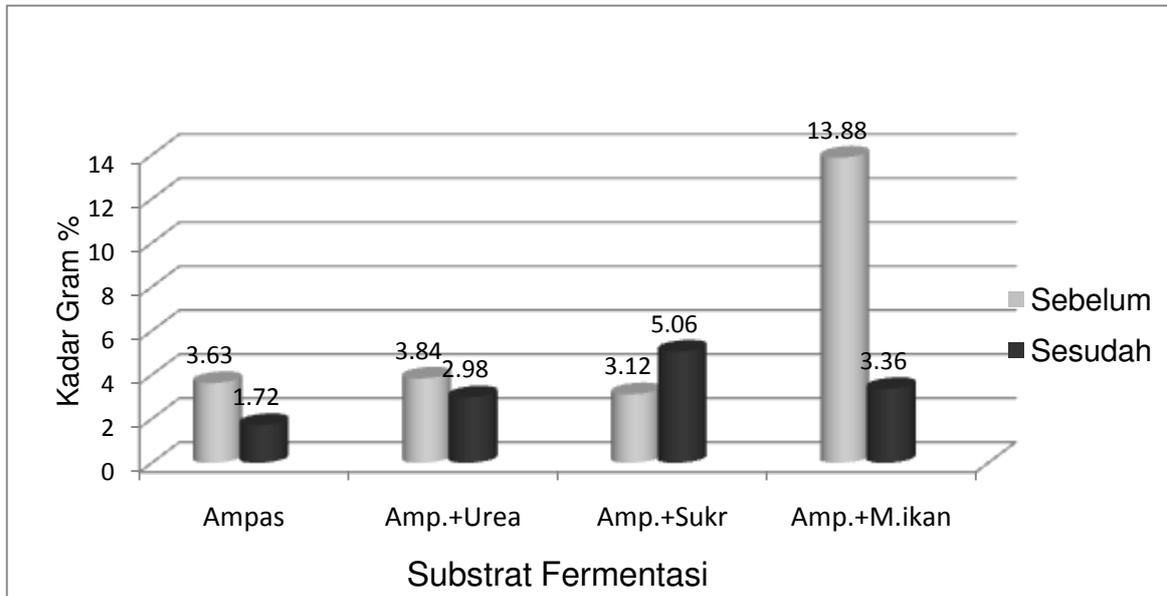
Sebaliknya yang terjadi pada substrat ampas+urea; penambahan urea sebagai unsur untuk meningkatkan sumber N, ternyata hanya meningkatkan protein sebesar 18,03 persen. Masih lebih baik substrat ampas+sukrosa (sukrosa sumber C), yang meningkatkan kadar protein sebesar 53,31 persen.



Gambar 3
Kadar Protein Substrat Ampas Sawit Sebelum dan Sesudah Fermentasi

Kadar lemak dari semua substrat setelah fermentasi menurun (Gambar 4), kecuali pada substrat ampas+sukrosa, yang meningkat 62,17 persen. Substrat ampas kontrol dan ampas+urea masing-masing turun 111,04 dan 28,85 persen. Demikian pula pada substrat

ampas+minyak ikan, yang dilakukan penambahan sumber lemak berlebih sebelum fermentasi dengan harapan kadar lemak akan meningkat sesudah fermentasi, ternyata kadar lemaknya turun sangat dratis, yakni 313,09 persen.



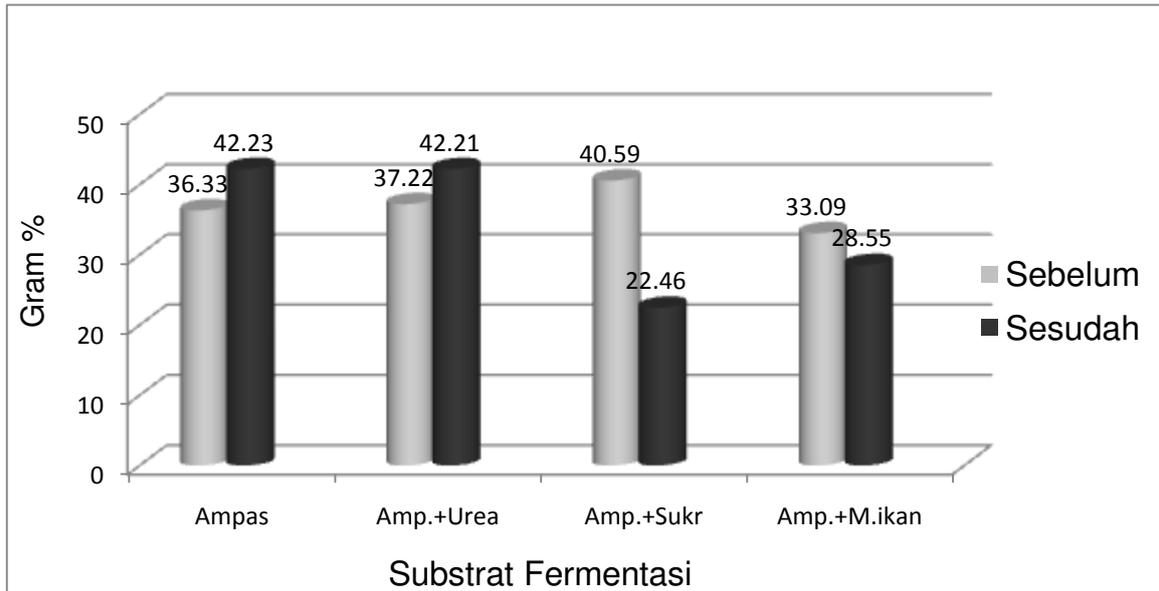
Gambar 4
Kadar Lemak Substrat Ampas Sawit Sebelum dan Sesudah Fermentasi

Penambahan sumber lemak minyak-ikan tidak meningkatkan kadar lemak substrat sesudah fermentasi. Ternyata semua penurunan kadar air disebabkan oleh aktivitas air (a_w) yang tinggi pada proses fermentasi; kapang akan tumbuh optimal dan proses metabolisme ini memerlukan air untuk mengubah substrat fermentasi. Umumnya, digunakan untuk menghidrolisis bahan polimer substrat oleh enzim yang dihasilkan kapang. Lemak minyak-ikan yang ditambahkan terurai, di mana kadar lemak akhir 3,36 gram persen sama dengan kadar lemak substrat ampas/kontrol sebelum fermentasi.

Penambahan urea juga tidak meningkatkan kadar lemak, tetapi produksi

lemak pada substrat ampas-urea lebih baik dibandingkan dengan substrat ampas/kontrol masing-masing 2,98 gram persen dan 1,72 gram persen, atau 73,25 persen lebih baik.

Gambar 5 menunjukkan kadar karbohidrat sebelum dan sesudah fermentasi. Tampak bahwa substrat ampas kontrol dan ampas+urea meningkat, masing-masing 16,24 dan 13,40 persen, sedangkan substrat ampas+sukrosa dan ampas+minyak ikan menurun, masing-masing 80,72 dan 15,90 persen. Hasil ini memperlihatkan, penambahan sumber karbohidrat jenis sukrosa tidak meningkatkan kadar lemak.



Gambar 5
Kadar Karbohidrat Substrat Ampas Sawit Sebelum dan Sesudah Fermentasi

BAHASAN

Penurunan kadar air disebabkan oleh aktivitas air (a_w) yang tinggi pada proses fermentasi; kapang akan tumbuh optimal dan proses metabolisme ini memerlukan air untuk mengubah substrat fermentasi. Umumnya, digunakan untuk menghidrolisis bahan polimer substrat oleh enzim yang dihasilkan oleh kapang. Meningkatnya kadar air pada substrat ampas-sukrosa dan ampas minyak ikan karena rendahnya aktivitas pertumbuhan kapang. Ini disebabkan oleh partikel sukrosa yang besar dan struktur substrat yang terlalu padat sehingga menghambat aerasi untuk pertumbuhan. Untuk substrat ampas+minyak ikan, tingginya konsentrasi larutan minyak ikan menyebabkan spora kapang sulit menempel pada permukaan substrat dan pertumbuhan kapang tidak maksimal.

Semua substrat fermentasi kadar abu meningkat setelah fermentasi. Ini disebabkan tingginya kandungan karbohidrat jenis selulosa, yang dapat diubah menjadi asam organik dan terhidrolisis menjadi senyawa-senyawa lain, termasuk mineral, yang akan meningkatkan kadar abu. Peningkatan kadar abu ini berbanding lurus dengan peningkatan kadar protein yang akan dibahas selanjutnya. Hasil analisis kandungan protein meningkat pada semua substrat setelah fermentasi. Hal ini

disebabkan oleh kemampuan dari kapang *R. oligosporus* untuk membentuk protein dengan enzim protease. Selain itu, kemampuan ini sangat tergantung pada tersedianya karbohidrat dalam hal ini unsur C pada substrat, yang tinggi unsur C (substrat ampas/kontrol dan ampas-minyak ikan), yang akan membentuk protein lebih tinggi. Struktur karbon (*backbone*) memungkinkan terbentuknya suatu ikatan berupa 'fungsional group', menghasilkan struktur ikatan biologi yang bermacam-macam. Adanya unsur N (nitrogen) dapat membentuk NH_2 sebagai asam amino (protein).¹¹

Adanya sumber N yang terlalu banyak menyebabkan penurunan proses sintesis enzim protease. Keadaan ini disebut katabolit represi, yaitu penurunan laju sintesis enzim tertentu karena fermentasi substrat yang cepat dicerna.¹²

Komposisi terbaik untuk menghasilkan lemak hanya pada substrat ampas-sukrosa. Keadaan ini menunjukkan *R. oligosporus* mampu mengkonversi gula dalam substrat menjadi lemak, dan urutan terbaik untuk kapang menghasilkan lemak adalah glukosa, sukrosa dan fruktosa.¹² Pada penelitian kemampuan kapang *R. oligosporus* untuk menghasilkan asam lemak jenuh pada substrat ampas-sukrosa, ia dapat meningkatkan kadar asam oleat (18:1), linoleat (18:2), dan linolenat (18:3).⁶

Umumnya, penambahan urea mempengaruhi pH substrat, tetapi tergantung pada jenis sumber N yang ditambahkan. Kapang *R. oligosporus* tidak dapat memanfaatkan sumber N sehingga substrat menjadi terlalu asam. Penurunan pH ini membuat kondisi tidak maksimal untuk pertumbuhan kapang dan akumulasi lemak.⁷

Hasil perhitungan kandungan karbohidrat menunjukkan, substrat ampas/kontrol dan ampas+urea meningkat, sedangkan substrat ampas+sukrosa dan minyak ikan menurun. Penambahan sukrosa sebagai sumber karbohidrat tidak meningkatkan kandungan lemak. Hal sebaliknya terjadi pada substrat ampas/kontrol dan ampas+urea, yang tanpa penambahan sukrosa tetapi setelah fermentasi, kadar karbohidrat meningkat. Seperti diketahui komponen terbesar limbah padat kelapa sawit adalah selulosa, yang merupakan plant polysaccharide. Selulose merupakan enzim, yang berperan dalam fermentasi ampas sawit untuk mengubah selulosa menjadi glukosa.²

Pada hasil ini kadar karbohidrat sangat sulit ditentukan karena tidak dianalisis secara kimia, hanya berdasarkan perhitungan. Oleh sebab itu hasil yang diperoleh sangat tergantung pada kadar analisis lainnya, yaitu: kadar air, abu, protein, dan lemak. Dalam hal ini, yang sangat memegang peran penting dalam peningkatan dan penurunan kadar karbohidrat adalah kadar air yang kandungannya sekitar 50 persen.

KESIMPULAN

1. Ampas sawit dapat dimanfaatkan sebagai substrat fermentasi untuk mensintesis protein dan lemak dengan menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus*.
2. Untuk meningkatkan kandungan lemak dan protein pada hasil fermentasi, substrat sebelum difermentasi diformulasi terlebih dahulu dengan penambahan bahan sebagai sumber karbon atau sumber nitrogen.
3. Substrat terbaik untuk menghasilkan protein adalah substrat yang ditambah minyak ikan, sedangkan substrat terbaik untuk menghasilkan lemak adalah substrat ampas yang ditambah sukrosa.

SARAN

Penelitian lanjutan masih perlu dilakukan untuk proses selanjutnya

dalam pemisahan dan pemurnian lemak dan protein, yang bisa digunakan sebagai bahan formula makanan yang aman untuk dikonsumsi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada sdr. Cahya, mahasiswa Akademi Kimia Analis, Bogor, yang telah membantu dalam penelitian ini, terutama dalam kegiatan mempersiapkan substrat fermentasi dan analisis kimia proksimat.

RUJUKAN

1. Panji Tri. Mikroba untuk Industri Pangan Fungsional. *Seminar Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI) Cabang Bogor*. Bogor, 29 November 2011.
2. Sa'id G. *Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit*. Ungaran: Trubus Agriwidya, 1996. Komari, Rosanna R, Mahmud MK. Accumulation of fat by solid state fermentation. *Penel Gizi Makan*. 1996 (19): 21-27
3. Setyamidyadya D. *Budidaya Kelapa Sawit*. Yogyakarta: Kanisius, 1991. Lestari, Lestari RS. Anggur pisang penyingkap: sumber devisa yang terabaikan. *Pangan* 1995; 21(5): 69-72.
4. Komari, Affandi E. Pengaruh fermentasi *Rhizopus oligosporus* terhadap komposisi asam lemak omega-3 pada bungkil kelapa sawit. Disajikan pada *Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia*, Bandar Lampung, 14-15 Desember 1998.
5. Nakahara T, Yokochi T, Kamisaka Y, Suzuki O. Gamma Linoleic Acid from Genus *Montierella*. In: Kyle DJ, Ratledge C, eds. *Industrial Application of Single Cells Oils*. Illinois: American Oil Chemist Society Champaign, 1992.
6. Lestari R.S.E Anggur Pisang Penyingkap Sumber Devisa yang terabaikan. *PANGAN*, 1995, 21(5):69-72.
7. Rahman, A. Teknologi Fermentasi. Arcan.1992Association of Official
8. Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis*. 14th Edition. Virginia: Sidney Williams, 1984.

9. Amstrong FB. *Biochemistry*. Third Edition. New York: Oxford University Press, 1989. p. 31.
10. Muchtadi TR, Sugiyono. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, 1997.