

## The Effect of Molasses Concentration on the Growth of Yeast *Saccharomyces Cereviceae* in Making Single Cell Proteins the Effect of the concentrate on of Waste Molasses on the Growth of Yeast *Saccharomyces Cereviceae* in the Making of Single Cell Proteins

Virdhalya Kartika Bahtiar<sup>1\*</sup>, Patang<sup>2</sup>, Indrayani<sup>3</sup>  
Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas  
Negeri Makassar

**Corresponding Author:** Virdhalya Krtika Bahtiar [virdalyakartika@gmail.com](mailto:virdalyakartika@gmail.com)

### ARTICLE INFO

*Keywords:* Molasses, Growth, *S.cereviceae*, Single Cell Proteins

*Received :* 18, November

*Revised :* 20, Desember

*Accepted:* 22, Januari

©2024 Bahtiar, Patang, Indrayani:  
This is an open-access article  
distributed under the terms of the  
[Creative Commons Atribusi 4.0  
Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



### ABSTRACT

The aim of the research was to determine the optimal molasses concentration for the growth of *Saccharomyces Cereviceae* yeast and the protein content of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in making PST. This research used an experimental method with a quantitative approach and used a Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments and 3 replications. The concentrations in this study were 10%, 15%, 20%, 25% molasses and control. The results obtained showed that the protein levels obtained ranged from 13-47%. Apart from that, the highest specific growth rate (SGR) and protein productivity were found in the M1 treatment with 10% molasses.

## Pengaruh Konsentrasi Molase terhadap Pertumbuhan Ragi *Saccharomyces Cereviceae* dalam Pembuatan Protein Sel Tunggal

### Pengaruh Konsentrasi Limbah Molase terhadap Pertumbuhan Ragi *Saccharomyces Cereviceae* dalam Pembuatan Protein Sel Tunggal

Virhdhalya Kartika Bahtiar<sup>1\*</sup>, Patang<sup>2</sup>, Indrayani<sup>3</sup>

Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

**Corresponding Author:** Virhdhalya Krtika Bahtiar [virhdalyakartika@gmail.com](mailto:virhdalyakartika@gmail.com)

---

#### ARTICLE INFO

*Kata Kunci:* Molase, Pertumbuhan, *S.cereviceae*, Protein Sel Tunggal

*Received :* 18, November

*Revised :* 20, Desember

*Accepted:* 22, Januari

©2024 Bahtiar, Patang, Indrayani:

This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



#### ABSTRAK

Tujuan penelitian ialah untuk mengetahui konsentrasi molase yang optimal terhadap pertumbuhan khamir *Saccharomyces Cereviceae* dan kadar protein khamir *Saccharomyces cerevisiae* pada pembuatan PST. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Konsentrasi dalam penelitian ini yakni molase 10%, 15%, 20%, 25% dan kontrol. Hasil yang diperoleh menunjukkan kadar protein yang diperoleh berkisar antara 13-47%. Selain itu laju pertumbuhan spesifik (SGR) dan produktivitas protein tertinggi terdapat pada perlakuan M1 dengan molase 10% .

---

## PENDAHULUAN

Molase merupakan hasil olahan utama setelah gula pasir pada proses pengolahan tebu menjadi gula (Puspitasari, 2008). Molase ialah salah satu limbah dari pabrik gula yang terus mengalami peningkatan jumlah produksi tiap tahunnya. Penyebabnya ialah semakin banyaknya industri pabrik gula di Indonesia. Tahun 2003 menunjukkan produksi molase dari 1,6 juta ton menjadi 2,25 juta ton. Selanjutnya, tahun 2005 terus meningkat menjadi 2,27 juta ton. Produksi gula nasional pada tahun 2008 terus meningkat menjadi 2,78 juta ton pada 58 pabrik gula yang ada. Kemudian produksi molase tahun 2011 yang diperoleh PTPN sebanyak 310.167 ton serta tahun 2012 meningkat sebesar 367.046 ton (Data Riset Industri dan Pemasaran Gula di Indonesia, 2009)

Meskipun jumlah molase yang dihasilkan berlimpah, namun pemanfaatan molase belum maksimal. Sebagian besar molase dijual kepada pihak ketiga seperti di Pabrik Gula Bone. Namun, tidak sedikit pula yang dimanfaatkan masyarakat hanya sebagai pakan ternak. Peningkatan jumlah molase setiap tahunnya mendorong masyarakat agar dapat memanfaatkan molase menjadi produk yang lebih bermanfaat (Algus, 2014). Cairan kental yang warnanya coklat gelap serta mengandung bahan-bahan organik seperti karbohidrat, gula, senyawa nitrogen serta asam organik ialah ciri utama dari molase (Ratningsih, 2008). Menurut Judoamidjojo dan Darwis (1992), Kandungan molase ialah sejumlah besar gula, biasanya berbentuk sukrosa dan beberapa gula reduksi gula reduksi. Banyaknya kandungan gula dalam molase berkisar antara 48-56% dan pH-nya 5,5-5,6. Kandungan gula yang tinggi pada molase menyebabkan molase ini dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat untuk medium pertumbuhann mikroorganisme (Sebayang, 2006). Oleh karena itu, molase dapat dimanfaatkan sebagai media dalam pertumbuhan mikroorganisme pada pembuatan Protein Sel Tunggal (PST).

Protein Sel Tunggal (PST) ialah sel kering atau bio massa mikroorganisme baik itu khamiri, bakteri, dan ganggang. PST digunakan sebagai sumber protein untuk pangan maupun pakan (Madigan et al, 2000). Protein ialah elemen penting dikarenakan didalam tubuh protein berfungsi sebagai sumber utama energi. Protein juga dapat menata proses metabolisme tubuh dalam bentuk enzim maupun hormone serta dapat menjadi sistem tubuh dalam pertahanan melawan berbagai zat toksik dan mikroba yang berasal dari luar. Protein juga merawat sel dan jaringan (Diana, 2009). Pemenuhan protein di masa depan dengan PST sangat direkomendasikan, hal ini disebabkan selain mengandung beberapa jenis protein, juga terapat kandungan lemak, karbohidrat, mineral, vitamin, serta nutrien lain bagi kebutuhan manusia. Mikroba penghasil PST biasanya mikroorganisme yang memiliki satu sel atau banyak yang lebih sederhana, baik itu khamir, jamur, bakteri, protozoa serta ganggang (Amaria et al, 2001).

Pembuatan PST dimungkinkan dapat menggunakan kultur dari khamir *S. cerevisiae*. Khamir yang tergolong kelas ascomycetes ini memiliki banyak kandungan protein, lemak serta karbohidrat yang aman dikonsumsi baik untuk manusia maupun hewan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi. Khamir ini mengandung beberapa vitamin, seperti vitamin B kompleks.

*S. cerevisiae* digunakan untuk menghasilkan PST umumnya dapat ditumbuhkan pada limbah yang terdapat unsur karbon serta nitrogen yang sering ditemui pada limbah hasil industri. (Amaria et al., 2001). Limbah hasil industri yang dapat digunakan satu diantaranya ialah limbah pabrik gula berupa tetes tebu atau molase. Faktor penting bagi sel *S. cerevisiae* dalam pertumbuhannya ialah gula reduksi yang digunakan sebagai sumber energi dalam melakukan metabolisme. Menurut Endah et al, (2012) *S. cerevisiae* memiliki tingkat efektifitas yang terbaik dalam pemanfaatan molase dalam pertumbuhan biomasanya. Khamir ini mampu secara optimal memanfaatkan karbon dan nutrisi lain pada molase untuk pertumbuhan selnya.

Penelitian ini memanfaatkan limbah molase sebagai sumber karbon karena mengandung sukrosa yang disusun oleh glukosa dan fruktosa sebagai sumber energi dalam pertumbuhan khamir *S. cerevisiae*. Berdasarkan hasil penelitian Wulandari (2012) bahwa khamir *S. cerevisiae* dapat memanfaatkan limbah molase secara optimal dalam pertumbuhannya dibanding dengan *Candida utilis* dan *Endomycopsis fibuligera*. Variasi konsentrasi molase dalam pembuatan PST sebagai sumber karbon bertujuan untuk mengetahui konsentrasi terbaik dalam menumbuhkan *S. cerevisiae* serta perbedaan kadar protein yang dihasilkan dari setiap konsentrasi molase yang digunakan. Variasi konsentrasi molase diharapkan menghasilkan produksi PST yang lebih maksimal. Hasil PST tersebut diharapkan sebagai alternatif sumber protein.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Molase merupakan hasil olahan utama setelah gula pasir pada proses pengolahan tebu menjadi gula (Puspitasari, 2008). Molase ialah salah satu limbah dari pabrik gula yang terus mengalami peningkatan jumlah produksi tiap tahunnya. Penyebabnya ialah semakin banyaknya industri pabrik gula di Indonesia. Tahun 2003 menunjukkan produksi molase dari 1,6 juta ton menjadi 2,25 juta ton. Protein Sel Tunggal (PST) ialah sel kering atau bio massa mikroorganisme baik itu khamiri, bakteri, dan ganggang. PST digunakan sebagai sumber protein untuk pangan maupun pakan (Madigan et al, 2000). Protein ialah elemen penting dikarenakan didalam tubuh protein berfungsi sebagai sumber utama energi.

*S. cerevisiae* digunakan untuk menghasilkan PST umumnya dapat ditumbuhkan pada limbah yang terdapat unsur karbon serta nitrogen yang sering ditemui pada limbah hasil industri. (Amaria et al., 2001). Limbah hasil industri yang dapat digunakan satu diantaranya ialah limbah pabrik gula berupa tetes tebu atau molase. Faktor penting bagi sel *S. cerevisiae* dalam pertumbuhannya ialah gula reduksi yang digunakan sebagai sumber energi dalam melakukan metabolisme.

## METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan merupakan eksperimen dan memakai pendekatan kuantitatif. Pendekatan penelitian merupakan langkah-langkah pada pelaksanaan penelitian, tujuannya memahami pengaruh dan konsentrasi terbaik molase pada pembuatan PST. Metode penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan khusus pada yang lain dalam kondisi terkendali (Sugiyono, 2009). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan serta 3 kali ulangan pada lama inkubasi 0, 12, 24, 36, 48, 60,72, 84, 96 dan 120 jam.

Adapun ulangannya sebagai berikut.

K: Perlakuan dengan konsentrasi gula pasir sebanyak 22,4 gram

M<sub>1</sub>: Perlakuan dengan konsentrasi molase  
10%

M<sub>2</sub>: Perlakuan dengan konsentrasi molase  
15%

M<sub>3</sub>: Perlakuan dengan konsentrasi molase  
20%

M<sub>4</sub>: Perlakuan dengan konsentrasi molase  
25%

## Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan bulan Juni hingga November tahun 2021. Bertempat di Laboratorium Pendidikan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar.

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada pembuatan Protein Sel Tunggal ialah timbangan, cawan petri, gelas kimia, Erlenmeyer, mikroskop, UV/VIS, hemasitometer, pipet ukur, sentrifuse, labu takar, mortar, jarum ose, Bunsen, oven, tabung reaksi, vakum filtrasi serta rak tabung reaksi. Bahan-bahan yang digunakan ialah: Molase, kultur *Saccharomyces cereviceae* 1%, PDA, alunium foil, aquades, gula pasir, kalium hidropofat, ammonium sulfat, larutan BSA, Reagen A (2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dalam 0,1 NaOH 100 ml) serta reagen B (0,5 % CuSO<sub>4</sub>SH<sub>2</sub>O dalam 1% Na-K tartrat 100 ml) dan reagen folin.

## Prosedur Penelitian

### Peremajaan *S. cereviceae*

Sebanyak PDA ditimbang 10,5 g kemudian aquades ditambahkan 250 ml dan dihomogenkan serta dipanaskan pada hotplet hingga mendidih. Sebanyak 9 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi masing-masing serta disterilisasi selama 15 menit pada autoklaf dengan suhu 121°C. Jarum ose yang telah disterilkan, disentuhkan pada biakan murni sel *S. cerevisiae*, lalu di inkubasi pada suhu ruang selama 48 jam (Puspita *et al*, 2020).

### **Persiapan Starter**

Sebanyak 22,4 gram sukrosa dilarutkan dengan 100 ml *aquades* kemudian ditambahkan nutrisi berupa  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  masing-masing 1 g. Larutan dipanaskan sampai mendidih dan disterilisasi selama 15 menit dalam autoklaf dengan suhu 121 °C, dilanjutkan dengan pendinginan. Setelah dingin kultur *S. cerevisiae* ditambahkan sebanyak 1% dan diinkubasi selama 48 jam (Pawigya, 2011).

### **Pembuatan Media Inkubasi**

Disiapkan gula pasir dengan konsentrasi 22,4 gram sebagai kontrol dan diencerkan dengan *aquades* sebanyak 100 ml. Kemudian Molase sebanyak 50 ml molase dilarutkan dalam 500 ml *aquades* (v/v) dan disaring. Setelah itu, larutan molase dibagi menjadi beberapa bagian dengan konsentrasi 10%, 15%, 20% dan 25%. Masing-masing sampel diencerkan dengan *aquades* sebanyak 100 ml (v/v). Kemudian ditambahkan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  masing-masing 1 g. Setelah itu, masing-masing sampel dipanaskan hingga mendidih. Media disterilkan selama 15 menit menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, yang terakhir mendinginkan larutan. Setelah itu, starter ditambahkan sebanyak 1% pada media inkubasi dan diinkubasi selama 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96 dan 120 jam (Mashitoh, 2012).

### **Teknik Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan Teknik pengumpulan dengan cara pencatatan serta pengamatan secara terstruktur pada subjek penelitian. Pengambilan data dilakukan dengan pengujian sebagai berikut :

### **Perhitungan jumlah mikroba**

Perhitungan sel *S. cerevisiae* dilakukan setiap 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96 dan 120 jam, berlandaskan metode yang digunakan Hadioetomo (1993) dalam Purwitasari, *et al*, (2004) yaitu pengukuran hemasitometer melalui mikroskop cahaya. Setelah masa inkubasi berakhir, dilakukan pengukuran laju pertumbuhan spesifik, dengan persamaan:

$$LPS = \frac{\ln ( N_2/N_1)}{t_2 - t_1}$$

Keterangan:

LPS : Laju Pertumbuhan Spesifik

$N_2$  : Nilai pada pertumbuhan waktu ke-t

$N_1$  : Nilai pada pertumbuhan awal

t : Waktu Pengamatan

### **Pengukuran Berat Kering Sel dan Biomassa**

Sebanyak 10 ml sel-seli *S. cerevisiae* dipanen dengan sentry fugasi 3000 rpm selama 10 menit. Endapan yang diperoleh dicuci dengan cara diberi *aquades* serta disaring dengan kertas saring Whatman GF/C, 25 mm yang sudah ditimbang terlebih dahulu. Filter yang berisi sel khamir dikeringkan pada suhu 75°C selama 5 jam. Kemudian filter berisi khamir ditimbang Kembali. Berat kering sel dapat diperoleh dengan persamaan berikut (Amaria *et al*, 2001).

$$\text{Berat Kering (g/L)} = (\text{Berar filter dengan sel Khamir } S. cereviceae) - (\text{Berat filter})$$

Setelah menimbang, sampel ditambahkan pada tanur dengan suhu 450°C selama 7 jam. Selanjutnya ditimbang serta diperoleh nilai Biomassa. Pengukuran ini dilakukan pada jam ke 120 jam. Biomassa diperoleh dengan persamaan berikut (Indrayani 2017).

$$\text{Biomassa (g/L)} = (\text{Berar kering sel}) - (\text{Berat abu})$$

### Analisis Kadari Proteini

Metode Lowry ialah metode yang dapat digunakan untuk menentukan kadar protein dan BSA (Bovine Serum Albumin) digunakan sebagai standar. Pertama sebanyak 10 ml sampel disentrifugasi 3000 rpm dalam waktu 10 menit. Selanjutnya sampel tersebut disaring menggunakan kertas Whatman GF/C, 25 mm dengan bantuan vakum filtrasi. Setelah itu, sample digerus hingga halus dan dicuci menggunakan aquades. Hasil yang diperoleh kembali disentrifugasi 3000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya 0,1 mL supernatan pada sampel dimasukkan 2 mL larutan Lowry C(50 mL Lowry A (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; NaOH; K-Na Tartrat) + 1 mL Lowry B (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O)). Inkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Selanjutnya 0,2 mL Lowry D (reagen folin-ciocalteau) ditambahkan serta diinkubasi selama 10 menit pada suhu ruang. Selanjutnya sebanyak 5 ml aquades ditambahkan kemudian absorbansinya diukur dengan panjang gelombang 540 nm (Ardyansyah *et al*, 2014).

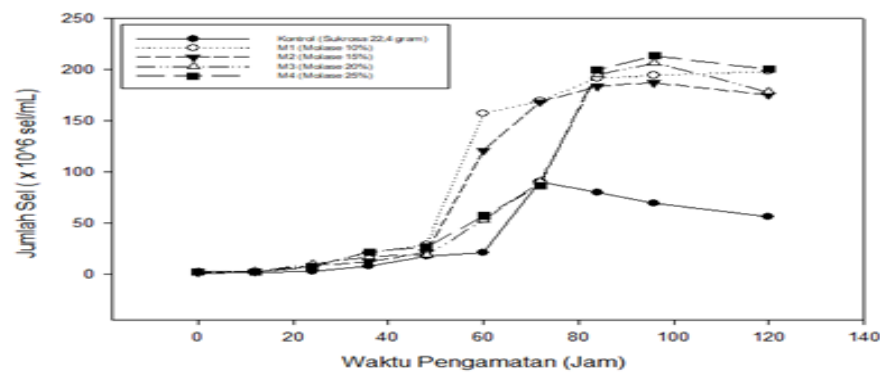
### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu uji persyaratan analisis yang terdiri dari uji normalitas. Selain itu juga menggunakan uji *One Way Anova* pada tingkat signifikansi  $P < 0,05$  menggunakan perangkat sigma plot 14.0 dan Microsoft excel untuk menganalisis data

## HASIL PENELITIAN

### Deskripsi Data

#### Pertumbuhan Khamir *S. cereviceae*



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Khamir *S. Cereviceae* selama 120 jam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada inkubasi selama 120 jam jumlah sel *S. cerevisiae* dalam medium molase yang diukur menggunakan haemositometer pada perlakuan K mengalami peningkatan jam ke-0 hingga jam ke-72, serta terjadi penurunan jam ke-84 hingga pada jam ke-120. Perlakuan M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, dan M<sub>4</sub> mengalami peningkatan pada jam ke-0 hingga jam ke-96 kemudian menurun pada jam ke-120. Kurva pertumbuhan khamir *S. cereviceae* pada berbagai konsentrasi substrat molase mengikuti pola pertumbuhan mikroorganisme pada umumnya yakni terbagi menjadi 4 fase dimulai dengan fase adaptasi (*lag*) kemudian fase eksponensial (*log*), fase stationer serta fase kematian. Pada fase adaptasi (*lag*) mikroorganisme umumnya belum mengalami pertumbuhan atau jumlah selnya masih cenderung konstan, walaupun ada pertumbuhan akan sangat kecil karena mikroorganisme masih berada dalam masa beradaptasi pada lingkungan. (Waites,2001).

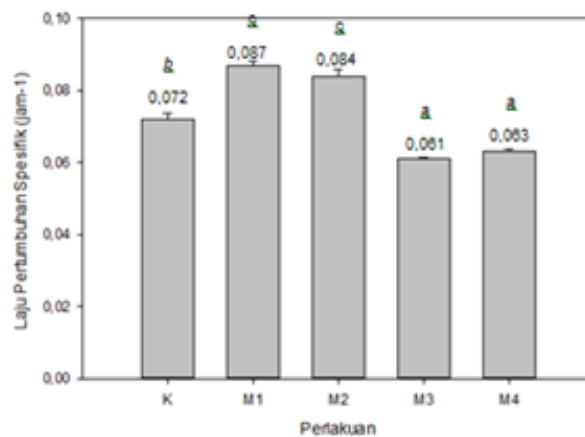
Seiring dengan bertambahnya waktu maka jumlah sel akan semakin menurun. Nutrisi dalam medium juga semakin sedikit. Berkurangnya jumlah sel *S. cerevisiae* juga diakibatkan oleh metabolite hasil fermentasi yang terakumulasi. Hasil metabolisme *S. cerevisiae* berupa etanol mampu menghambat pertumbuhan serta menyebabkan kematian pada khamir sel *S. cerevisiae*. Fase stasioner bergantung pada pemanfaatan nutrisi serta kondisi lingkungan, kemudian dilanjutkan dengan fase kematian. (Wignyanto,2001). Selama proses fermentasi pertumbuhan sel dipengaruhi oleh konsentrasi sukrosa. Pada masa awal pertumbuhan khamir, sumber gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa sangat berpengaruh. Semakin besar konsentrasi sukrosa pertumbuhan sel semakin naik. Namun, Penggunaan konsentrasi substrat terlalu tinggi juga akan mempengaruhi pertumbuhan *S. cerevisiae*. Diperlukan waktu fermentasi lebih lama dan sisa gula yang tidak digunakan semakin banyak (Atiyeh, 2003).

Waktu inkubasi juga sangat mempengaruhi jumlah sel *S. cerevisiae*. Pertumbuhan optimum pada khamir biasanya terjadi pada hari ketiga. Hal ini dikarenakan kemampuan khamir dalam menggunakan nutrisi pada media pertumbuhan secara optimal yang mengakibatkan pembelahan serta aktivitas fermentasi pada *S. cerevisiae* berjalan baik. Waktu inkubasi pada jam ke-0 sampai dengan jam ke-24 menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah sel yang masih tergolong rendah, penyebabnya ialah aktifitas khamir masih rendah serta waktu inkubasi relatif singkat (Mashitoh, 2012). Menurut Khofiyah (2019) Gula reduksi mengalami penurunan sampai dengan jam terakhir inkubasi, walaupun kurva pertumbuhan *S. cerevisiae* menunjukkan fase stasioner yaitu fase kematian sel telah dilewati. Pada fase tersebut sel akan tetap hidup meskipun tidak lagi terdapat tanda-tanda pertumbuhan, tetapi nutrisi seperti gula reduksi tetap dibutuhkan agar sel bertahan hidup. Hal inilah yang menyebabkan gula reduksi terus mengalami penurunan. Awal pertumbuhan sampai dengan memasuki fase stasioner khamir *S. cerevisiae* menggunakan gula sederhana berupa fruktosa dan glukosa. Ketika gula sederhana jumlahnya menurun, tersisa gula jenis polisakarida yang sulit dimanfaatkan *S. cerevisiae* dan pada akhirnya metabolisme sel terganggu. Pada akhirnya laju pertumbuhan *S. Cerevisiae* terhambat dan mengalami fase kematian sel.

Molase yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan mikroba, karena pada molase terdapat sukrosa yang dibutuhkan *S. cereviceae*. Molase menyediakan lingkungan yang sangat cocok bagi pertumbuhan khamir. Menurut Judoamidjojo dan Darwis (1992), molase mengandung banyak gula, yang terdiri dari sukrosa serta gula reduksi lainnya seperti glukosa dan fruktosa. Kandungan gula berkisar 48-56% serta pH-nya 5,5-5,6. Namun, karena tingginya konsentrasi gula yang terdapat pada molase, maka dilakukan pengenceran terlebih dahulu agar khamir *S. cereviceae* tidak mengalami stress. Gula reduksi ialah salah satu faktor yang sangat dibutuhkan bagi sel *S. cerevisiae* sebagai sumber energi dalam proses metabolisme. Menurut Wulandari *et al*, (2012) *S. cerevisiae* memiliki tingkat efektifitas yang terbaik dalam pemanfaatan molase dalam pertumbuhan biomasnya. Khamir ini mampu memanfaatkan karbon serta nutrisi lain dalam molase bagi pertumbuhan sel secara optimal.

### Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan seiring waktu pengamatan baik itu yang berpengaruh pada jumlah atau suatu ukuran (Hermawan *et al*, 2012). Hasil pengamatan, rata-rata SGR yang paling tinggi diperoleh perlakuan M<sub>1</sub> dengan nilai 0,087 jam<sup>-1</sup>. Sedangkan SGR terendah diperoleh dari perlakuan M<sub>3</sub> dengan nilai 0,061 jam<sup>-1</sup>



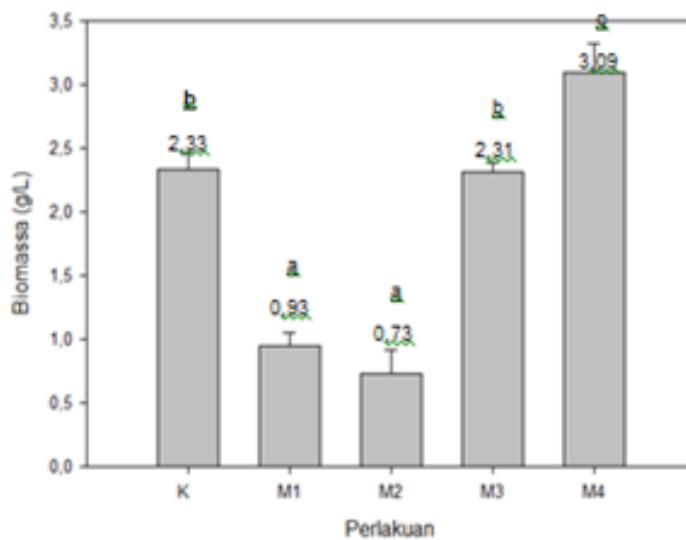
**Gambar 2. Rata-rata SGR Khamir *S. cereviceae* pada Berbagai Konsentrasi Molase**

Menurut Boendet *et al.*, (2009) bahwa pada *S. cereviceae*, kondisi tingkat pertumbuhan spesifik biasanya berkisar antara 0,03 jam<sup>-1</sup> dan 0,40 jam<sup>-1</sup>. Kisaran ini relevan dan banyak diaplikasikan pada industri. Lebih lanjut dikatakan bahwa pada lingkungan alami, pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae* 0,03 jam<sup>-1</sup> dengan waktu inkubasi 24 jam ialah pertumbuhan yang dapat dikatakan sangat cepat. Ada banyak faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik pada khamir seperti konsentrasi oksigen, suhu, pH, kelembaban, nutrisi serta senyawa penghambat. Nutrisi yang cukup pada khamir bergantung pada komposisi makanan tempat khamir itu tumbuh.

Khamir *S. cereviceae* memiliki kemampuan untuk metabolisme lemak, karbohidrat dan protein (Yurliasni, 2013). Menurut Reni P (2008) Molase kaya akan kandungan gula yang masih dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme. Semakin tinggi kandungan molase pada substrat maka akan semakin tinggi pula kandungan gula dalam substrat, yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber karbon oleh mikroorganisme. Menurut Murray (2003), kecepatan pertumbuhan *S. cereviceae* lebih cepat, disebabkan kemampuannya dalam memanfaatkan nutrisi karbon dalam limbah molase yang nantinya digunakan untuk metabolisme serta pembelahan sel. *S. cereviceae* dapat langsung melakukan pembelahan terus menerus serta jumlahnya bertambah secara difernesial sehingga lebih cepat berkembang jumlahnya.

### Biomassa

Berat sel kering setiap masa inkubasi dapat diketahui dengan melakukan pengukuran jumlah biomassa sel. Berat kering sel digunakan untuk mengetahui parameter konsumsi substrat maupun produksi senyawa yang dikehendaki serta mengukur efisiensi masa inkubasi. Berdasarkan hasil penelitian, biomassa yang diukur pada jam ke-120 tertinggi diperoleh dari perlakuan M4 yakni konsentrasi molase sebanyak 25% dengan rata-rata biomassa sebesar 3,09 g.



**Gambar 3. Biomassa Sel Khamir *S. cereviceae* pada jam ke-120**

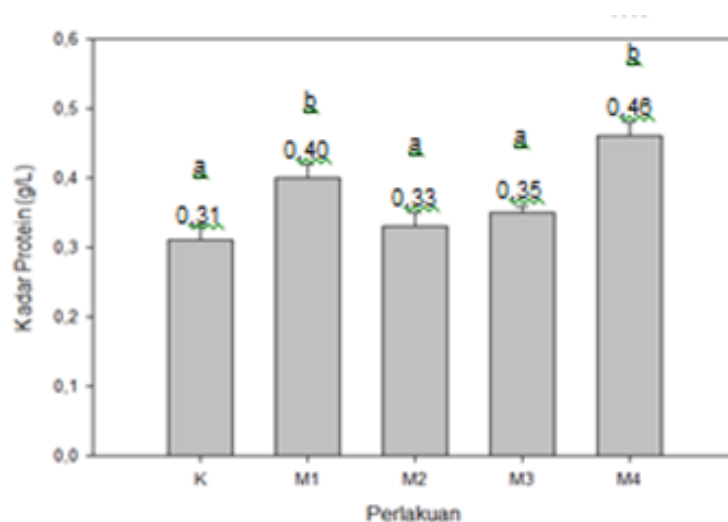
Pada penelitian Wulandari et al, (2012) diperoleh hasil bahwa dalam tingkat efektifitas pemanfaatan limbah molase dalam pertumbuhan biomassa *S. cereviceae* terbaik dengan pertumbuhan tertinggi berturut-turut dicapai 156,33 mg dalam waktu 18 jam dibanding dengan *Candida utilis* dan *Endomycopsis fibuligera*. Hal ini disebabkan *S. cereviceae* secara optimal mampu memanfaatkan karbon serta nutrisi lain pada limbah molase bagi pertumbuhan selnya. Menurut Mashitoh (2012) Meningkatnya berat kering sel *S. cereviceae* sangat dipengaruhi kemampuan sel dalam memanfaatkan sumber nutrisi didalam substrat serta kecepatan pertumbuhan sel. Kualitas nutrisi yang semakin baik pada substrat yang dimanfaatkan sel khamir maka pertumbuhannya juga semakin cepat yang mengakibatkan jumlah sel akan

meningkat pada waktu inkubasi. Selain itu, berat kering sel juga dipengaruhi oleh ukuran sel khamir *S. cereviceae* itu sendiri.

Ukuran sel yang jauh lebih besar pada perlakuan K, M3 dan M4, menyebabkan rata-rata biomassa yang diperoleh lebih tinggi dibanding dengan perlakuan M1 dan M2, meskipun laju pertumbuhannya lebih cepat. Pada perlakuan K, M3 dan M4 khamir *S. cereviceae* berkembang biak secara vegetativ yaitu dengan cara pertunasan yang menghasilkan pseudomiselium. Sedangkan pada perlakuan M1 dan M2 berkembang biak dengan cara membelah diri. Semakin rendah konsentrasi gula pada media pertumbuhan maka enzim invertase dapat lebih cepat menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang dapat dimanfaatkan oleh khamir *S. cereviceae* (Agustining, 2012). Menurut Fardiaz (1992) Meskipun pada kultur yang sama, dapat terjadi kemungkinan bentuk dan ukuran sel khamir berbeda. Penyebabnya ialah perbedaan usia sel serta keadaan lingkungannya. Sel yang tua akan memiliki bentuk yang berbeda dari yang muda karena proses ontogen atau perkembangan pada individu sel. Pertumbuhan mikroorganisme dapat dilihat dari dua aspek. Pertama, pertumbuhan sel secara individu disebabkan adanya penambahan volume sel. Kemudian pertumbuhan kelompok yaitu suatu populasi serta pertumbuhan individu dari satu sel menjadi dua, dari dua menjadi empat menjadi banyak.

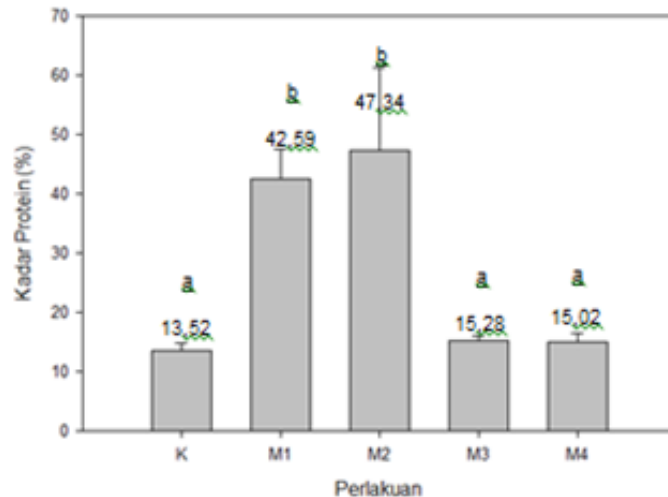
### Kadar Protein

Kadar protein tertinggi rata-rata terdapat pada perlakuan M4 sebesar 0,46 g/L. Sedangkan untuk perlakuan terendah terlihat pada perlakuan K yaitu sebesar 0,31 g/L.



Gambar 4. Rata-rata Kadar Protein Khamir *S. cereviceae* (g/L)

Untuk persentase kadar protein terhadap biomassa diperoleh bahwa rata-rata kadar protein khamir *S. cereviceae* terhadap biomassa berkisar antara 13% hingga 47%. Kadar protein terhadap biomassa rata-rata tertinggi pada perlakuan M2 sebesar 47,34%. Sedangkan kadar protein terendah terhadap biomassa pada perlakuan K dengan rata-rata 13,52%.

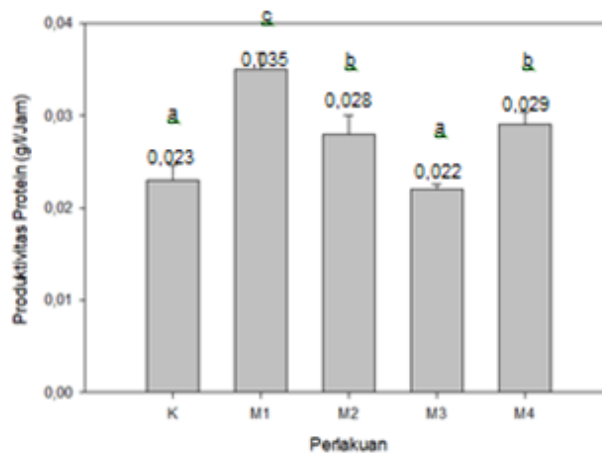


**Gambar 5. Rata-rata Kadar Protein Khamir *S. cereviceae* terhadap Biomassa (%)**

Persentase kadar protein pada penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian lainnya, diantaranya pada penelitian Purwitasari (2004) kandungan protein sel tunggal yang diproduksi oleh *S. cereviceae* dengan media YEPD pada sebesar 26-38%. Kemudian dalam dalam studi Mashitoh (2012) tentang pembuatan protein sel tunggal dari limbah dedak menggunakan khamis *S. cereviceae* adalah 29-37%. Menurut Rosma (2005) dalam Mashitoh (2012) Biomassa sel dan protein meningkat tergantung pada jumlah sumber karbon didalam substrat. Apabila sumberi karbon secara optimum dapat terpenuhi maka dinding selnya akan dibentuk secara optimal pula serta kandungan protein sel dapat meningkat. Pemecahan sukrosa dan karbohidrat dalam molase dapat menjadi sumber karbon, serta kebutuhan nitrogen dari penambahan  $\text{NH}_2(\text{SO}_4)$ . Nitrogen adalah nutrisi terpenting untuk produksi biomassa (Grobbelaar 2013).

Berdasarkan hasil penelitian Pawigya (2011) nutrisi yang lebih banyak ditambahkan sampai 1 g akan memperoleh kadar protein yang lebih besar pula. Penyebabnya karena khamir dalam pertumbuhannya perlu nutrisi. Namun, apabila setelah penambahan 1 g kadar protein semakin menurun berarti hal ini disebabkan penambahan nutrisi yang berlebih sehingga pertumbuhan khamir terhambat. Meskipun hasil pengukuran biomassa pada perlakuan K, M3 dan M4 lebih besar dibanding perlakuan M1 dan M2, namun persentase kadar protein yang diperoleh pada perlakuan M1 dan M2 lebih tinggi. Fenomena ini dikarenakan pada komposisi sel *S. cereviceae* selain mengandung protein, juga mengandung beberapa nutrient lain seperti karbohidrat, lemak dan mineral yang cukup besar. Sehingga dalam biomassa sel yang besar belum tentu mengandung kadar protein yang besar pula.

Waktu pembiakan juga mempengaruhi kadar protein sel. Menurut Kuswardani dan Wijaja seputra(1998) terlalu singkatnya waktu pembiakan dapat menghasilkan PST dengan jumlah yang sedikit dikarenakan biokonversi komponen medium yang tidak optimal. Waktu pembiakan lebih lama menyebabkan terjadinya penurunan protein yang terkumpul dalam PST yang diakibatkan oleh autobiodegradasi untuk pemenuhan kebutuhan energi. Hal ini berhubungan dengan nutrisi yang tersedia pada medium yang semakin berkurang. Produksi kadar protein oleh khamir *S. cereviceae* (g/l) pada setiap jam dapat diketahui dengan melihat produktivitas protein. Produktivitas protein pada khamir *S. cereviceae* tertinggi diperoleh oleh perlakuan M1 yaitu pada konsentrasi molase 10%. Produktivitas protein didasarkan pada jumlah kadar protein yang terkandung pada khamir *S. cereviceae* serta laju pertumbuhan spesifiknya. Kadar protein dan laju pertumbuhan spesifik berbanding lurus dengan produktivitas protein, sehingga semakin besar kadar protein dan laju pertumbuhan spesifik yang diperoleh, maka produktivitas protein juga akan semakin tinggi.



**Gambar 5. Produktivitas Protein Khamir *S. cereviceae***

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *S. cereviceae* dapat tumbuh dengan baik pada semua jenis media yang digunakan. Perlakuan terbaik dalam menghasilkan Protein Sel Tunggal ialah perlakuan M1 dengan 10% molase.

## PENELITIAN LANJUTAN

Masih melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui lebih jauh lagi tentang Pengaruh Konsentrasi Molase terhadap Pertumbuhan Khamir *Saccharomyces Cereviceae* dalam Pembuatan Protein Sel Tunggal the Effect of the concentration of Waste Molase on the Growth of Yeast *Saccharomyces Cereviceae* in the Making of Single Cell Proteins

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, M. 2012. Pengaruh Fermentasi dan Konsentrasi Ragi Rot Terhadap Kadar Bioetanol dari Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. Departemen Kimia Universitas Sumatra Utara
- Agustining, D. 2012. Daya hambat *saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *fusarium oxysporum*. Skripsi. Universitas JemberTernak. Jurnal Wartazoa. Vol 15(1), Hal 49-55.
- Ahmad, R. Z. 2005. Pemanfaatan Khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk
- Algus, L. F. 2014. Isolasi Khamir dari Tetes Tebu dan Potensinya dalam Menghasilkan Etanol. Skripsi. Kimia. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Amaria, Isnawati, Rini, dan Tukiran. 2001. Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* dari Limbah Buah dan Sayur Sebagai Sumber Vitamin B. Himpunan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan, Hal 138-150
- AOAC. 2005. Fat content (assosiation). Assosiation of Official Analycal Chemistry (AOAC).
- Atiyeh, R.M., J. Dominguez, S. Subler, and C.A. Edwards. 2000. Changes in Biochemical Properties Of Cow Manure During Processing By Wearthworm (*Eisenia Andrei*) And The Effects on Seedling Growth. *Pedobiologia*, 44 :709-7724
- Boender, L.G.M., Husler, E.A.D., Maris, A.J.V., Lapujade, P.A.D., dan Pronk, J.T. 2009. Quantitative Physiology of *Saccharomyces cerevisiae* at Near-Zero Specific Growth Rate. *Applied And Environmental Microbiology*. Vol 75 (17) : 5607-5614
- Data Riset Industri dan Pemasaran Gula di Indonesia. 2009. Workshop Budidaya dan Pemanfaatan Tetes untuk Bahan Pangan dan Energi.
- Diana, F.M. 2009. Fungsi dan Metabolisme Protein dalam Tubuh Manusia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 4 (1), Hal 47-52
- Endah, R.S., Anang M.L., Munifatul I. 2015. Produksi Protein Sel Tunggal *Saccharomyces cerevisiae* pada Limbah Non Dairy Creamer Berdasarkan Berat Kering Sel dan Waktu Fermentasi. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Hal 510-515
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi pangan I. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Gaur, K. 2006. Process Optimization for The Production of Ethanol via Fermentation. Dissertation (Master of Science). Department of Biotechnology and Env. Science. Thapar Institute of Engg and Technology. Patiala
- Goeddel, D.V. 1990. *Methods in Enzymology*. New York: Academic Press, Inc.
- Indrayani. 2017. Solation And Characterization Of Microalgae With Commercial Potential. Thesis. Murdoch University
- Judoamidjojo, M., Darwis, A., Said, E.G. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta : Rajawali Press
- Khofiya, Zunairoh Nidaan et al. 2019. Hidrolis Kulit Buah Kopi Oleh Kapang *Pestalotiopsis* sp. VM 9 Serta Pemanfaatan Hidrolisatnya Sebagai Medium

- Produksi Protein Sel Tunggal *Saccharomyces cerevisiae*. Berkala Sainstek . VII (1): 19-23
- Kusmiati. 2007. Produksi Glukan dari dua Galur *Agrobacterium* sp. pada Media Mengandung Kombinasi Molase dan Urasil. *Biodiversitas* (Online). Vol. 8 (1)
- Kuswardani, I. dan A. I. Wijajaseputra. 1998. Produksi Protein Sel Tunggal *Phanerochaete chrysosporium* pada Media Limbah Cair Tahu yang diperkaya:Kajian Optimasi Waktu Panen. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi
- Lus, M. 2011. Manfaat dan Keamanan Makanan Fermentasi untuk Kesehatan (Tinjauan dari Aspek Ilmu Pangan). *Jptk Undiksha*. Vol. 8(1), Hal 53–58
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Parker, J. 2000. *Brock Biology of Microorganims*. Ninth Edition. Prentice-Hall. London.
- Maryana, L., Syariful A., Arsa W.N. 2016. Produksi Protein Sel Tunggal dari Kultur *Rhizopus oryzae* dengan Medium Limbah Cair Tahu. *Galenika Journal Of Pharmacy*. Vol. 2 (2), Hal 132 - 137
- Mashitoh, E. 2012. Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Terhadap Pertumbuhan Khamir Roti *Saccharomyces Cerevisiae* pada Media Bekatul dalam Produksi Protein Sel Tunggal. Skripsi. Jurusan Biologi.Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Mondal, A.K., Sengupta, S., Bhowal, J and D.K. Bhattacharya. 2012. Utilization of Fruit Wastes in Producing Single Cell Protein. *International Journal of Science Environment and Technology*. Vol 1(5), Hal 430-438
- Musyarroh. 2020. Penentuan Kadar Protein pada *Spirulina Platensis* Menggunakan Metode Lowry dan Kjeldah. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.15 (1), Hal 40-45
- Nasseri, R. A., Morowvat, G. 2011. Single Cell Protein : Production and Process. *American Journal of Food Technology*. Vol 6 (2), Hal 103 - 116
- Ofodile. 2011. Effect of the Mycelial Culture of *Ganoderma lucidum* on Human Pathogenic Bacteria. *International journal of Biology*. Vol 3 (2)
- Okafor, N. 2007. *Modern Industrial Microbiology and Biotechnology* edisi 1. Sciene Publisher, New Hampshire, United State of America
- Pawignya, H. 2011 . Pembuatan Protein Sel Tunggal dari Limbah Nanas dengan Proses Fermentasi. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Hal 1-5
- Pelczar dan Chan. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Purwaningtyas, Y.R. 2019. Produksi Protein Sel Tunggal *Gluconacetobacter xylinus* Dengan Medium Limbah Cair Tempe Menggunakan Metode Air - Lift Bioreactor. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi. Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sanata Dharma
- Purwitasari, E., Pangastuti A., dan Setyaningsih. 2004. Pengaruh Media Tumbuh terhadap Kadar Protein *Saccharomyces cereviceae* dalam Pembuatan Protein Sel Tunggal. *Jurnal Bioteknologi*. Vol 1 (2), Hal 37-42
- Purwoko. T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta

- Puspita, D., Elisabeth N., Erika I., MC. Titania. 2020. Isolasi, Identifikasi dan Uji Produksi Yeast yang Diisolasi Dari Nira Kelapa. *Biosfer, J.Bio. & Pend.Bio.* Vol. 5 (1), Hal : 1-5
- Puspitasari,R. 2008. Kualitas Molase sebagai Bahan Baku Produk Alkohol Pabrik Spiritus Madukismo Yogyakarta. Skripsi. Universitas Sanata Dharma.
- Ratningsih, N. 2008. Uji Toksisitas Molase Terhadap Respirasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). *Jurnal Biotika.* Vol 6 (1)
- Rochani, A., Y. Susy, dan M. Zuhdi. 2016. Pengaruh Konsentrasi Gula Larutan Molases Terhadap Kadar Etanol pada Proses Fermentasi. *Jurnal Reka Buana.* Vol 1 (1), Hal 43-48
- Sebayang, F. 2006. Pembuatan Etanaol dari Molase Secara Fermentasi Menggunakan Sel *Saccharomyces cerevisiae* pada Kalsium Alginat. *Jurnal Teknologi Proses.* Vol. 5 (2) : 68-74.
- Simanjuntak, R. 2009. Studi Pembuatan Etanol dari Limbah Gula (Molase). Skripsi. USU: Medan
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung : Alfabeta
- Suriawiria, U. 1990. Pengantar Biologi Umum . Bandung : Angkasa
- Susanto, T. dan B. Saneto, 1994. Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian. Bina Ilmu, Surabaya.
- Thomas, K.C., Hynes, S.H. dan Ingledew, W.M.. 1996. Practical and theoretical consederation in the production of high concentration of alcohol by fermentation. *Process Biochemistry*, 31: 321-33.
- Waites, M.J., N.L. Morgan, J.S. Rockey, and G. Higton. 2001. *Industrial Microbiology : an introduction.* Blackwell Science, London.
- Wardani, A.K dan Pertiwi N.E.F. 2013. Produksi Etanol dari Tetes Tebu oleh *Saccharomyces cerevisiae* Pembentuk Flok (NRRL - Y 265). *Agritech.* Vol. 33(2), Hal 131-139
- Wignyanto. 2001. Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi Sari Hati Nanas Dan Inokulum *Saccharomyces cervisiae* Pada Fermentasi Etanol. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya, Malang
- Winarno, FG. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi.* Jakarta : Gramedia
- Wulandari, Endah et al. 2012. Limbah Molas : Pemanfaatan sebagai Sumber Karbohidrat untuk Perkembangbiakan Mikroorganisme. *Valensi .* Vol. 2 No. 5 : 565-572
- Yurliasni, Y. Zakaria & Y. Usman. 2013. Nilai Nutrisi Dadih yang Ditambahkan Khamir Asal Dadih. *Agripet.* 14 (2), 139-145.