

Produksi “Yeast Extract” dari “Spent Brewer’s Yeast”

SKRIPSI



Cuci Ayu Prahara Ardiyanti

31140041

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
2018**

Produksi “Yeast Extract” dari “Spent Brewer’s Yeast”

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Cuci Ayu Prahara Ardiyanti

31140041

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
2018**

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

PRODUKSI "YEAST EXTRACT" DARI "SPENT BREWER'S YEAST"

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

CUCI AYU PRAHARA ARDIYANTI
31140041

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
pada tanggal 28 Mei 2018

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. Laurentius Hartanto Nugroho, M. Agr
(Ketua Tim / Dosen Penguji)
2. Dr. Guntoro
(Dosen Pembimbing I / Dosen Penguji)
3. Dr. Dhira Satwika, M.Sc
(Dosen Pembimbing II / Dosen Penguji)

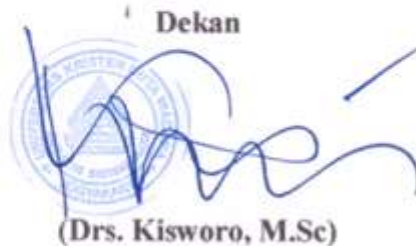


Yogyakarta, 28 Mei 2018

Disahkan oleh :

Dekan

Ketua Program Studi



(Drs. Kisworo, M.Sc)



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :
Nama : Cuci Ayu Prahara Ardiyanti
NIM : 31140041

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

Produksi “Yeast Extract” dari “Spent Brewer’s Yeast”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 28 Mei 2018



Cuci Ayu Prahara Ardiyanti

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, kasih, dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Produksi “Yeast Extract” dari “Spent Brewer’s Yeast”**, yang disusun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana (S1) pada Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Drs. Kisworo, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
2. Dr. Guntoro dan Dr. Dhira Satwika, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan segala bantuan kepada penulis sejak dimulainya penelitian hingga pada penyusunan naskah akhir.
3. Prof. Dr. L. Hartanto Nugroho, M. Agr., selaku Ketua Tim Dosen dan Penguji yang telah memberi masukan dan diskusi selama ujian berlangsung.
4. PT Multi Bintang Indonesia, Tbk yang telah menyediakan bahan dalam penelitian ini dari awal hingga akhir.
5. Dr. Guntoro, selaku Dosen Wali yang selalu memberikan arahan dan motivasi sejak awal perkuliahan di Fakultas Bioteknologi, UKDW.
6. Seluruh Dosen, Staff dan Laboran Fakultas Bioteknologi UKDW yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan motivasi selama masa perkuliahan dan penelitian ini.
7. Kedua orang tua, Nursidik dan Fatimah, serta kakak-kakak penulis yaitu Ernawati, Eka Setiawati, Kartika Puspita, dan Riyatin yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi, nasihat, dan kasih sayangnya kepada peneliti selama ini.
8. Michael Adi Pratama, yang setia menemani dan memberikan doa, semangat, serta motivasi kepada peneliti hingga saat ini.
9. Sahabat seperjuangan angkatan 2014 Fakultas Bioteknologi UKDW yang sejak awal menuntut ilmu bersama di UKDW.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca, demi menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi berkat bagi semua.

Yogyakarta, 28 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
BAB II STUDI PUSTAKA	3
2.1. <i>Spent Brewer's Yeast</i>	3
2.1.1. Komponen <i>spent brewer's yeast</i>	3
2.1.2. Pemanfaatan <i>spent brewer's yeast</i>	3
2.2. <i>Yeast Extract (YE)</i>	3
2.2.1. Kandungan YE	3
2.2.2. Proses produksi YE	4
2.2.3. Pemanfaatan YE	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	7
3.2. Alat dan Bahan	7
3.2.1. Alat	7
3.2.2. Bahan	7
3.3. Rancangan Percobaan	7
3.4. Cara Kerja	9
3.4.1. Preparasi substrat	9
3.4.2. Pemecahan sel	9
3.4.3. Pembuatan <i>yeast extract powder (YEP)</i>	10
3.4.4. Pengukuran parameter kualitas YE	10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1. Pengaruh perbedaan perlakuan fisik terhadap persen pemecahan sel	13
4.2. Pengaruh perbedaan perlakuan fisik terhadap kadar protein terlarut	15
4.3. Produk <i>yeast extract powder (YEP)</i> dari <i>spent brewer's yeast</i>	16
4.4. Kualitas fisik dan kimia produk YE	16
4.5. Kualitas produk YE sebagai media mikrobial	19
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	24
5.1. Kesimpulan	24
5.2. Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	27

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kandungan senyawa dalam sel <i>yeast</i> kering	3
Tabel 2.2. Karakteristik fisik dan kimia produk YE komersial	4
Tabel 2.3. Distribusi asam amino bebas produk YE komersial	4
Tabel 4.1. Pengaruh persen sel pecah terhadap kadar protein terlarut	16
Tabel 4.2. Data uji kualiatys YE dari <i>spent brewer's yeast</i> dan YE komersial	17
Tabel 4.3. Data uji asam amino pada YE dari <i>spent brewer's yeast</i>	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Rancangan percobaan produksi YE dari <i>spent brewer's yeast</i>	8
Gambar 4.1. Efek proses pemecahan dengan berbagai perlakuan fisik terhadap sel <i>yeast</i> ...	13
Gambar 4.2. Persen sel <i>yeast</i> selama proses pemecahan sel	14
Gambar 4.3. Kadar protein terlarut selama proses pemecahan sel	15
Gambar 4.4. Produk YE dari <i>spent brewer's yeast</i>	16
Gambar 4.5. Pertumbuhan koloni <i>E. coli</i> pada MMA	19
Gambar 4.6. Pengaruh penambahan YE terhadap pertumbuhan <i>E. coli</i>	20
Gambar 4.7. Pertumbuhan koloni <i>Staphylococcus epidermidis</i> pada MMA	20
Gambar 4.8. Pengaruh penambahan YE terhadap pertumbuhan <i>S. epidermidis</i>	21
Gambar 4.9. Pertumbuhan koloni <i>Saccharomyces cerevisiae</i> D.01 pada MMA	22
Gambar 4.10. Pengaruh penambahan YE terhadap pertumbuhan <i>S. cerevisiae</i> D.01.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan reagensia dan larutan buffer	28
Lampiran 2. Kurva kalibrasi protein terlarut dan α -amino nitrogen	30
Lampiran 3. Data uji asam amino dengan TLC	31
Lampiran 4. Data waktu generasi mikrobial	32
Lampiran 5. <i>Homogenizer</i> dan <i>glass beads</i>	33
Lampiran 6. Lembar aktivitas skripsi	34
Lampiran 7. Lembar pemantauan skripsi	35

Produksi “Yeast Extract” dari “Spent Brewer’s Yeast”

Cuci Ayu Prahara Ardiyanti

31140041

Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

Email : cuciyayu@gmail.com

ABSTRAK

Spent brewer’s yeast merupakan produk samping dari proses pembuatan bir, mengandung banyak substansi bioaktif, seperti protein, asam amino, nukleotida, karbohidrat, mineral, dan vitamin. Sejauh ini, *spent brewer’s yeast* dalam bentuk sel utuh banyak dimanfaatkan sebagai suplemen pakan ternak. Kandungan protein yang tinggi dalam *spent brewer’s yeast* (45-60% berat kering) membuatnya baik diolah menjadi *yeast extract* (YE) sebagai sumber protein tambahan. YE mengandung bahan-bahan terlarut seperti asam amino, peptida, nukleotida, dan lain sebagainya yang dibutuhkan dalam media mikrobiologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan empat perlakuan fisik (*freezing-thawing*, *homogenization*, *glass beads*, dan kombinasi *freezing-thawing* dan *glass beads*) dalam upaya produksi YE terhadap proses pemecahan sel dan kadar protein yang dihasilkan, serta kualitas YE yang dihasilkan untuk media mikrobiologis. Pengukuran jumlah sel dan kadar protein terlarut dilakukan untuk menentukan metode fisik terbaik, sedangkan pengukuran parameter fisik, kimia, dan biologi dilakukan untuk mengetahui kualitas YE. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan terbaik untuk memecah sel adalah kombinasi *freezing-thawing* dan *glass beads* dengan persen sel pecah dan kadar protein terlarut berturut-turut sebanyak 99,5% dan 2,779 mg/ml. YE dari *spent brewer’s yeast* mengandung protein terlarut dan α -amino nitrogen sebanyak 3,671 dan 1,352 mg/ml, serta total nitrogen dan protein kasar berturut-turut 2,21 dan 13,81 mg/ml, hasil tersebut masih lebih rendah daripada YE komersial. Data pengujian biologi menunjukkan YE dari *spent brewer’s yeast* mampu meningkatkan kepadatan sel atau *optical density* (OD) dan jumlah koloni pada *E.coli*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Saccharomyces cerevisiae* D.01. Penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan *spent brewer’s yeast* untuk produksi YE menggunakan *spent brewer’s yeast* tanpa pemanasan dan *glass beads* dengan ukuran diameter $\pm 0,5$ mm perlu dilakukan untuk meningkatkan *yield* dan kualitas YE yang dihasilkan.

Kata kunci : Kombinasi *freezing-thawing* dan *glass beads*, perlakuan fisik, *spent brewer’s yeast*, *yeast extract*

Yeast Extract Producing from Spent Brewer's Yeast

Cuci Ayu Prahara Ardiyanti

31140041

Departement of Biology, Faculty of Biotechnology, Duta Wacana Christian University

ABSTRACT

*Spent brewer's yeasts are a by product of the beer production, containing useful bioactive substances, such as proteins, amino acids, nucleotides, carbohydrates, minerals, and vitamins. Up till now, intact spent brewer's yeast has been used as a supplement to animal feed. High protein content in spent brewer's yeast (45-60% in dry weight) makes it good to be produced into yeast extract (YE) as a protein source. YE consists primarily of amino acids, peptides, nucleotides, and other soluble components, that are needed in microbiological media. This study aims to determine the differences between four physical or mechanical treatments (freezing-thawing, homogenization, glass beads, and combination of freezing-thawing and glass beads) in YE production of the cell disruption and protein content, and the quality of YE produced for microbiological media. Measurements of cell count and dissolved protein content were performed to determine the best physical method, while physical, chemical, and biological parameter measurements were performed to determine the quality of YE. The results showed that the best treatment for cell disruption was combination of freezing-thawing and glass beads with percentage of disrupted cell and soluble protein content of 99.5% and 2.779 mg / ml, respectively. YE from spent brewer's yeast contains soluble protein and α -amino nitrogen as much as 3.671 and 1.352 mg / ml, and total nitrogen and crude protein of 2.21 and 13.81 mg / ml, lower compare to commercial YE. Biological testing data YE from spent brewer's yeast has ability to increase cell density (OD) and number of colonies in *E. coli*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Saccharomyces cerevisiae* D.01. Further research on the use of spent brewer's yeast to produce YE using spent brewer's yeast without steam and glass beads with diameter less than 0.5 mm is necessary to improve the yield and quality of the YE.*

Keyword : Combination of freezing-thawing and glass beads, physical treatment, spent brewer's yeast, yeast extract

Produksi “Yeast Extract” dari “Spent Brewer’s Yeast”

Cuci Ayu Prahara Ardiyanti

31140041

Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

Email : cuciyayu@gmail.com

ABSTRAK

Spent brewer’s yeast merupakan produk samping dari proses pembuatan bir, mengandung banyak substansi bioaktif, seperti protein, asam amino, nukleotida, karbohidrat, mineral, dan vitamin. Sejauh ini, *spent brewer’s yeast* dalam bentuk sel utuh banyak dimanfaatkan sebagai suplemen pakan ternak. Kandungan protein yang tinggi dalam *spent brewer’s yeast* (45-60% berat kering) membuatnya baik diolah menjadi *yeast extract* (YE) sebagai sumber protein tambahan. YE mengandung bahan-bahan terlarut seperti asam amino, peptida, nukleotida, dan lain sebagainya yang dibutuhkan dalam media mikrobiologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan empat perlakuan fisik (*freezing-thawing*, *homogenization*, *glass beads*, dan kombinasi *freezing-thawing* dan *glass beads*) dalam upaya produksi YE terhadap proses pemecahan sel dan kadar protein yang dihasilkan, serta kualitas YE yang dihasilkan untuk media mikrobiologis. Pengukuran jumlah sel dan kadar protein terlarut dilakukan untuk menentukan metode fisik terbaik, sedangkan pengukuran parameter fisik, kimia, dan biologi dilakukan untuk mengetahui kualitas YE. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan terbaik untuk memecah sel adalah kombinasi *freezing-thawing* dan *glass beads* dengan persen sel pecah dan kadar protein terlarut berturut-turut sebanyak 99,5% dan 2,779 mg/ml. YE dari *spent brewer’s yeast* mengandung protein terlarut dan α -amino nitrogen sebanyak 3,671 dan 1,352 mg/ml, serta total nitrogen dan protein kasar berturut-turut 2,21 dan 13,81 mg/ml, hasil tersebut masih lebih rendah daripada YE komersial. Data pengujian biologi menunjukkan YE dari *spent brewer’s yeast* mampu meningkatkan kepadatan sel atau *optical density* (OD) dan jumlah koloni pada *E.coli*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Saccharomyces cerevisiae* D.01. Penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan *spent brewer’s yeast* untuk produksi YE menggunakan *spent brewer’s yeast* tanpa pemanasan dan *glass beads* dengan ukuran diameter $\pm 0,5$ mm perlu dilakukan untuk meningkatkan *yield* dan kualitas YE yang dihasilkan.

Kata kunci : Kombinasi *freezing-thawing* dan *glass beads*, perlakuan fisik, *spent brewer’s yeast*, *yeast extract*

Yeast Extract Producing from Spent Brewer's Yeast

Cuci Ayu Prahara Ardiyanti

31140041

Departement of Biology, Faculty of Biotechnology, Duta Wacana Christian University

ABSTRACT

*Spent brewer's yeasts are a by product of the beer production, containing useful bioactive substances, such as proteins, amino acids, nucleotides, carbohydrates, minerals, and vitamins. Up till now, intact spent brewer's yeast has been used as a supplement to animal feed. High protein content in spent brewer's yeast (45-60% in dry weight) makes it good to be produced into yeast extract (YE) as a protein source. YE consists primarily of amino acids, peptides, nucleotides, and other soluble components, that are needed in microbiological media. This study aims to determine the differences between four physical or mechanical treatments (freezing-thawing, homogenization, glass beads, and combination of freezing-thawing and glass beads) in YE production of the cell disruption and protein content, and the quality of YE produced for microbiological media. Measurements of cell count and dissolved protein content were performed to determine the best physical method, while physical, chemical, and biological parameter measurements were performed to determine the quality of YE. The results showed that the best treatment for cell disruption was combination of freezing-thawing and glass beads with percentage of disrupted cell and soluble protein content of 99.5% and 2.779 mg / ml, respectively. YE from spent brewer's yeast contains soluble protein and α -amino nitrogen as much as 3.671 and 1.352 mg / ml, and total nitrogen and crude protein of 2.21 and 13.81 mg / ml, lower compare to commercial YE. Biological testing data YE from spent brewer's yeast has ability to increase cell density (OD) and number of colonies in *E. coli*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Saccharomyces cerevisiae* D.01. Further research on the use of spent brewer's yeast to produce YE using spent brewer's yeast without steam and glass beads with diameter less than 0.5 mm is necessary to improve the yield and quality of the YE.*

Keyword : Combination of freezing-thawing and glass beads, physical treatment, spent brewer's yeast, yeast extract

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Yeast merupakan salah satu mikroorganisme yang banyak digunakan dalam proses produksi minuman fermentasi, misalnya bir. Pada proses produksi bir, *yeast* melakukan fermentasi untuk menghasilkan etanol, disamping itu juga terjadi proses respirasi yaitu perbanyakan sel sebagai produk samping. Sel *yeast* yang dihasilkan akan dipanen sampai pada generasi tertentu untuk produksi bir selanjutnya, sedangkan sel *yeast* yang sudah menurun kemampuan fermentasinya tidak akan digunakan lagi yang disebut *spent brewer's yeast*. PT Multi Bintang Indonesia, Tbk., merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak dalam bidang fermentasi dengan produk unggulannya yaitu Bir Bintang. Data tahun 2017 menunjukkan bahwa jumlah *spent brewer's yeast* yang dihasilkan dalam setahun mencapai 800 sampai dengan 1000 ton (PT MBI, 2017). Sejauh ini, *spent brewer's yeast* yang dihasilkan oleh PT Multi Bintang Indonesia, Tbk., hanya dijual kepada pihak ketiga untuk dijadikan pakan ternak dengan harga yang relatif masih rendah.

Spent brewer's yeast terdiri atas komponen utama berupa sel *yeast* hidup dan sel *yeast* mati, serta residu bir dan hop (Padmakumara, 2006). *Spent brewer's yeast* mengandung substansi bioaktif seperti protein, karbohidrat, lipid, mineral, dan vitamin (Rakowska *et al.*, 2017; Kunze, 2004). Kandungan protein yang tinggi dalam *spent brewer's yeast* (45-60% berat kering) menjadikannya berpotensi untuk diolah menjadi sumber protein tambahan pada beberapa aplikasi. Saat ini, pemanfaatan *spent brewer's yeast* masih terbatas hanya sebagai tambahan pada pakan ternak dalam bentuk sel *yeast intact* atau utuh (Ferreira *et al.*, 2010). Sedangkan menurut Rumsey *et al.* (1991), komponen bioaktif dari dalam sel *yeast* akan lebih mudah terserap tubuh apabila dalam keadaan telah terpecah.

Rakowska *et al.* (2017), menyatakan bahwa salah satu upaya untuk meningkatkan nilai tambah *spent brewer's yeast* adalah dengan mengolahnya menjadi *yeast extract*. *Yeast extract* (YE) merupakan produk hasil pemecahan sel *yeast* yang terdiri dari komponen larut seperti protein, asam amino, dan peptida (Zarei *et al.*, 2016; Padmakumara, 2006). YE banyak digunakan sebagai nutrisi pada medium pertumbuhan mikrobial. Metode umum yang digunakan dalam produksi YE antara lain autolisis dan hidrolisis yang memecah sel untuk mengeluarkan komponen isi sel. Namun, metode tersebut cukup rumit, lama, dan mahal. Salah satu metode yang sederhana dan murah yaitu metode fisik dengan perlakuan suhu dan tekanan (Zarei *et al.*, 2016).

Melihat begitu besar potensi yang dapat diambil dari *spent brewer's yeast*, maka dalam penelitian ini dilakukan upaya produksi YE dari *spent brewer's yeast* melalui proses pemecahan sel secara fisik. YE dari *spent brewer's yeast* yang diperoleh akan diuji kualitas berdasarkan pada parameter fisik, kimia, dan biologi. Hal tersebut diharapkan menjadi salah satu alternatif dalam peningkatan nilai tambah baik *spent brewer's yeast* dan sebagai solusi dalam pengolahan limbah perusahaan bir.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Bagaimana pengaruh perbedaan perlakuan fisik terhadap kualitas dan kuantitas YE dari *spent brewer's yeast* yang dihasilkan selama proses produksi?
- 1.2.2. Bagaimana perbedaan kualitas antara YE dari *spent brewer's yeast* dan YE komersial?

1.3. Tujuan

- 1.3.1. Mengetahui pengaruh perbedaan perlakuan fisik terhadap kualitas dan kuantitas YE dari *spent brewer's yeast* yang dihasilkan.
- 1.3.2. Mengetahui perbedaan kualitas antara YE dari *spent brewer's yeast* dan YE komersial.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Perlakuan terbaik dalam pemecahan sel yang mampu menghasilkan persen sel pecah dan kadar protein terlarut paling tinggi ialah perlakuan kombinasi *freezing-thawing glass beads*.
2. *Spent brewer's yeast* dapat dimanfaatkan untuk produksi YE dengan kualitas yang cukup baik dan dapat digunakan untuk komponen media pertumbuhan mikrobial, meskipun masih lebih rendah daripada YE komersial.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan *spent brewer's yeast* untuk produksi YE terutama pada jenis substrat dan proses pemecahan sel, sehingga dapat menghasilkan total *yield* dan kualitas YE yang lebih baik. Penggunaan ukuran diameter *glass beads* yang lebih kecil ($\pm 0,5$ mm) dan jenis substrat tanpa proses pemanasan (*steam*) sebelumnya dimungkinkan dapat menghasilkan *yield* dan kualitas yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu, S., Bala, M. 2011. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. *Afr. J. Biotechnol.* 10 : 324–331.
- AOAC. 2001. Official Method. Protein (crude) in animal feed, forage (plant tissue), grain, and oilseeds. Block digestion method using copper catalyst and steam distillation into boric acid. Association of Official Agriculture Chemists. Washington, D.C.
- Bakir, U., Hamamci, H. 1997. The effect of *freezing-thawing* on the release of intracellular proteins from *E. coli* by means of a bead mill. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 13 : 473 – 477.
- Basu, S., Bose, C., Ojha, N., Das, N., Das, J., Pal, M., Khurana, S. 2015. Evolution of bacterial and fungal growth media. *Bioinform.* 11(4) : 182 – 184.
- Bayarjargal, M., Munkhbat, E., Ariunsaikhan, T., Odonchimeg, M., Uurzaikh, T., Erdene, T. G., Regdel, D. 2011. Utilization of spent brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* for the production of yeast enzymatic hydrolysate. *Mong. J. Chem.* 12 (38) : 88-91
- Ben-Hamed, U., Seddighi, H., Thomas, K. 2011. Economic returns of using brewery's spent grain in animal feed. *World Acad. Sci. Eng. Technol.* 50 : 695–698.
- Bergman, L, W. 2001. Growth and maintenance of *yeast*. Two hybrid systems : Methods in *Molecul Biology.* 177 : 9 – 14.
- Berlowska, J. Kolodziejska, M. D., Pawlikowska, E., Przybylska, K. P., Balcerek, M., Czysowska, A., Kregiel, D. 2017. Utilization of post fermentation yeast for yeast extract production by autolysis: the effect of yeast strain and saponin from *Quillaja saponari*. *J. Ins. Brew.* 123: 396 – 401.
- Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A., Stevens, R. 2004. Brewing science and practice. CRC Press LLC and Woodhead Publishing Limited. Florida
- Brown, G. D., Gordon, S. 2003. Fungal β glucans and mammalian immunity. *Immunity.* 19 : 311 – 315.
- Chae, H. J., Joo, H., In, M. J. 2001. Utilization of brewer's yeast cell for the production of food grade yeast extract. Part 1: effect of different enzymatic treatments on solid and protein recovery and flavor characteristics. *Biores Tech.* 76 : 253-258.
- Cheung, L. 2002. Feed additives for pigs. U.S. Patent Application No. 10/175.054.
- Djuragic, O., Levic, J., Serdanovic, S. 2010. Use of new feed from brewery by products for breeding layers. *Romanian Biotechnol. Lett.* 15 : 5559-5565.
- East, E., Smith, B. J., Borsden, D. G. 1966. Yeast products and their role in food development. *Food Manufacture.* 41 : 62.
- Ferreira, I. M. P. L. V. O., Pinho, O., Vieira, E., Tavela, J. G. 2010. Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential application. *Trends Food Sci. Tech.* 21 : 77 – 84.
- Gottenbos, B., Van Der Mei. H. C., Busscher, H. J. 2000. Initial adhesion and surface growth of *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa* on biomedical polymers. *J. Biomed Mater Res.* 50(2) : 208 – 214.
- Hunter, K. W., Gult, R. A., Berner, M. D. 2002. Preparation of microparticulate β -glucan from *Saccharomyces cerevisiae* for use in immune potentiation. *Lett. Appl. Microbiol.* 35 : 267–271.
- Kerby, C., Frank, V. 2017. An overview of the utilisation of brewery by products as generated by british craft breweries. *Bev J.* 3(24) : 1 – 12.
- Li, M. H., Oberle, D. F., Lucas, P. M. 2011. Evaluation of corn distiller dried grains with soluble and brewers yeast in diets for channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Aquaculture. Res.* 42 : 1424-1430.
- Liu, D., Zeng, X.A., Sun, D.W., Han, Z. 2013. Disruption and proteins release by ultrasonication of yeast cells. *Innov. Food Sci. Emerg.* 18 : 132–137.
- Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., Nielsen, P. H. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193 : 265 – 275.

- Martinez, R. A. J., Carrascosa, A. V., Polo, M. C. 2001. Release of nitrogen compounds to the extracellular medium by three strain of *Saccharomyces cerevisiae* during induced autolysis in a model wine system. *Int. J. Food Microbiol.* 68(1-2) : 155 – 160.
- Mussatto, S.I. 2014. Brewer's spent grain: A valuable feedstock for industrial applications. *J. Sci. Food Agric.* 94 : 1264–1275.
- Negro, J. A. 2010. Cell lysis, centrifugation. barranquitas. Puerto Rico. Thesis : IAUPR barranquitas BIOT. Inter American University. US.
- Newbold, C.J., Wallace, R.J., McIntosh, F.M. 1996. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *Br. J. Nutr.* 76 : 249–261.
- Organotechnie. 2008. Yeast extract 19512. Standard Series.
- Padmakumara, M. G. U. 2006. Manufacture of edible yeast extract from brewery waste yeast. Thesis. Food Science and Technology. University of Sri Jayewardenepura. Bangladesh.
- Quittentom, R, C. 1966. An Assessment of Brewery by Product. *Tech Quart.* 3(176).
- Rakowska, R., Sadowska, A., Dybkowska, E., Swiderski, F. 2017. Spent yeast as natural source of functional food additives. Review Article. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 68 (2) : 115 – 121.
- Ramanan, R. N., Ling, T. C., Ariff, A. B. 2008. The performance of a glass bead shaking technique for the distrupction of *Escherichia coli* cells. *Biotech. Biopro. Eng.* 13 : 613 – 623.
- Reid, A., Mahar, M. I. 2012. FAQ. If the yeast ain't happy, ain't nobody happy. American Academy of Microbiology. New York. Washington, DC.
- Research Products International. 2018. Yeast extract, powder 1 kg Y20010.1000.0. Standard Series.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah – bagian 3: cara uji padatan tersuspensi total (total suspended solid, tss) secara gravimetri. BSN. Jakarta.
- Sutarna. 2000. Kultur media bakteri. Temu teknik fungsional non peneliti. Balai Penelitian Veteriner. Bogor.
- Tangtua, J. 2014. Evaluation and comparison of microbial cells distrupction methods for extraction of pyruvate decarboxylase. *Int. Food. Res.* 21(4) : 1331 – 1336.
- Tanguler, H., Huseyin, E. 2008. Utilisation of spent brewer's yeast for yeast extract production by autolysis : the effect of temperature. *Food Bioprod Proc* 86 : 317-321.
- Vallon, O., Spalding, M. H. 2009. The *Chlamydomonas* sourcebook 2nd edition : Amino Acid Metabolism. Academic Press. 2 : 115 – 158.
- Walker JM. 2009. The protein protocols handbook. Third edition. New York (NY): Springer-Verlag New York, LLC.
- Wrobel, A. B., Blazejak, S., Kowarska, A., Rozanska, L. S., Gienka, I., Majewska, E. 2014. Evaluation of the efficiency of different distrupction methods on yeast cell wall preparation for β glucan isolation. *Molecules* 19 : 20941 – 20961.
- Zehner-Krpan, V., Petravić-Tominac, V., Galović, P., Galović, V., Filipović-Grčić, J., Srećec, S. 2010. Application of different drying methods on β -glucan isolated from spent brewer's yeast using alkaline procedure. *Agric. Conspec. Sci.* 75 : 45–50.