

**Performa *Yeast* yang Diisolasi dari  
Laru Ciu Bekonang Berdasarkan  
Pemodelan Matematika dan Kinetika Fermentasi**

**Skripsi**



**Jovita Ivana  
31150004**

**Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2019**

**Performa *Yeast* yang Diisolasi dari  
Laru Ciu Bekonang Berdasarkan  
Pemodelan Matematika dan Kinetika Fermentasi**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains (S.Si.)  
pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana



**Jovita Ivana  
31150004**

**Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

### LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

**Performa *Yeast* yang Diisolasi dari  
Laru Ciu Bekonang Berdasarkan  
Pemodelan Matematika dan Kinetika Fermentasi**

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

**JOVITA IVANA**

**31150004**

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 25 Oktober 2019

**Nama Dosen**

**Tanda Tangan**

1. Dr. Ir. Retno Indrati, M. Sc.

(Ketua Tim Penguji)

2. Ir. Suhardi Djojobatmodjo, M. Si.

(Dosen Pembimbing I/Penguji)

3. Dr. Dhira Satwika, M. Sc.

(Dosen Pembimbing II/Penguji)

**Yogyakarta, 25 Oktober 2019**

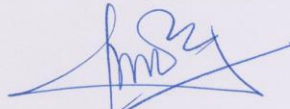
**Disahkan Oleh:**

**Dekan,**

**Ketua Program Studi,**



**Drs. Kisworo, M.Sc.**



**Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si.**

## PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

### PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Performa *Yeast* yang Diisolasi dari Laru Ciu  
Bekonang Berdasarkan Pemodelan Matematika  
dan Kinetika Fermentasi  
Nama Mahasiswa : Jovita Ivana  
Nomot Induk Mahasiswa : 31150004  
Hari / Tanggal Ujian : Jumat, 25 Oktober 2019

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Suhardi Djojoatmodjo, M.Si.  
NIK : 864 E 044

Dr. Dhira Satwika, M.Sc.  
NIK : 904 E 146

Ketua Program Studi Biologi

Dra. Aniek Prasetyaningsih, M. Si.  
NIK : 884 E 075

## LEMBAR PERNYATAAN

### LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jovita Ivana

NIM : 31150004

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

*Performa Yeast yang Diisolasi dari  
Laru Ciu Bekonang Berdasarkan  
Pemodelan Matematika dan Kinetika Fermentasi*

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 disebutkan 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, 25 Oktober 2019



(Jovita Ivana)

NIM : 31150004

## KATA PENGANTAR

### KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus atas berkat, penyertaan, dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Performa Yeast yang Diisolasi dari Laru Ciu Bekonang Berdasarkan Pemodelan Matematika dan Kinetika Fermentasi** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) di Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. Penyusunan Skripsi ini dapat selesai dengan baik tidak lepas dari peran, dukungan, bantuan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus untuk segala kasih, berkat, hikmat, penyertaan, dan kekuatan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi.
2. Mama Juniarti Winarno yang sudah merawat dan mendidik penulis dengan penuh kasih dan kesabaran, yang sudah menjadi pendengar dan penasihat.
3. Ir. Suhardi Djoatmodjo, M.Si. dan Dr. Dhira Satwika, M.Sc. selaku dosen pembimbing dan penguji yang sudah sangat sabar dalam memberikan pengarahan, bimbingan, nasihat, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Dr. Ir. Retno Indrati, M. Sc. sebagai Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Seluruh pimpinan dan staf Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana yang sudah membantu penulis.
6. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si. sebagai Dosen Wali yang sudah menjadi pendengar dan penasihat yang baik. Bu Ratih Restiani, S.Si., M. Biotech. atas "sharing"-nya, motivasinya, dan bantuannya selama presentasi jurnal. Dr. Suhendra Pakpahan atas bantuannya dalam pengolahan data, dan Drs. Guruh Prihatmo, M.S. yang sudah ikut menyemangati selama pengerjaan skripsi.
7. Laboran Fakultas Bioteknologi untuk bantuan, waktu, bimbingan, dan pengarahannya selama penulis menjadi praktikan hingga melakukan penelitian skripsi di laboratorium.
8. Dhira, Gustin, Wawan, Aloy, Jeffren, Monica, Rossa, Eugene, Sharon, Priscilla, Tya, Alice, Karen, Cherry, Anggita, Eka, Nadya, Alfi, Citra, Belle, Wahyu, dan Jordan yang sudah menemani selama masa perkuliahan, membantu dalam proses pengerjaan skripsi, memberikan motivasi, dan menyemangati penulis.
9. Teman-teman angkatan 2015, teman-teman organisasi, teman-teman kepanitiaan yang sudah mewarnai kehidupan penulis, dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi.

Apabila terdapat kesalahan pada penulisan atau penggunaan kata dan kalimat penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 25 Oktober 2019

Penulis

Jovita Ivana

## DAFTAR ISI

|                                                                          | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL.....                                                       | ii      |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                  | iii     |
| PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI .....                                          | iv      |
| LEMBAR PERNYATAAN .....                                                  | v       |
| KATA PENGANTAR .....                                                     | vi      |
| DAFTAR ISI.....                                                          | vii     |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                      | ix      |
| DAFTAR TABEL .....                                                       | x       |
| DAFTAR GRAFIK.....                                                       | xi      |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                     | xii     |
| ABSTRAK .....                                                            | xiii    |
| ABSTRACT.....                                                            | xiv     |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                  | 1       |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                 | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                | 3       |
| 1.3 Tujuan.....                                                          | 3       |
| BAB II STUDI PUSTAKA.....                                                | 4       |
| 2.1 Fisiologi Fermentasi .....                                           | 4       |
| 2.2 Biodiversitas Mikroorganisme dari Proses Pembuatan Ciu Bekonang..... | 5       |
| 2.3 Kinetika Fermentasi .....                                            | 6       |
| 2.3.1 Kinetika Pertumbuhan .....                                         | 6       |
| 2.3.2 Koefisien Yield .....                                              | 6       |
| 2.4 Pemodelan matematika.....                                            | 7       |
| BAB III METODOLOGI.....                                                  | 9       |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....                                               | 9       |
| 3.2 Alat .....                                                           | 9       |
| 3.3 Bahan.....                                                           | 10      |
| 3.4 Metode Penelitian.....                                               | 10      |
| 3.4.1 Regenerasi kultur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> D-01.....        | 10      |
| 3.4.2 Isolasi kultur yeast lokal komersial dari laru ciu Bekonang.....   | 10      |
| 3.4.3 Uji antagonisme .....                                              | 11      |
| 3.4.4 Identifikasi kultur hasil isolasi.....                             | 11      |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 3.4.5 Pembuatan medium fermentasi.....      | 11 |
| 3.4.6 Persiapan <i>starter</i> .....        | 12 |
| 3.4.7 Proses fermentasi .....               | 12 |
| 3.4.8 Tahapan analisis.....                 | 12 |
| 3.4.9 Perhitungan kinetika fermentasi ..... | 12 |
| 3.4.10 Analisa data statistik .....         | 13 |
| 3.4.11 Pemodelan matematika .....           | 13 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....           | 15 |
| 4.1 Isolasi dan identifikasi kultur .....   | 15 |
| 4.2 Uji Fermentasi .....                    | 23 |
| 4.3 Kinetika Fermentasi .....               | 28 |
| BAB V KESIMPULAN.....                       | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                        | 36 |
| LAMPIRAN.....                               | 38 |

©UKDWN



## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Hasil <i>spread</i> laru bekonang dengan berbagai pengenceran pada medium PGYA .                                 | 15 |
| Gambar 2. Dua jenis koloni yang muncul secara dominan selama proses isolasi yeast dari laru Ciu Bekonang.                  | 16 |
| Gambar 3. Hasil streak plate Koloni Besar dan Koloni Kecil                                                                 | 17 |
| Gambar 4. Penampakan mikroskopis Koloni Besar dan Koloni kecil yang diisolasi dari lari ciu Bekonang pada perbesaran 400x. | 17 |
| Gambar 5. Hasil uji antagonisme                                                                                            | 18 |
| Gambar 6. Pohon filogenetik isolat KK.                                                                                     | 20 |
| Gambar 7. Pohon filogenetik isolat KB                                                                                      | 22 |
| Gambar 8. Hasil kromatogram kadar etanol jam ke-84 (isolat KK)                                                             | 40 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                | <b>Halaman</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Tabel 1. Identifikasi makroskopis morfologi isolat KB dan KK .....                                                             | 16             |
| Tabel 2. Hasil analisis homologi menggunakan BLAST untuk isolat KK .....                                                       | 19             |
| Tabel 3. Hasil analisis homologi menggunakan BLAST untuk isolat KB .....                                                       | 21             |
| Tabel 4. Laju pertumbuhan setiap kultur .....                                                                                  | 28             |
| Tabel 5. Nilai koefisien <i>yield</i> setiap kultur .....                                                                      | 29             |
| Tabel 6. Rumus pemodelan matematika (dalam ln) yang didapat dari hasil regresi linier .....                                    | 30             |
| Tabel 7. <i>Homogenous subsets</i> hasil Uji Post Hoc Tukey HSD untuk perilaku konsumsi substrat dari ketiga kultur .....      | 31             |
| Tabel 8. <i>Homogenous subsets</i> hasil Uji Post Hoc Tukey HSD untuk jumlah biomassa yang dihasilkan oleh ketiga kultur ..... | 32             |
| Tabel 9. <i>Homogenous subsets</i> hasil Uji Post Hoc Tukey HSD untuk produk etanol yang dihasilkan oleh ketiga kultur .....   | 33             |
| Tabel 10. Pembuatan kurva standar glukosa.....                                                                                 | 38             |
| Tabel 11. Pembuatan kurva standar etanol .....                                                                                 | 39             |
| Tabel 12. Contoh data jumlah koloni yang tumbuh pada berbagai pengenceran .                                                    | 41             |
| Tabel 13. Data hasil pengukuran ketiga parameter selama proses fermentasi.....                                                 | 41             |
| Tabel 14. Rumus regresi linier yang diperoleh dari data eksperimental.....                                                     | 42             |
| Tabel 15. Rumus Pemodelan Matematika (dalam ln) yang didapat dari hasil regresi linier .....                                   | 43             |
| Tabel 16. Hasil Uji Tukey HSD untuk mendapatkan koefisien keragaman .....                                                      | 43             |

## DAFTAR GRAFIK

|                                                                                                                        | <b>Halaman</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Grafik 1. Hasil pengukuran ketiga parameter selama proses fermentasi oleh yeast<br><i>Saccharomyces</i> D-01 .....     | 23             |
| Grafik 2. Hasil pengukuran ketiga parameter selama proses fermentasi oleh<br><i>Schizosaccharomyces pombe</i> .....    | 24             |
| Grafik 3. Hasil pengukuran ketiga parameter selama proses fermentasi oleh<br><i>Zygosaccharomyces parabailii</i> ..... | 25             |
| Grafik 4. Perbandingan perilaku konsumsi substrat setiap kultur.....                                                   | 26             |
| Grafik 5. Perbandingan jumlah biomassa yang dihasilkan setiap kultur .....                                             | 27             |
| Grafik 6. Perbandingan konsentrasi etanol yang dihasilkan oleh setiap kultur ....                                      | 27             |
| Grafik 7. Hasil pemodelan matematika untuk parameter gula reduksi.....                                                 | 31             |
| Grafik 8. Hasil pemodelan matematika untuk parameter jumlah biomassa.....                                              | 32             |
| Grafik 9. Hasil pemodelan matematika untuk parameter kadar etanol.....                                                 | 33             |
| Grafik 10. Kurva standar glukosa.....                                                                                  | 39             |
| Grafik 11. Kurva standar etanol.....                                                                                   | 39             |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                      | <b>Halaman</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Lampiran 1 Pembuatan medium dan reagen.....                                          | 37             |
| Lampiran 2 Analisis kadar gula reduksi, jumlah biomassa, dan konsentrasi etanol..... | 37             |
| Lampiran 3 Rekapitulasi data hasil fermentasi.....                                   | 40             |
| Lampiran 4 Perhitungan kinetika fermentasi.....                                      | 41             |
| Lampiran 5 Prosedur pemodelan matematika.....                                        | 41             |
| Lampiran 6 Lembar aktivitas                                                          | 45             |

©UKDW

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konsumsi BBM di Indonesia terus meningkat setiap tahun seiring meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk (Saadah, 2016). Selain menyebabkan bahan bakar fosil yang tidak terbarukan menipis, peningkatan penggunaan BBM juga menyebabkan efek rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, salah satunya bioetanol yang berasal dari sumber daya dengan emisi karbon dioksida yang rendah seperti : gula, pati, dan selulosa. Di beberapa negara seperti Brazil, Jepang, dan Amerika, bioetanol umumnya dicampur dengan bensin untuk digunakan sebagai BBM (Chang *et al.*, 2018).

Produksi etanol dilakukan melalui proses fermentasi, yakni suatu proses biokimia yang dilakukan oleh mikroorganisme dimana substrat organik dikonversi menjadi etanol, karbon dioksida, dan produk sampingan lainnya (Buratti & Benedetti, 2016). Produksi etanol yang maksimal dan efisien tercapai apabila konsentrasi etanol yang tinggi dapat dihasilkan dalam waktu yang singkat. Karena itu mikroorganisme yang digunakan harus memiliki produktivitas yang tinggi, mudah beradaptasi, memiliki laju pertumbuhan yang baik, dan dapat memproduksi etanol pada tekanan osmotik dan konsentrasi etanol yang tinggi (Chang *et al.*, 2018).

Hingga saat ini, *Saccharomyces cerevisiae* merupakan kultur yang paling sering digunakan dalam industri etanol karena memiliki produktivitas etanol yang tinggi. Secara teori, dalam proses fermentasi 1 gr glukosa akan diubah menjadi 0,514 gr etanol dan 0,488 gr CO<sub>2</sub>. Pada penelitian Chang *et al.* (2018) konsentrasi etanol yang dihasilkan dalam proses fermentasi *batch* dengan *Saccharomyces cerevisiae* dapat mencapai 100±0,4% dari *theoretical yield* etanol, dimana dihasilkan 77,5 gr etanol dari 150 gr substrat glukosa.

Meskipun demikian, *Saccharomyces cerevisiae* tetap menunjukkan keterbatasan dalam ketahanannya terhadap tekanan osmotik dan konsentrasi etanol yang tinggi. Konsentrasi glukosa  $>20\%$  menyebabkan pertumbuhan sel terhambat dan penurunan yield etanol (Chang *et al.*, 2018). Zhang *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa pada proses fermentasi selama 72 jam, konsentrasi glukosa  $\geq 16\%$  menyebabkan penurunan yield etanol dan konsentrasi etanol  $\geq 30\%$  dalam medium dapat menghambat pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*.

Dusun Bekonang yang terletak di Jawa Tengah sudah lama dikenal sebagai penghasil etanol tradisional yang biasa disebut ciu. Pembuatan ciu dilakukan menggunakan substrat molase, yakni produk samping berupa sirup dari proses pengkristalan gula pasir yang masih mengandung sekitar 50% gula terutama sukrosa, dengan sedikit glukosa, dan fruktosa, serta komponen lainnya (Nikodinovic-Runic *et al.*, 2013 ; Clarke, 2003). Dengan *starter* yang digunakan, yakni laru, kandungan etanol dalam ciu yang dihasilkan dari Industri Alkohol di Dusun Bekonang dapat mencapai 35% (Santoso, 2016). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan isolasi *yeast* lokal dari laru ciu Bekonang yang berdasarkan lingkungan hidupnya diduga lebih resisten terhadap konsentrasi gula dan etanol yang tinggi, serta memiliki performa yang lebih baik dalam menghasilkan etanol dibanding kultur laboratorium *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan sebagai pembanding.

Performa kultur lokal yang berhasil diisolasi dari laru dan *Saccharomyces cerevisiae* D-01 yang ditumbuhkan di laboratorium dilihat berdasarkan nilai koefisien yield dan laju pertumbuhannya. Selain itu juga digunakan pendekatan pemodelan matematika yang dapat membantu menginterpretasikan data yang mewakili berbagai sistem dan proses biologis (Motta & Pappalardo, 2012). Pemodelan matematika dapat diaplikasikan dengan menyelesaikan Persamaan Diferensial Biasa (PDB) dari parameter yang sudah diukur sehingga performa dari setiap kultur dapat dilihat dari pola kurva yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Jenis *yeast* apa yang berperan dalam proses fermentasi ciu Bekonang?
- 1.2.2 Bagaimana performa *yeast* yang berperan dalam proses fermentasi ciu Bekonang?

## 1.3 Tujuan

- 1.3.1 Melakukan isolasi dan identifikasi *yeast* fermentatif lokal dari laru ciu Bekonang yang diduga memiliki performa yang baik dalam fermentasi etanol
- 1.3.2 Untuk mengetahui performa *yeast* yang berhasil diisolasi dari laru ciu Bekonang dan *S.cerevisiae* D-01 sebagai kultur pembanding dalam proses fermentasi etanol berdasarkan pendekatan pemodelan matematika, khususnya Persamaan Diferensial Biasa (PDB) dan penghitungan nilai kinetika fermentasi

## BAB V KESIMPULAN

Dari proses isolasi diperoleh 2 isolat *yeast* potensial penghasil etanol dari laru ciu Bekonang yang diidentifikasi sebagai *Schizosaccharomyces pombe* dan *Zygosaccharomyces parabailii*. Pada penelitian ini pemodelan matematika PDB dapat diterapkan sebagai alat untuk menginterpretasikan fenomena yang ada selama uji fermentasi berlangsung dan memprediksi performa ketiga kultur yang diuji. Berdasarkan pola grafik yang dihasilkan dari pemodelan matematika, *Z. parabailii* dan *S. pombe* dilihat dapat melakukan fermentasi etanol seperti kultur pembanding *S. cerevisiae*, bahkan *S. pombe* menunjukkan performa yang jauh lebih baik, yakni jauh lebih cepat dalam mengkonsumsi substrat dan lebih banyak menghasilkan etanol dibanding *S. cerevisiae*. Dilihat dari sisi kinetika fermentasi, performa kedua kultur hasil isolasi juga dapat dikatakan lebih baik dari *S. cerevisiae* karena yield etanol yang dihasilkan jauh lebih tinggi, terutama pada kultur *S. pombe*, yakni dengan nilai  $Y_{p/s} = 0,41 : 0,43 : 0,51$ , dan nilai  $Y_{p/x}$  1,74 : 1,89 : 2,24 masing-masing untuk *S. cerevisiae* D-01 : *Z. parabailii* : *S. pombe*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, L. (2019). Biodiversitas Mikroorganisme yang Diisolasi dari Proses Pembuatan Minuman Beralkohol 'Ciu' di Jawa Tengah. *Seminar Nasional Biologi dan Pendidikan Biologi 2019: Inovasi dalam Penelitian dan Pembelajaran Biologi*. [Prosiding] UKSW, p. 6-9 .
- Anggraini, I., Ferniah, R.S., Kusdiyantini, E. (2019). Isolasi Khamir dari Batang Tanaman Tebu dan Identifikasinya berdasarkan Sekuens Internal Transcribed Spacer. *J.Biotechnol Biosains Indo*, 6(1), p.47 .
- Azhar, S. H. M., Abdulla, R., Jambo, S. A., Marbawi, H., Gansau, J. A., Mohd Faik, A. A., Rodrigues, K. F. (2017). Yeasts in sustainable bioethanol production: A review. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 10, p. 54. doi:10.1016/j.bbrep.2017.03.003
- Bronson R., Costa G.B. (2006). Persamaan Diferensial. Edisi Ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Buratti, S., Benedetti, S. (2016). Alcoholic Fermentation Using Electronic Nose and Electronic Tongue. *Electronic Noses and Tongues in Food Science*, p. 291. doi:10.1016/b978-0-12-800243-8.00028-7
- Chang, Y. H., Chang, K.S., Chen, C.Y., Hsu, C.L., Chang, T.C., Jang, H.D. (2018). Enhancement of the Efficiency of Bioethanol Production by *Saccharomyces cerevisiae* via Gradually Batch-Wise and Fed-Batch Increasing the Glucose Concentration. *Fermentation*, 4(45), p.1-2, p.9. doi:10.3390/fermentation4020045
- Clarke, M. A. (2003). SYRUPS. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, p. 5711–5714. doi:10.1016/b0-12-227055-x/01175-5
- Hagman, A., Sa`ll, T., Compagno, C., Piskur, J. (2013). Yeast ‘‘Make-Accumulate-Consume’’ Life Strategy Evolved as a Multi-Step Process That Predates the Whole Genome Duplication. *PLoS ONE*, 8(7), p. 1-7 . doi:10.1371/journal.pone.0068734
- Hidayat, N., Meitiniarti, I., Yuliana, N. (2018) Mikroorganisme dan Pemanfaatannya. UB Press. Malang.
- Jouhten, P., Ponomarova, O., Gonzales, R., Patil, K. R. (2016). Mini review - *Saccharomyces cerevisiae* Metabolism in Ecological Context. *FEMS Yeast Research*, 16(7), p. 4 . doi: 10.1093/femsyr/fow080
- Kurtzman C, Well J. W, Boekhout T, Robert V (2011) Methods for Isolation, Phenotypic Characterization, and Maintenance of Yeast. *The Yeasts*, 7, p. 90-91. doi : 10.1016/B978-0-444-52149-1.00007-0
- Motta, S., Pappalardo, F. (2012). Mathematical modeling of biological systems. *Briefings in Bioinformatics*, 14(4), p. 1-2. doi:10.1093/bib/bbs061

- Murthy, D. N. P., Page, N.W., Rodin, E.Y. (1990). Mathematical Modelling. Pergamon Press. Oxford.
- Nikodinovic-Runic, J., Guzik, M., Kenny, S. T., Babu, R., Werker, A., O Connor, K. E. (2013). Carbon-Rich Wastes as Feedstocks for Biodegradable Polymer (Polyhydroxyalkanoate) Production Using Bacteria. *Advances in Applied Microbiology*, p.154. doi:10.1016/b978-0-12-407673-0.00004-7
- Ramli N. A, Rahman R. A, Llias R.M. (2017). Microbial Growth Kinetics in Isobutanol Production by *Saccharomyces cerevisiae*. *Chemical Engineering Transactions*, 56, p. 794-795 . doi: 10.3303/CET1756133
- Ross, S.L. (1984). Differential Equations. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Sa'adah, A.F. (2016) Analisis Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia. Institut Pertanian Bogor. Bogor, p. 5-6.
- Santoso, A. (2016). Journal : Bekonang, Alkohol Menetes Turun Temurun. <https://www.liputan6.com/news/read/2681874/journal-bekonang-alkohol-menetes-turun-temurun>, 3 November 2019
- Satwika, D., Djoatmodjo, S., Finnegan, G., Puttajaya, D., Ivana., J. (2019). Isolation and Characterization of Fementing Yeast from Traditional Ethanol Production. *ICRIEMS FMIPA UNY*, p. 3-4.
- Silva, R. O. da, Batistote, M., Cereda, M. P. (2013). Alcoholic fermentation by the wild yeasts under thermal, osmotic and ethanol stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56(2), p. 161. doi:10.1590/s1516-89132013000200001
- Snoek, T., Verstrepn, K. J., Voordeckers, K. (2016). How do yeast cells become tolerant to high ethanol concentrations? *Current Genetics*, 62(3), p. 476–477. doi:10.1007/s00294-015-0561-3
- Voordeckers, K., Kominek, J., Das, A., Espinosa-Cantú, A., De Maeyer, D., Arslan, A., Verstrepn, K. J. (2015). Adaptation to High Ethanol Reveals Complex Evolutionary Pathways. *PLOS Genetics*, 11(11), p. 2 . doi:10.1371/journal.pgen.1005635
- Zentou, H., Zainal Abidin, Z., Yunus, R., Awang Biak, D. R., Zouanti, M., Hassani, A. (2019). Modelling of Molasses Fermentation for Bioethanol Production: A Comparative Investigation of Monod and Andrews Models Accuracy Assessment. *Biomolecules*, 9(8), 308, p. 2-3 . doi:10.3390/biom9080308