

**PERBANDINGAN MACAM SUBSTRAT LIMBAH PERTANIAN DAN
AGROINDUSTRI TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN SEL
SACCHAROMYCES CEREVISIAE SEBAGAI KHAMIR PENDUKUNG**

PRODUKSI BIOETANOL: TELAAH PUSTAKA

SKRIPSI

Oleh:

ROSITA ANDRIYANI

NIM. 175100301111024

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021

**PERBANDINGAN MACAM SUBSTRAT LIMBAH PERTANIAN DAN
AGROINDUSTRI TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN SEL
SACCHAROMYCES CEREVISIAE SEBAGAI KHAMIR PENDUKUNG**

PRODUKSI BIOETANOL: TELAAH PUSTAKA

SKRIPSI

Oleh:

ROSITA ANDRIYANI

NIM. 175100301111024

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Perbandingan Macam Substrat Limbah Pertanian dan Agroindustri Terhadap Laju Pertumbuhan Sel *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Khamir Pendukung Produksi Bioetanol: Telaah Pustaka
Nama Mahasiswa : Rosita Andriyani
NIM : 175100301111024
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama,



Dr. Ir. Nur Hidayat, MP

NIP. 19610223 198701 1 001

Pembimbing Kedua,



Nimas Mayang S.S, STP, M.Sc, MP, PhD

NIK. 201106 841130 2 001

Tanggal Persetujuan:

8 Desember 2021

Tanggal Persetujuan:

15 Desember 2021



LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Perbandingan Macam Substrat Limbah Pertanian dan Agroindustri Terhadap Laju Pertumbuhan Sel *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Khamir Pendukung Produksi Bioetanol: Telaah Pustaka

Nama Mahasiswa : Rosita Andriyani

NIM : 17510030111024

Jurusan : Teknologi Industri Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji

Irnia Nurika, STP, MP, PhD
NIP. 19740526 199903 2 001

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Nur Hidayat, MP
NIP. 19610223 198701 1 001

Nimas Mayang S.S, STP, M.Sc, MP, PhD
NIK. 201106 841130 2 001

Ketua Jurusan



Dr. Siti Asmaul M., STP, MP
NIP. 19740608 199903 2 001

Tanggal Persetujuan: 23 Januari 2022





Alhamdulillah.

Terimakasih banyak kepada Allah SWT atas kesabaran, kekuatan dan kenikmatan yang selalu diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Karya ini saya dedikasikan untuk orang-orang yang sangat saya sayangi atas semua dukungan dalam bentuk apapun atas setiap prosesnya

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rosita Andriyani
NIM : 175100301111024
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Macam Substrat Limbah Pertanian dan Agroindustri Terhadap Laju Pertumbuhan Sel *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Khamir Pendukung Produksi Bioetanol: Telaah Pustaka

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 4 November 2021

Pembuat Pernyataan,



Rosita Andriyani
NIM 175100301111024



Rosita Andriyani. 175100301111024. Perbandingan Macam Substrat Limbah Pertanian dan Agroindustri Terhadap Laju Pertumbuhan Sel *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Khamir Pendukung Produksi Bioetanol. Tugas Akhir. Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Nur Hidayat, MP. dan Nimas Mayang S. S, STP, M.Sc, MP, PhD.

RINGKASAN

S. cerevisiae banyak digunakan dalam fermentasi bioetanol karena secara efisien memfermentasi glukosa menjadi bioetanol. Permintaan bioetanol terus mengalami peningkatan di seluruh dunia. Hal tersebut disebabkan menipisnya bahan bakar fosil, krisis ekonomi dan politik, serta meningkatnya kekhawatiran terhadap keamanan lingkungan. Produksi bioetanol sangat membutuhkan ketersediaan sel *S. cerevisiae* dalam proses produksinya. Berdasarkan hal tersebut maka solusi yang dapat dilakukan untuk memenuhi ketersediaan sel *S. cerevisiae* yaitu, dengan meningkatkan produksi mandiri khamir *S. cerevisiae* menggunakan bahan alternatif limbah pertanian dan agroindustri dari industri kecil hingga yang besar. Oleh karena itu diperlukan telaah pustaka laju pertumbuhan *S. cerevisiae* agar ketersediaan khamir terpenuhi sehingga dapat mendukung produksi bioetanol. Tujuan dari telaah pustaka ini yaitu untuk membandingkan dan menganalisis karakteristik substrat limbah, pengaruh konsentrasi substrat serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*.

Metode penelitian ini menggunakan metode *systematic review*. Tahap penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan dengan menggunakan formulasi *Population, Intervention, Comparison* dan *Outcome* (PICO). Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci yang sama pada tiga database (*Google scholar, Science direct* dan *ProQuest*), lalu dilakukan *screening* sebanyak dua kali. Tahap berikutnya dilakukan pengumpulan data dengan pendekatan PRISMA dengan menetapkan syarat inklusi. Literatur yang telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan maka selanjutnya dilakukan analisis konten dengan menerapkan analisis perbandingan dan kesamaan.

Berdasarkan 10 jurnal dapat diketahui bahwa pertumbuhan *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi substrat yang dapat memenuhi nutrisi makro, mikro serta kadar air substrat. Substrat molase (tetes) menjadi substrat yang memiliki kriteria nutrisi yang dominan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* jika dibandingkan dengan nutrisi substrat limbah lain. Substrat molase tersebut mengandung kadar air substrat 20%, karbohidrat 37%, protein 4% dan vitamin, sukrosa 35%, kalsium 0,84%, kalium serta asam-asam organik. Kriteria nutrisi substrat yang rendah terdapat pada daun sorgum. Selain nutrisi, laju pertumbuhan *S. cerevisiae* dapat dipengaruhi oleh konsentrasi substrat yang digunakan. Limbah molase dengan konsentrasi 255 g/l dapat mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik dengan diperoleh 1,475/ jam dan $\mu_{max} = 1,5$ /jam. Laju pertumbuhan yang rendah terjadi pada kulit kentang karena substrat yang digunakan sebesar 1 g/l. Pertumbuhan *S. cerevisiae* diketahui juga didukung oleh faktor pendukung pertumbuhan yang lainnya. Faktor pendukung tersebut antara lain suhu, pH, kondisi oksigen dan keadaan inokulasi sel yang diterapkan.

Kata Kunci: Laju pertumbuhan, Limbah, *S. cerevisiae* dan *Systematic review*

Rosita Andriyani. 175100301111024. **Comparison of Types of Agricultural and Agroindustrial Waste Substrates on the Growth Rate of *Saccharomyces cerevisiae* Cells as Yeast Supporting Bioethanol Production.** Tugas Akhir.
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Nur Hidayat, MP. dan Nimas Mayang S. S, STP, M.Sc, MP, PhD.

SUMMARY

S. cerevisiae is widely used in bioethanol fermentation because it efficiently ferments glucose into bioethanol. Bioethanol pits continue to increase worldwide. It depletes fossil fuels, crises and politics, as well as its economic impact on environmental security. The production of bioethanol really requires the availability of *S. cerevisiae* cells in the production process. Based on this, the solution that can be done to provide the availability of *S. cerevisiae* cells is, by increasing the independent production of the yeast *S. cerevisiae* as an alternative material for waste and agro-industry from small industries to agricultural ones. Therefore, it is necessary to study the growth rate of *S. cerevisiae* so that the availability of yeast is fulfilled so that it can support the production of bioethanol. The purpose of this literature review is to compare and analyze the characteristics of the substrate, the effect of substrate concentration, and the factors that can affect the growth rate of *S. cerevisiae*.

This research method uses a systematic review method. The research phase is carried out by identifying problems using the Population, Intervention, Comparison and Outcome (PICO) formulation. The literature search was carried out using the same keywords in three databases (Google Scholar, Science direct and ProQuest), and then screened twice. The next stage is collecting data using the PRISMA approach by setting the inclusion conditions. Literature that has met the specified requirements, then the content analysis is carried out by applying comparison and similarity analysis.

Based on 10 journals, it can be seen that plant growth is influenced by the availability of nutrients that can meet macro, micro, and air substrate levels. Molasses substrate (drops) became a substrate that had dominant nutritional criteria for the growth of *S. cerevisiae* when compared to other waste substrate nutrients. The molasses substrate contains 20% substrate water content, 37% carbohydrates, 4% protein and vitamins, 35% sucrose, 0.84% calcium, potassium and organic acids. Criteria for low substrate nutrition are found in sorghum leaves. In addition to nutrients, the growth rate of *S. cerevisiae* can be influenced by the concentration of the substrate used. Molasses waste with a concentration of 255 g/l can affect the specific growth rate by obtaining 1.475/hour and max = 1.5/hour. The low growth rate occurred in potato skins because the substrate used was 1 g/l. growth of *S. cerevisiae* is also known to be supported by other growth supporting factors. These supporting factors include temperature, pH, oxygen conditions, and the state of the applied cell inoculation.

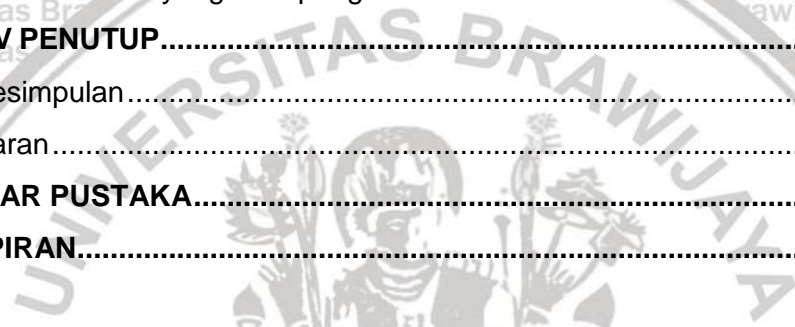
Keywords: Growth rate, Waste, *S. cerevisiae* and Systematic review



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5
2.2 Bioetanol.....	6
2.3 Limbah Pertanian dan Agroindustri.....	7
2.4 Faktor Pertumbuhan Khamir.....	9
2.4.1 Nutrisi.....	9
2.4.2 Suhu.....	10
2.4.3 Keasaman (pH).....	11
2.4.4 Oksigen.....	12
2.5 Kinetika Pertumbuhan Khamir <i>S. cerevisiae</i>	12
2.6 <i>Systematic Literature Review</i> (SLR).....	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu.....	18
3.2 Metode.....	18
3.2.1 Batasan Masalah.....	18
3.2.2 Identifikasi Permasalahan Penelitian.....	20
3.2.3 Menentukan Kata Kunci dan Identifikasi <i>Database</i>	21

3.2.4 Pengumpulan Data	22
3.3 Teknik Analisis	26
3.4 Hasil dan Pembahasan	26
3.5 Kesimpulan dan Saran	27
BAB IV PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Proses Pencarian dan Kriteria Inklusi	28
4.2 Pengelompokkan Jurnal	31
4.3 Hasil Penilaian Kualitas (<i>Quality Assesment</i>)	33
4.4 Analisis Konten	34
4.4.1 RQ1: Karakteristik Substrat Limbah Pertanian dan Agroindustri	35
4.4.2 RQ2: Pengaruh Konsentrasi Substrat terhadap Laju Pertumbuhan	40
4.4.3 RQ3: Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>S. cerevisiae</i>	43
BAB V PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	64



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penggunaan Macam-macam Limbah Pertanian dan Agroindustri.....8

Tabel 2.2 Sumber Nutrisi Kebutuhan *S. cerevisiae*.....10

Tabel 2.3 Suhu untuk Pertumbuhan *S. cerevisiae*.....10

Tabel 2.4 Kelebihan dan Kekurangan Metodel SLR.....17

Tabel 3.1 Deskripsi dari Kerangka Kerja PICO.....20

Tabel 3.2 Pencarian Literatur pada Database dengan Boolean “AND”.....22

Tabel 3.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi pada Penelitian Review.....24

Tabel 3.4 Perbandingan dari Isi Jurnal Penelitian.....26

Tabel 4.1 Pengelompokan Jurnal Penelitian.....32

Tabel 4.2 Hasil Penilaian Kualitas Jurnal.....33

Tabel 4.3 Perbandingan Karakteristik Substrat Limbah.....36

Tabel 4.4 Pengelompokkan Jenis Substrat.....39

Tabel 4.5 Konsentrasi Substrat Limbah untuk Pertumbuhan *S. cerevisiae*.....41

Tabel 4.6 Faktor-faktor Pertumbuhan *S. cerevisiae*.....45

Tabel 4.7 Pengelompokkan Faktor Suhu.....46

Tabel 4.8 Pengelompokkan Faktor pH.....47

Tabel 4.9 Pengelompokkan Faktor Kondisi Oksigen.....48

Tabel 4.10 Pengelompokkan Faktor Keadaan Inokulasi Sel.....50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengaruh konsnetrasi substrat terhadap laju pertumbuhan.....14

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Metode *Systematic Review*..... 19

Gambar 4.1 Metode *Systematic Review*.....30

Gambar 4.2 Bagan Hasil Nilai Laju Pertumbuhan Spesifik Maksimum (μ_{max}).....40

Gambar 4.3 Persentase Jumlah Publikasi Suhu Pertumbuhan *S. cerevisiae*.....46

Gambar 4.4 Persentase Jumlah Publikasi pH Pertumbuhan *S. cerevisiae*..... 48

Gambar 4.5 Persentase Jumlah Publikasi Oksigen Pertumbuhan *S. cerevisiae*..49

Gambar 4.6 Persentase Jumlah Publikasi Inokulasi Sel untuk Pertumbuhan....50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Penyusunan Skripsi Review.....64

Lampiran 2. Jurnal yang Diperoleh dari setiap Database.....65

Lampiran 3. Duplikat Tahap 1 dengan Microsoft Excel 2010.....69

Lampiran 4. Proses Duplikat Tahap 2 dan Tahap Screening.....70

Lampiran 5. Tahap Seleksi Kriteria Inklusi.....72

Lampiran 6. Daftar Jurnal Final untuk Review.....73



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saccharomyces cerevisiae merupakan mikroorganisme yang biasanya banyak digunakan dalam produksi etanol. Hal tersebut disebabkan *S. cerevisiae* dapat menghasilkan etanol dalam jumlah yang tinggi, lebih kuat jika dibandingkan dengan bakteri berdasarkan toleransi etanol yang lebih tinggi dan aman untuk digunakan (Cakar *et al.*, 2012). Menurut Cheng *et al.*, (2020) *S. cerevisiae* memiliki kelebihan dalam ketahanan untuk fermentasi skala besar. Khamir *S. cerevisiae* telah banyak digunakan untuk fermentasi bioetanol karena mampu secara efisien memfermentasi glukosa menjadi bioetanol (Balat, 2011). Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar terbarukan. Permintaan energi global yang mengalami peningkatan mengakibatkan kekurangan energi menjadi masalah global. Bioetanol telah dianggap sebagai bahan bakar terbarukan yang penting untuk menggantikan bahan bakar turunan fosil. Produksi bioetanol dunia meningkat dari 50 juta m³ pada tahun 2007 menjadi lebih dari 100 juta m³ pada tahun 2012 (Kang *et al.*, 2014). Permintaan terhadap produksi bioetanol mengalami peningkatan di seluruh dunia karena menipisnya bahan bakar fosil, terjadi krisis ekonomi dan politik, serta meningkatnya kekhawatiran keamanan lingkungan (Zabed *et al.*, 2014). Oleh karena itu sebagai sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan untuk ekonomi dan industri maka bioetanol dapat menjadi pilihan yang menarik dan tepat untuk sumber energi terbarukan dan berkelanjutan. Bioetanol mampu dihasilkan dengan melalui proses fermentasi gula sederhana dengan bantuan khamir *S. cerevisiae*.

Ketersediaan *S. cerevisiae* sangat dibutuhkan dalam pembuatan bioetanol. Bioetanol hingga saat ini terus mengalami perkembangan, sehingga kebutuhan *S. cerevisiae* dalam pembuatannya sangat diperlukan. Selain untuk pembuatan bioetanol, *S. cerevisiae* sering digunakan dalam industri makanan (Puspita dkk, 2020). Berdasarkan hal tersebut maka solusi untuk memenuhi ketersediaan *S. cerevisiae* yang dapat diterapkan yaitu, meningkatkan produksi mandiri *S. cerevisiae* dengan menggunakan bahan alternatif. Bahan yang dapat digunakan sebagai media kultur pertumbuhan *S. cerevisiae* dapat menggunakan bahan alternatif dengan tujuan untuk mengurangi biaya produksi. Bahan alternatif tersebut yaitu limbah pertanian dan agroindustri dari industri kecil hingga yang

besar. Indonesia termasuk negara berkembang yang berada di peringkat empat sebagai negara yang kepadatan penduduknya tertinggi di dunia. Hal tersebut menyebabkan tingginya aktivitas yang berdampak terhadap peningkatan produksi limbah. Menurut Prasetya (2021), Indonesia dapat menghasilkan limbah yang mencapai 998 ton per tahun dan diprediksi akan terus mengalami peningkatan. Limbah tersebut seperti jerami (124,5 juta ton), tongkol jagung (5,7 juta ton), sekam padi (15,8 juta ton) ampas tebu (2,23 juta ton) dan tandan kosong kelapa sawit (38,82 juta ton). Berdasarkan hal tersebut untuk mengurangi jumlah limbah, maka dapat melakukan pemanfaatan limbah dengan cara salah satunya yaitu menggunakannya sebagai substrat produksi *S. cerevisiae*. Pemanfaatan limbah dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi pencemaran limbah. Ketika limbah mudah diurai oleh mikroorganisme secara alami maka limbah tergolong dalam limbah organik, sehingga dapat dipastikan limbah memiliki kandungan karbohidrat, lemak, protein dan tidak mengandung unsur kimia (Widanti dan Lela, 2011). Jika substrat limbah mengandung nutrisi yang dibutuhkan *S. cerevisiae*, maka substrat tersebut dapat menjadi media pertumbuhannya. Pada penelitian Hartina dkk (2014), substrat yang digunakan untuk media pertumbuhan *S. cerevisiae* yaitu dengan menggunakan molase (tetes) yang berasal dari suatu pabrik.

Laju pertumbuhan (μ) khamir *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor pertumbuhan tersebut antara lain, suhu, keasaman, oksigen, nutrisi, dan kondisi lingkungan (Wahidah, 2016). Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pawignya (2011), substrat yang digunakan untuk menumbuhkan *S. cerevisiae* yaitu limbah nanas. Berdasarkan kinetika proses fermentasi menggunakan substrat limbah nanas diperoleh laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}) 0,0562/jam dengan kondisi terbaik pada pH 4,5 dan penambahan nutrisi 0,8 g. Menurut Pawignya (2011), limbah nanas banyak mengandung sukrosa, glukosa dan nutrisi lainnya sehingga limbah nanas memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai substrat produksi *S. cerevisiae*. Penelitian lain yang juga menggunakan substrat limbah yaitu dilakukan oleh Mahreni dan Sri (2011), dengan menggunakan substrat tepung kulit pisang. Hasil penelitian diperoleh μ_{max} 0,047971/jam dengan menggunakan volume media 40 ml dan pH 5.

Limbah lain juga dapat dimanfaatkan sebagai substrat pertumbuhan *S. cerevisiae*. Namun hingga saat ini belum terdapat literatur yang melakukan perbandingan terhadap pengaruh macam substrat limbah pertanian dan agroindustri yang difokuskan pada laju pertumbuhan *S. cerevisiae* untuk

mendukung produksi bioetanol. Informasi mengenai laju pertumbuhan *S. cerevisiae* dengan menggunakan berbagai macam substrat limbah menjadi hal yang sangat penting untuk diketahui. Hal tersebut disebabkan *S. cerevisiae* menjadi khamir yang akan melakukan proses fermentasi dalam pembuatan bioetanol dan untuk pertumbuhannya harus menggunakan substrat yang tepat agar tidak terjadi penghambatan. Berdasarkan hal tersebut maka, proses produksi *S. cerevisiae* dalam bentuk sel (biomassa) kering maupun aktif dapat berjalan optimal untuk memenuhi kebutuhan produksi bioetanol. Oleh karena itu, pada penelitian ini yang berbasis telaah pustaka bertujuan untuk membandingkan pengaruh macam substrat limbah pertanian dan agroindustri terhadap laju pertumbuhan sel *S. cerevisiae* sebagai khamir pendukung produksi bioetanol. Penelitian ini dilakukan secara *systematic review* dengan mengumpulkan jurnal penelitian yang berkaitan dengan laju pertumbuhan *S. cerevisiae* menggunakan substrat limbah pertanian dan agroindustri kemudian dilakukan analisis sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat pada penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sebelumnya telah dijelaskan, maka terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik jenis substrat limbah pertanian dan agroindustri yang sesuai untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi substrat limbah pertanian dan agroindustri terhadap laju pertumbuhan *S. cerevisiae*?
3. Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan dari rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, maka terdapat beberapa tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Membandingkan dan menganalisis karakteristik berbagai macam substrat limbah pertanian dan agroindustri yang sesuai untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*.
2. Membandingkan dan menganalisis pengaruh konsentrasi substrat limbah pertanian dan agroindustri terhadap laju pertumbuhan *S. cerevisiae*.

3. Menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan kembali beberapa macam limbah pertanian dan agroindustri sebagai substrat pertumbuhan *S. cerevisiae*.
2. Memberikan rangkuman dari berbagai referensi terkait laju pertumbuhan *S. cerevisiae* menggunakan substrat limbah.
3. Memberikan informasi terkait substrat limbah yang lebih tepat untuk digunakan sebagai substrat pertumbuhan *S. cerevisiae*.
4. Memberikan informasi faktor pertumbuhan yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae* untuk mendukung produksi bioetanol.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Saccharomyces cerevisiae*

S. cerevisiae yaitu khamir sejati yang tergolong eukariot dan morfologinya hanya membentuk askospora. *S. cerevisiae* tergolong spesies khamir atau yeast yang mempunyai kemampuan untuk mengubah glukosa menjadi alkohol dan CO₂, selain itu termasuk mikroorganisme bersel satu dan tidak berklorofil (Angelina dkk, 2013). Khamir *S. cerevisiae* secara morfologi memiliki ukuran 3-4 µm dan berbentuk bulat lonjong, silindris, oval atau bulat telur yang bentuknya dipengaruhi oleh strainnya. *S. cerevisiae* berkembang biak dengan membelah diri melalui "budding cell", sedangkan reproduksinya dipengaruhi oleh keadaan lingkungan dan jumlah nutrisi yang tersedia untuk pertumbuhan sel (Purba dkk, 2021). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Ahmad (2005), pada reproduksi *S. cerevisiae* dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kondisi lingkungan dan jumlah nutrisi.

Kebutuhan hidup *S. cerevisiae* harus ditunjang dengan ketersediaan oksigen, karbohidrat, dan nitrogen (Ahmad, 2005). Sumber nutrisi yang penting untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* yaitu sumber nitrogen. Sumber nitrogen yang sering digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* dapat diperoleh dengan melakukan penambahan amonium sulfat dan pepton (Rahmah dkk, 2015). Menurut Arifwan dkk (2016), pada penelitiannya kecepatan pertumbuhan *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang ada dalam media. Sumber nitrogen yang digunakan yaitu ammonium sulfat yang diberi peningkatan konsentrasi, sehingga mampu meningkatkan ion ammonium pada media, kemudian ion ammonium tersebut digunakan untuk pembentukan asam amino, asam nukleat serta protein sel. Pada penelitian Angela dkk (2017) untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* dilakukan penambahan pepton sebagai sumber nitrogen. Selain sumber nitrogen, *S. cerevisiae* membutuhkan sumber karbon untuk nutrisi pertumbuhannya. *S. cerevisiae* dapat berkembangbiak pada jenis gula sederhana seperti glukosa, ataupun gula yang kompleks disakarida yaitu sukrosa (Ahmad, 2005). Menurut Safitrie dkk (2015), *S. cerevisiae* mampu memfermentasi beberapa jenis gula seperti glukosa, sukrosa, galaktosa dan rafinosa yang digunakan sebagai sumber nutrisi pertumbuhannya. *S. cerevisiae* dapat mengubah karbohidrat kompleks dengan cepat menjadi etanol (Bruckner and Hans, 2012).

S. cerevisiae sering digunakan untuk produksi bahan pangan atau non-pangan. Hal tersebut karena *S. cerevisiae* banyak ditemukan di alam, memiliki ketahanan untuk hidup yang tinggi dan dapat menghasilkan alkohol dalam jumlah yang cukup banyak (Jayus dkk, 2016). Menurut Moede dkk (2017), mikroorganisme yang banyak digunakan pada proses fermentasi alkohol yaitu *S. cerevisiae* karena harganya yang murah dan lebih mudah untuk didapatkan. *S. cerevisiae* mempunyai sifat fisiologi yang stabil, mampu berperan aktif dalam memecah gula yaitu merubah pati dan gula menjadi karbon dioksida, terdispersi di dalam air, mempunyai daya tahan simpan yang cukup lama serta mampu tumbuh dengan sangat cepat (Ahmad, 2005). Menurut Parapouli *et al.* (2020), *S. cerevisiae* merupakan fermentor gula yang dominan dan mampu memproduksi bioetanol dan fermentasi gula. *S. cerevisiae* termasuk *top yeast* yang mampu tumbuh cepat dan sangat aktif dalam memfermentasi pada suhu tertentu. *S. cerevisiae* memiliki beberapa kelebihan pada proses fermentasi yaitu, mampu dengan cepat berkembangbiak dan tahan terhadap alkohol yang konsentrasinya tinggi (Angelina dkk, 2013).

2.2 Bioetanol

Bioetanol merupakan bahan bakar nabati yang memiliki potensi keamanan energi dan kewanjungan lingkungan jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil (Zabed *et al.*, 2017). Menurut Rehman *et al.*, (2012) bioetanol diproduksi dengan fermentasi gula terutama berasal dari tebu dan berbagai tanaman bertepung. Contoh dari tanaman tersebut seperti kentang dan singkong. Pada penggunaan tanaman pangan dan pakan untuk memproduksi biofuel masih diperdebatkan. Penggunaan tanaman pangan pokok tersebut sebagai bahan baku tidak ideal karena tingginya harga bahan baku, bahan yang menyumbang hampir 40-70% dari total biaya produksi etanol. Hal tersebut menimbulkan keraguan untuk pasokan dan kewanjungan pangan. Sebaliknya bioetanol generasi kedua berasal dari bahan baku lignoselulosa yang baik untuk mengatasi kewanjungan pangan dan energi serta masalah lingkungan, namun konversi lignoselulosa menjadi bioetanol lebih menantang (rumit) daripada proses bioetanol generasi pertama karena struktur kompleks pada dinding sel tanaman (Li *et al.*, 2014).

Bioetanol memiliki beberapa kelebihan antara lain, menjadi energi bahan bakar, angka oktan yang lebih tinggi (108), entalpi penguapan dan kecepatan nyala serta rentang mudah terbakar. Pada saat ini pabrik industri produksi bioetanol lebih banyak menggunakan dua jenis bahan baku utama seperti dari tanaman sereal dan tetes dari tanaman gula. Informasi terkini menyebutkan sekitar 60% etanol global dihasilkan dari tanaman gula sedangkan 40% sisanya dihasilkan dari biji-bijian (Zebed *et al.*, 2014). Bioetanol tergolong bahan bakar beroksigen yang ramah lingkungan karena mengandung 34,7% oksigen, sedangkan pada bensin tidak terdapat oksigen. Sumber terbarukan yang digunakan untuk menghasilkan bioetanol dapat diklasifikasikan antara lain gula, pati, biomassa lignoselulosa dan alga. Etanol yang diperoleh dari gula dan pati disebut sebagai bioetanol generasi pertama, sedangkan biomassa lignoselulosa dan alga masing-masing menghasilkan bioetanol generasi kedua dan ketiga (Zebed *et al.*, 2017). Bioetanol generasi ketiga oleh alga dianggap sebagai sumber terbarukan alternatif bioetanol yang dapat mengatasi kelemahan utama dari bioetanol generasi pertama dan generasi kedua (Lin *et al.*, 2014).

2.3 Limbah Pertanian dan Agroindustri

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses kegiatan produksi yang dilakukan baik industri atau rumah tangga yang keberadaannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki oleh lingkungan karena tidak bernilai ekonomis (Putri dkk, 2019). Pada hampir seluruh negara termasuk Indonesia memiliki permasalahan yang sama dengan limbah organik seperti limbah pertanian dan agroindustri. Limbah agroindustri umumnya berasal dari daerah perkotaan padat penduduk, daerah pedesaan dan kawasan perindustrian. Menurut Suhartini dan Nurika (2018), limbah dahulu dianggap sebagai bahan buangan yang sudah tidak memiliki potensi ekonomi, namun hal tersebut telah berganti dengan seiring berkembangnya pengetahuan dan teknologi. Limbah saat ini dinilai sebagai suatu bahan baku yang mempunyai potensi jual dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi apabila dapat diolah menjadi produk lain yang berdaya nilai tinggi.

Limbah pertanian berasal dari residu di setiap bagian kegiatan pertanian (pra panen, saat panen dan pasca panen). Limbah pertanian merupakan suatu bahan yang dibuang di sektor pertanian seperti jerami pada padi, jagung, kedelai, kacang tanah selain itu tempurung kelapa dan lain sebagainya (Irianto, 2015). Ruang

lingkup sektor pertanian terdiri dari kegiatan mengolah bahan (1) tanaman (perkebunan, pangan, hortikultura dan tanaman keras atau tahunan lain) dan kehutanan, (2) peternakan dan (3) perikanan (Nurmala *et al.*, 2012). Limbah pertanian mempunyai sifat mudah rusak (*perishable*), sehingga dalam waktu singkat produk pertanian dalam kondisi segar akan berubah menjadi limbah karena cepat membusuk dan dapat mencemari lingkungan sekitarnya. Selain limbah pertanian, terdapat limbah agroindustri yang jumlahnya sama banyaknya di Indonesia dan terus mengalami peningkatan setiap tahun.

Limbah agroindustri berasal dari residu seluruh kegiatan bidang agroindustri (bagian bahan baku hingga bagian produk akhir industri). Contoh limbah agroindustri yaitu kulit nenas, kulit pisang dan lain sebagainya yang hanya bagian tertentu saja yang diambil untuk bahan baku pembuatan produk. Agroindustri adalah salah satu dari bentuk industri yang mengolah hasil dari pertanian menjadi produk pangan atau non pangan. Limbah yang umumnya dihasilkan dari agroindustri yaitu limbah yang mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi sehingga membutuhkan penanganan dan pengolahan lebih lanjut (Suhartini dan Irnia, 2018). Limbah agroindustri dapat menjadi sumber energi dan sumber protein dalam pakan (BPTP, 2010). Contoh bahan pakan yang berasal dari limbah agroindustri antara lain, ampas tebu, onggok (sisa dari pembuatan tepung tapioka), sekam padi, ampas tahu, bungkil kelapa, tetes (molase) dan lain sebagainya. Solusi untuk mengurangi jumlah limbah dapat dilakukan dengan cara mengolah limbah sebagai bahan alternatif. Pengolahan limbah telah banyak diterapkan hingga saat ini yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Penggunaan Macam-macam Limbah Pertanian dan Agroindustri

Jenis Limbah	Kategori	Penggunaan	Sumber Literatur
Sari kulit nenas	Agroindustri	Bahan baku pembuatan bioetanol karena banyak mengandung serat, karbohidrat dan glukosa	Angela dkk (2017)
Limbah cair tahu	Agroindustri	Substrat pertumbuhan mikroba untuk menghasilkan Protein Sel Tunggal (PST) karena memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang masih tinggi	Widanti dan Lela (2011)
Limbah cair tapioka dan hasil samping keju (<i>whey</i>)	Agroindustri	Untuk produksi alkohol karena whey memiliki kandungan laktosa sebesar 5% dan limbah cair tapioka yang mengandung bahan organik salah satunya glukosa sebesar 21,067%	Mirza dan Mulyani (2013)
Serabut buah sawit	Pertanian	Bahan pembuatan bioetanol karena mengandung selulosa dengan kadar yang besar yaitu 34,3%	Jeckson dkk (2014)



Jenis Limbah	Kategori	Penggunaan	Sumber Literatur
Biji sorgum	Agroindustri	Dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena tergolong bahan berpati dengan kadar pati 72%	Wahono dkk (2011)
Daun Ubi Kayu	Pertanian	Dimanfaatkan sebagai bahan pakan inkonvensional	Agustono dkk dkk (2017)

2.4 Faktor Pertumbuhan Khamir

Khamir umumnya ditumbuhkan pada sebuah media pertumbuhan. Media merupakan suatu bahan dari campuran nutrisi yang dapat digunakan untuk menumbuhkan mikroba seperti khamir. Selain digunakan sebagai tempat pertumbuhan, media dapat juga digunakan untuk isolasi, memperbanyak, pengujian sifat fisiologi dan perhitungan jumlah mikroba. Mikroba dapat tumbuh dengan baik dalam sebuah media pertumbuhan jika memenuhi beberapa syarat. Syarat tersebut antara lain, media harus mengandung seluruh nutrisi yang mudah digunakan oleh mikroba, memiliki tekanan osmosis, tegangan permukaan dan pH yang sesuai, media harus steril dan tidak mengandung penghambat (Santi, 2018).

Pertumbuhan khamir dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pada setiap khamir mempunyai kemampuan yang berbeda antara khamir satu dengan yang lainnya dalam metabolisme protein, karbohidrat dan lemak (Yurliasni dkk, 2014). Menurut Yurliasni dan Zakaria (2013), terdapat enam faktor yang mampu mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme seperti nutrisi, suhu, pH, kelembaban, konsentrasi oksigen dan ada tidaknya senyawa penghambat. Pada pertumbuhan *S. cerevisiae* ada beberapa faktor tertentu yang dapat sangat mempengaruhi. Hal tersebut terbukti pada penelitian Sefriana (2012), untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, keasaman, suhu dan oksigen. Pada penelitian Yin *et al.* (2010), optimasi pertumbuhan *S. cerevisiae* dilakukan dengan mengidentifikasi parameter kultur seperti suhu dan pH untuk menemukan kondisi optimal.

2.4.1 Nutrisi

Sumber nutrisi merupakan faktor yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme salah satunya untuk khamir *S. cerevisiae*. Pada penelitian Hardianto dkk (2018), pertumbuhan *S. cerevisiae* mengalami peningkatan dengan diiringi meningkatnya penggunaan nutrisi oleh *S. cerevisiae*. Peningkatan tersebut terjadi pada fase lag yaitu pada hari pertama hingga ketiga. Menurut Hardianto dkk

(2018), khamir dapat tumbuh cepat jika persediaan nutrisi yang terkandung pada media tersedia dalam jumlah banyak. Sumber nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* menurut beberapa literatur dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

2.2.

Tabel 2.2 Sumber Nutrisi Kebutuhan *S. cerevisiae*

Sumber Nutrisi	Menurut Literatur
Makanan yang mengandung unsur C, H, O, dan N yang diambil dalam bentuk protein dan karbohidrat.	Aminudin dan Inayati (2009)
Nutrisi mikro meliputi vitamin dan sejumlah mineral yang dapat disebut dengan <i>trace element</i> seperti Mg, Ca, Na, S, Fe, Mn dan lain sebagainya.	Jutono (1972).
Sumber nutrisi makro meliputi unsur C, N, dan P. Unsur C dapat diperoleh dari substrat yang mengandung karbohidrat, sedangkan unsur N dan P dapat diperoleh dari protein	Halimatuddahlia (2003).
Karbon, fosfor, zat besi dan magnesium. Unsur karbon dapat diperoleh dari gula, sedangkan unsur nitrogen dapat berasal dari ammonia, urea dan senyawa lainnya yang tergantung dari masing-masing khamir.	Silaban (2017)

2.4.2 Suhu

S. cerevisiae dapat tumbuh dengan baik jika suhu yang digunakan sesuai dengan kebutuhan hidup dan aktivitasnya. Suhu yang dapat digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* berdasarkan literatur dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Suhu untuk Pertumbuhan *S. cerevisiae*

Suhu Pertumbuhan	Literatur
28-35°C	Anita dkk (2015)
25-30°C	Andaka dan Sentani (2016)
20°C	Safitrie dkk (2015)
25-30°C	Hidayat dkk, (2018)
35-37°C	Soares (2011)

Suhu yang digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* berbeda pada setiap penelitian atau perlakuan. Hal tersebut disebabkan pada setiap penelitian memiliki tujuan yang berbeda-beda dalam penggunaan *S. cerevisiae*, seperti digunakan untuk produksi wine dan lainnya. Menurut Tronchoni *et al.*, (2012) *S. cerevisiae* dapat tumbuh optimum pada suhu 32°C, tetapi pada industri wine menggunakan suhu rendah (10-20°C) dalam fermentasi wine untuk meningkatkan produksi dan mempertahankan volatil rasa. Suhu maksimum khamir berkisar antara 35-47°C. Khamir hanya sedikit resisten terhadap suhu panas (proses pemanasan), dimana



kebanyakan khamir akan terbunuh pada suhu 60°C. Suhu yang terlalu tinggi seperti 50°C akan dapat memperpendek fase eksponensial sel. Suhu tinggi dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan enzim dan ribosom serta fluiditas membran mengalami permasalahan yang mungkin terjadi (Hidayat dkk, 2018).

Pada penelitian Sebayang (2006), untuk menumbuhkan *S. cerevisiae* dengan metode cawan gores menggunakan media pertumbuhan PDA (*Potato Dextrose Agar*) dilakukan inkubasi selama 2 hari dengan suhu 30°C. Tahap selanjutnya dibiakkan kembali pada media cair YGP (*Yeast Glucose Peptone*) dengan waktu inkubasi 2 hari dan menggunakan suhu 30°C. Penggunaan suhu optimum juga digunakan pada penelitian Febriyanti dkk (2016). Penumbuhan *S. cerevisiae* dalam penelitian ini, menggunakan media PDB (*Potato Dextrose Broth*) dengan suhu inkubasi 37°C, sedangkan dengan media limbah cair tahu, air kelapa dan campuran kedua limbah dilakukan inkubasi dengan suhu 30°C. Selain itu masih banyak lagi penelitian pertumbuhan *S. cerevisiae* menggunakan suhu optimum agar khamir dapat tumbuh dengan baik.

2.4.3 Keasaman (pH)

Keasaman atau pH dapat mempengaruhi pertumbuhan *S. cerevisiae*. Berdasarkan penelitian dari masing-masing peneliti kondisi keasaman yang digunakan berbeda-beda. Keasaman tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dari setiap penelitian dengan tujuan yang berbeda tetapi dengan tetap mengkondisikan *S. cerevisiae* dapat tumbuh dengan baik. Pada penelitian Andika dkk (2015), pH yang diterapkan yaitu berkisar 3,5-6,0 untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*. Selain itu pada penelitian Andika dan Sentani (2016) mengkondisikan keasaman 4-4,5, penelitian Kristiandi dkk (2021) berkisar 3,5-6,5 dan penelitian Stratford *et al*, (2013) menggunakan kondisi keasaman (pH) 4,0 untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*.

Menurut Hidayat dkk (2018), jika pH untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* lebih rendah dari 4,0 maka dibutuhkan masa inkubasi lebih lama meskipun konsentrasi etanol tidak mengalami penurunan secara signifikan, sedangkan jika pH diatas 5,0 maka konsentrasi etanol akan menurun. Pertumbuhan *S. cerevisiae* tidak dapat mampu tumbuh dalam kondisi basa. Ketika terjadi pertumbuhan mikroorganisme maka pH media akan mengalami perubahan (Kristiandi dkk, 2021). Hal tersebut dapat terjadi karena khamir menghasilkan asam sehingga dapat menurunkan pH media. Perubahan pH tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroba di dalam

media (Lay, 1994). Pada penelitian Osvaldo dkk, (2012) pH optimum untuk pertumbuhan khamir sama dengan pH optimum proses fermentasi yaitu pH 4,0-4,5. Khamir mampu tumbuh dengan baik pada pH <3,7 (Nurdianto dkk, 2015).

2.4.4 Oksigen

Pada setiap mikroorganismenya memiliki tingkat oksigen yang berbeda. Berdasarkan kebutuhan oksigen maka mikroorganismenya dibedakan menjadi 4 kelompok antara lain, aerob yaitu mikroorganismenya yang membutuhkan oksigen, anaerob yang mampu tumbuh tanpa membutuhkan oksigen, mikroaerofil yang membutuhkan oksigen namun pada konsentrasi yang lebih rendah daripada konsentrasi oksigen normal dan anaerob fakultatif yang mampu tumbuh tanpa adanya oksigen (Fifendy, 2017). *S. cerevisiae* bersifat fakultatif karena memiliki dua mekanisme dalam memperoleh energi. Respirasi secara aerob digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel dengan tidak ada kenaikan jumlah etanol (Subrimobdi dkk, 2016). Sedangkan menurut Anwar dkk (2012), *S. cerevisiae* mampu tumbuh dengan baik pada kondisi anaerob.

Jika penggunaan *S. cerevisiae* digunakan untuk menghasilkan alkohol maka diperlukan kondisi anaerob, sedangkan untuk pembuatan starter (biakan awal) diperlukan kondisi aerob (Azizah dkk, 2012). *S. cerevisiae* dalam pertumbuhannya tetap membutuhkan oksigen walaupun jumlahnya sangat sedikit. Hal tersebut disebabkan agar kehidupan yang terjadi dalam konsentrasi sel tinggi dapat terjaga. Pada kondisi anaerob *S. cerevisiae* dapat merubah gula menjadi alkohol dan CO₂ (saat menghasilkan alkohol) (Kristiandi dkk, 2021). Pada penelitian yang dilakukan oleh Peng *et al*, (2012), fermentasi xilosa menggunakan khamir *S. cerevisiae* dilakukan dengan keadaan aerob.

2.5 Kinetika Pertumbuhan Khamir *S. cerevisiae*

Pertumbuhan *S. cerevisiae* terbagi menjadi beberapa fase pertumbuhan. Menurut Hidayat dkk (2017), fase tersebut terdiri menjadi empat fase antara lain fase lag, fase logaritma atau eksponensial, fase perlambatan dan fase stasioner. Fase lag merupakan fase dimana setelah dilakukan inokulasi maka akan ada masa dimana terlihat tidak terjadi pertumbuhan, hal tersebut terjadi karena sel beradaptasi pada lingkungan baru. Selanjutnya fase eksponensial (logaritma) dimana sel membelah dua dan kemudian membelah lagi menjadi dua hingga seterusnya dalam periode tertentu. Pada fase ini dicirikan dengan terjadi

peningkatan biomassa yang cepat dan jika digambarkan grafik semi-log jumlah (biomassa sel) terhadap waktu akan membentuk suatu garis lurus. Fase berikutnya yaitu fase perlambatan dimana sel mengalami pertumbuhan terlambat dengan kondisi sel yang tetap dan selanjutnya memasuki fase stasioner. Pada fase stasioner, sel tidak mengalami pertumbuhan karena jumlah sel yang tumbuh dan jumlah sel yang mati sama kemudian sel mengalami fase kematian.

Sel *S. cerevisiae* akan tumbuh cepat pada fase eksponensial yang membuat massa sel dan jumlah sel akan bertambah secara eksponensial terhadap waktu.

Pada fase tersebut terjadi kondisi “*balance growth*” atau keseimbangan pertumbuhan yaitu semua komponen dalam sel tumbuh dengan kecepatan yang sama. Pada kondisi *balance growth*, laju pertumbuhan spesifik yang sama baik akan ditentukan dengan mengukur massa sel atau jumlah sel (Manfaati, 2010).

Pada pengukuran jumlah sel dapat dilakukan dengan dua macam cara berdasarkan ukuran sel yang akan dihitung. Cara pengukuran tersebut antara lain, menggunakan mikroskop (*haemocytometer*) untuk menghitung jumlah sel yang memiliki ukuran 3 μm atau lebih besar, sedangkan jika ukurannya lebih kecil dari 3 μm maka menggunakan *Petroff-Hauser counting chamber* (Mahreni dan Sri, 2011). Laju pertumbuhan memiliki hubungan dengan pertambahan jumlah sel serta waktu generasi sel tersebut membelah. Pada laju pertumbuhan khamir seiring berjalannya waktu akan mengalami peningkatan dengan keadaan sel tumbuh pada kondisi konstan (maksimum). Jika dalam kondisi konstan, maka artinya khamir berada pada fase log atau eksponensial. Menurut Gandjar dkk, (2006) fase eksponensial yaitu fase dimana terjadi peningkatan jumlah sel yang sangat banyak, aktivitas sel mengalami peningkatan, dan pada fase ini enzim selesai diproduksi.

Siklus sel berhubungan dengan laju pertumbuhan *S. cerevisiae* untuk mengetahui kondisi pertumbuhan. Hal tersebut dilakukan dengan cara mengukur frekuensi sel tunggal dan sel tunas. Laju pertumbuhan yang terjadi pada fase eksponensial tersebut mengikuti persamaan dari diferensial orde pertama (Manfaat, 2010). Cara untuk mengetahui laju pertumbuhan spesifik *S. cerevisiae* menurut Bijkerk and Hall (1977), dapat dicari dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\mu = \frac{1}{(Aw+Bw)} \left(\frac{dAw}{dt} + \frac{dBw}{dt} \right) = \frac{1}{X} \frac{dX}{dt}$$

Keterangan:

μ : Laju pertumbuhan spesifik (jam⁻¹)

Aw: Konsentrasi massa A (g/l)

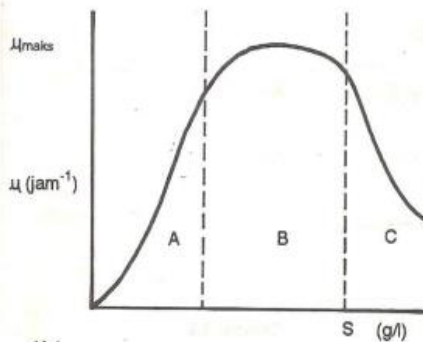
Bw: Konsentrasi massa B (g/l)

t : waktu (jam)

X : Konsentrasi biomassa (g/l)

Integrasi dari persamaan di atas menghasilkan persamaan berikut:

$$\ln X = \mu t + \ln X_0$$



Gambar 2.1 Pengaruh konsentrasi substrat terhadap laju pertumbuhan spesifik (Mangunwidjaja, 1994).

Laju pertumbuhan spesifik pada fermentasi *batch* merupakan konstan dan dapat dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi nutrisi. Laju pertumbuhan dengan konsentrasi substrat (S) dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Pada gambar grafik terbagi menjadi tiga bagian antara lain, bagian A, B, dan C. Bagian A merupakan kondisi dimana sel masih mengalami penyesuaian dan peningkatan konsentrasi substrat dapat meningkatkan laju pertumbuhan. Bagian B dimana sel telah mengalami penyesuaian dan terjadi pertumbuhan maksimum. Bagian C pertumbuhan sel menurun yang disebabkan jumlah substrat yang semakin berkurang (terjadi penghambatan oleh substrat). Jika S mendekati 0 maka μ berbanding lurus dengan S (substrat sedikit μ akan menurun), sedangkan jika S berlebih maka tidak mempengaruhi μ , tetapi akan terjadi pertumbuhan maksimum atau $\mu = \mu_{\max}$ (laju pertumbuhan spesifik maksimum) (Mangunwidjaja, 1994).

Berdasarkan hubungan antara kecepatan pertumbuhan spesifik dan konsentrasi substrat pada penelitian Monod sebelumnya maka dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\mu = \mu_{\max} \left(\frac{S}{K_S + S} \right)$$



Keterangan:

μ = laju pertumbuhan spesifik

K_s = konstanta kejenuhan substrat

μ_{max} = laju pertumbuhan maksimum

S = konsentrasi substrat

Nilai K_s sama dengan konsentrasi substrat dimana $\mu = \frac{1}{2} \mu_{max}$. Pertumbuhan sel pada fase eksponensial berada pada keadaan μ_{max} , karena S (konsentrasi substrat) lebih besar daripada K_s (konsentrasi kejenuhan substrat). Substrat yang tersedia dalam jumlah banyak akan mengikat enzim yang diproduksi oleh sel *S. cerevisiae* sehingga aktivitas enzim meningkat yang membuat keadaan menjadi μ_{max} (Hidayat dkk, 2018).

Hukum yang dibuat berdasarkan Michaelis-Menten menunjukkan bahwa kecepatan reaksi akan meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi substrat. Hal tersebut dapat dilihat dengan kecepatan reaksi yang terus meningkat dengan diperoleh nilai yang semakin kecil sampai mencapai titik batas enzim mengalami jenuh dengan substrat. Pada titik batas tersebut disebut kecepatan maksimum (Lehninger, 1997). Ketika laju reaksi mencapai kecepatan maksimum (V_m), maka nilai $K_m \gg (S)$, sehingga diperoleh persamaan Michaelis-Menten:

$$V = \frac{V_{max} [S]}{K_m + [S]}$$

Keterangan:

V = Laju reaksi

V_{max} = Kecepatan maksimum

K_m = Konstanta Michaelis-Menten

S = Substrat

Pada penelitian terdahulu limbah nanas digunakan sebagai substrat pertumbuhan *S. cerevisiae*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pawignya (2011), untuk produksi *S. cerevisiae* menggunakan limbah nanas sebagai substrat.

Limbah nanas pada seluruh bagian terdiri dari bagian utama meliputi: akar, batang, daun, bunga, buah dan tunas. Volume media yang digunakan sebesar 450 ml, kadar glukosa 4,94% dan volume starter 50 ml. Hasil penelitian menunjukkan untuk kinetika proses fermentasi diperoleh laju pertumbuhan spesifik maksimum 0,0562/jam. Pada penelitian Rorke and Evariste (2017), untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* menggunakan substrat limbah daun sorgum. Volume media yang digunakan sebesar 100 ml dalam erlenmeyer 250 ml dan 10 ml kultur *S. cerevisiae*.

Hasil penelitian tersebut diperoleh pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}) 0,176/jam.

2.6 Systematic Literature Review (SLR)

Systematic Literature Review adalah sebuah istilah yang digunakan untuk mengkaitkan metodologi penelitian atau riset tertentu dan pengembangan yang akan dilakukan untuk mengumpulkan serta mengevaluasi penelitian yang berkaitan dengan fokus topik tertentu (Triandini dkk, 2019). Menurut Siswanto (2010), metode *systematic review* merupakan metode penelitian yang dapat digunakan untuk mengumpulkan berbagai hasil dari penelitian yang topiknya sama, kemudian akan dilakukan identifikasi, evaluasi dan interpretasi secara lebih cermat. Metode *systematic review* tersebut salah satu metode yang menggunakan *review*, telaah, evaluasi terstruktur, pengklasifikasian dan pengkategorian dari bukti penelitian yang telah dihasilkan sebelumnya. Pada langkah dan strategi untuk pelaksanaannya sangat terencana dan terstruktur sehingga untuk metode ini sangat berbeda dengan metode yang umumnya hanya sekedar menyampaikan studi literatur. Metode *systematic review* bertujuan untuk meningkatkan kedalaman melakukan *review* dan membuat ringkasan dalam bukti penelitian (Hariyati, 2010). Menurut Kitchenham *et al*, (2009) SLR merupakan tinjauan metodologis ketat atau terstruktur yang diperoleh dari berbagai hasil penelitian.

Tujuan SLR tidak hanya untuk mengumpulkan semua bukti yang ada pada pertanyaan penelitian, tetapi juga bertujuan untuk mendukung pengembangan pedoman dengan berbasis bukti bagi para praktisi. Berdasarkan pendapat Triandini dkk (2019), penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode SLR memiliki beberapa tujuan antara lain, untuk mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi dan menafsirkan dari semua penelitian yang tersedia sesuai dengan bidang topik fenomena yang menarik dan dengan pertanyaan penelitian yang relevan. Prosedur tinjauan literatur menggunakan SLR dengan sintesis literatur akan membantu untuk merumuskan masalah, mengumpulkan data, mengevaluasi kelayakan data, menganalisis dan untuk menginterpretasikan data yang relevan, serta mengatur dan menyajikan hasil (Suhartono, 2017). *Systematic review* telah banyak digunakan pada penelitian kesehatan maupun penelitian sosial dunia. Metode SLR digunakan untuk *me-review* dan mengidentifikasi jurnal secara sistematis dengan setiap prosesnya mengikuti langkah-langkah (protokol) yang

ditetapkan (Triandini dkk, 2019). Metode SLR memiliki kelebihan dan kekurangan yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Kelebihan dan Kekurangan Metode *Systematic Literature Review* (SLR)

Kelebihan	Kekurangan
Memiliki banyak kegunaan, dapat diterapkan hampir pada seluruh topik dan mampu memberikan informasi yang baik untuk menggambarkan sesuatu yang lebih dalam.	Membutuhkan keterampilan yang tinggi untuk mengidentifikasi, menganalisis dari berbagai sumber agar mendapatkan informasi yang relevan untuk dibuat menjadi ringkasan.
Penerapannya lebih mudah dan efisien, serta dapat mengumpulkan data dengan jumlah besar dan minim biaya.	Informasi masa lalu yang dikumpulkan terbatas dan biasanya pihak organisasi yang terlibat tidak memaparkan data aktual kepada peneliti.
Dapat membuat kerangka kerja yang konseptual pada suatu studi perencanaan lebih lanjut dalam sebuah proyek.	Membutuhkan waktu yang lama untuk memenuhi syarat dari pertanyaan peneliti, serta untuk menemukan literatur yang menyeluruh dapat megakibatkan terlewatnya beberapa studi penting yang akan mempengaruhi kesimpulan.

Sumber: Biolchini (2005).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu

Penyusunan tugas skripsi *review* dimulai dari bulan Juli 2021 sampai November 2021 yang dilakukan secara daring (*online*). Jadwal waktu untuk penyusunan skripsi *review* dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

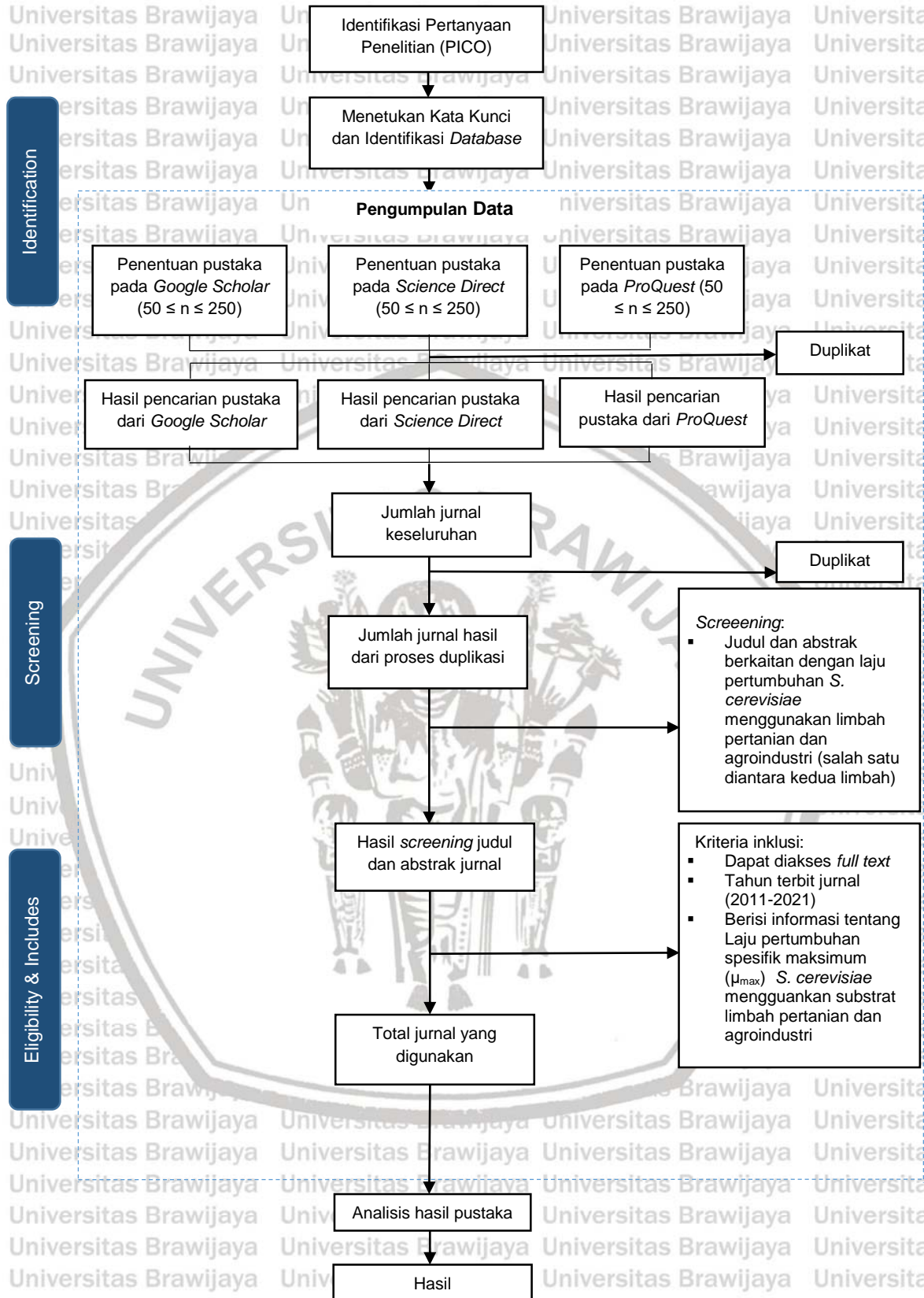
3.2 Metode

Pada penelitian skripsi *review* dimulai dengan tahap pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari sumber pustaka atau hasil penelitian terdahulu. Tahap pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara mencari kemudian membaca dari berbagai literatur yang memiliki keterkaitan dengan topik skripsi secara daring (*online*). Hasil data yang telah diperoleh kemudian dijadikan dasar untuk hasil dan pembahasan penelitian skripsi ini. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu *systematic review*. Tahap penelitian menggunakan metode *systematic review* dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

3.2.1 Batasan Masalah

Penelitian *review* ini dibatasi oleh beberapa hal, antara lain:

1. Substrat berasal dari limbah pertanian dan agroindustri.
2. Limbah pertanian diperoleh dari residu kegiatan pertanian (pra panen, saat panen dan pasca panen).
3. Limbah agroindustri diperoleh dari residu kegiatan agroindustri mulai industri kecil hingga besar (bagian unit bahan baku, proses hingga produk akhir industri).
4. Pertumbuhan *S. cerevisiae* yang mencapai laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{\max}).



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Metode Systematic Review

3.2.2 Identifikasi Permasalahan Penelitian

Tahap untuk melakukan *systematic review* diawali dengan mengidentifikasi permasalahan penelitian (merumuskan pertanyaan masalah). Pada tahap ini, penelitian menggunakan kerangka kerja untuk mendukung formulasi dari pertanyaan *systematic review* yaitu, *Population, Intervention, Comparison* dan *Outcome* (PICO). Menurut Ningtyias (2020), formulasi PICO terdiri dari empat huruf yang masing-masing memiliki deskripsi yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Deskripsi dari Kerangka Kerja PICO.

No.	Kerangka Kerja	Deskripsi
1.	<i>Population</i> atau <i>Problem</i>	Populasi (masalah) yang akan dianalisis sesuai berdasarkan tema yang telah ditentukan dalam <i>literature review</i> .
2.	<i>Intervention</i> atau <i>Indicators</i>	Tindakan atau indikator dari suatu masalah sesuai dengan tema yang diangkat dalam <i>literature review</i> .
3.	<i>Comparison</i>	Intervensi yang akan digunakan sebagai pembanding.
4.	<i>Outcome</i>	Hasil (luaran) yang diperoleh dari studi terdahulu yang sesuai dengan tema.

Pada judul penelitian ini yaitu “Perbandingan Macam Substrat Limbah Pertanian dan Agroindustri terhadap Laju Pertumbuhan Sel *Saccharomyces Cerevisiae* sebagai Khamir Pendukung Produksi Bioetanol” maka dapat ditentukan PICO untuk penelitian sebagai berikut:

1. *Population (Problem)* : Sel khamir *S. cerevisiae*.
2. *Intervention (Indicators)* : Penggunaan jenis substrat limbah dan perlakuan berbeda untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*.
3. *Comparison* : Karakteristik dan konsentrasi substrat limbah yang berbeda serta faktor pertumbuhan terhadap laju pertumbuhan *S. cerevisiae*.
4. *Outcome* : Hasil laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}) *S. cerevisiae* dengan nilai terbaik yang akan dipilih untuk digunakan sebagai pendukung produksi bioetanol.



Berdasarkan PICO dapat diperoleh permasalahan penelitian. Permasalahan penelitian tersebut dapat membantu untuk mengarahkan proses pencarian data. Permasalahan penelitian yang dapat diperoleh berdasarkan PICO antara lain:

RQ1: Bagaimana karakteristik jenis substrat limbah pertanian dan agroindustri yang sesuai untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*?

RQ2: Bagaimana pengaruh konsentrasi substrat limbah pertanian dan agroindustri terhadap laju pertumbuhan *S. cerevisiae* sebagai khamir pendukung produksi bioetanol?

RQ3: Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*?

3.2.3 Menentukan Kata Kunci dan Identifikasi *Database*

Tahap selanjutnya untuk *systematic review* yaitu menentukan kata kunci yang dibuat berdasarkan "PICO". Cara untuk memudahkan penelusuran dan *screening* literatur dapat dilakukan dengan membuat kata kunci (*keyword*). Kata kunci yang digunakan untuk menelusuri literatur yang berbahasa Inggris antara lain: *waste substrate*, *growth rate*, dan *Saccharomyces cerevisiae*. Sedangkan untuk literatur berbahasa Indonesia menggunakan kata kunci antara lain: substrat limbah, laju pertumbuhan, dan *Saccharomyces cerevisiae*. Kata kunci "*waste substrate*" digunakan untuk memperoleh literatur yang menjelaskan substrat limbah apa saja yang digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*, sedangkan kata kunci "*growth rate*" dan "*Saccharomyces cerevisiae*" digunakan untuk mendapatkan literatur terkait nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum sel *S. cerevisiae*. Kata kunci tersebut kemudian digabungkan menjadi satu agar menjadi sebuah kalimat yaitu, "*waste substrate*" AND "*growth rate*" AND "*Saccharomyces cerevisiae*" atau jika berbahasa Indonesia yaitu "substrat limbah" AND "laju pertumbuhan" AND "*Saccharomyces cerevisiae*".

Jika sudah menentukan kata kunci, maka langkah selanjutnya yaitu identifikasi *database* untuk mencari literatur (Wibowo dan Septiara, 2021). Pada tahap ini ada 3 *database* yang akan digunakan antara lain *Google scholar*, *Science Direct*, dan *ProQuest*. Penelusuran pustaka dilakukan pada 3 *database* dengan memiliki batasan-batasan pustaka antara lain, tahun terbit antara 2011-2021, berbahasa Indonesia dan bahasa Inggris, serta termasuk jurnal penelitian. Penentuan terhadap ketiga sumber digital tersebut berdasarkan dari *database online* yang memiliki repositori besar untuk studi akademis.

3.2.4 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan cara pendekatan menggunakan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses*). Metode tersebut umumnya digunakan untuk menggambarkan alur pencarian dengan tujuan memudahkan penulis untuk melaporkan informasi *review* secara sistematis (Ningsih dkk, 2019). Pada metode PRISMA terdiri atas 4 tahap antara lain, *identification*, *screening*, *eligibility* dan *includes* (Suprayitno dan Mamnuah, 2020). Data yang dikumpulkan pada penelitian *review* ini antara lain, karakteristik dan konsentrasi limbah yang mempengaruhi pertumbuhan, laju pertumbuhan spesifik maksimum *S. cerevisiae* dan faktor yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhannya.

3.2.4.1 Identification

Tahap *identification* dilakukan dengan melakukan pencarian literatur dengan cara menggabungkan kata kunci yang sudah ditentukan dengan bantuan Boolean operator “AND”. Tujuan menggunakan operator boolean agar hasil penelusuran yang diperoleh tidak melebar dan sekaligus untuk menyempitkan. Operator boolean “AND” digunakan pada penelitian ini agar dapat mengkombinasikan konsep dan aspek yang berbeda sebagai kata kunci pencarian sehingga dapat mempersempit dokumen yang akan didapatkan (Sumartiningsih dkk, 2019). Kata kunci penelitian ini akan digunakan pada beberapa *database* yang dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Pencarian Literatur pada *Database* dengan Boolean “AND”

Database	Kata Kunci
<i>Science Direct</i>	<i>Waste substrate</i> AND <i>Growth rate</i> AND <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Google scholar</i>	Nasional: Substrat limbah AND Laju pertumbuhan AND <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Internasional: <i>Waste substrate</i> AND <i>Growth rate</i> AND <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>ProQuest</i>	<i>Waste substrate</i> AND <i>Growth rate</i> AND <i>Saccharomyces cerevisiae</i>

Proses pencarian dilakukan pada tanggal 13 - 15 September 2021. Jurnal yang akan dicari hanya jurnal penelitian dan dipublikasi antara tahun 2011-2021. Proses pencarian pustaka dilakukan pada *database* antara lain *Google Scholar*, *Science direct* dan *ProQuest* dengan menggunakan kata kunci yang sama. Populasi jurnal



atau artikel yang digunakan dibatasi yaitu $50 \leq n \leq 250$ pada masing-masing *database* yang dipilih untuk mencari literatur. Pada pencarian khusus *database Google Scholar* dibagi menjadi dua bagian pencarian yaitu pencarian jurnal nasional dan jurnal internasional dengan batasan populasi sesuai dengan yang telah ditetapkan pada penelitian ini. Populasi diberi batasan agar dapat mengurangi hasil pencarian jurnal yang tidak sesuai dengan topik, karena jika semakin jauh halaman *database* yang diakses maka jurnal atau artikel yang relevan dengan kata kunci semakin berkurang.

3.2.4.2 Screening

Pada tahap *screening* akan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh jurnal atau artikel yang sesuai dengan topik permasalahan penelitian. Hal yang perlu dilakukan sebelum melakukan *screening* yaitu melakukan proses seleksi duplikasi dahulu. Proses duplikasi pada penelitian dilakukan sebanyak 2 kali. Seleksi duplikasi yang pertama yaitu seleksi pada masing-masing *database* untuk memastikan bahwa tidak ada jurnal atau artikel yang sama di dalam satu *database* yang sama, kemudian seleksi yang kedua untuk menyeleksi antar *database* dengan tujuan menghilangkan judul jurnal atau artikel yang sama antar *database* yang berbeda. Alat bantuan untuk melakukan *screening* dengan menggunakan *Microsoft Excel 2010*. Tahap *screening* akan dilakukan dengan cara menyaring jurnal yang dapat memenuhi beberapa syarat yang telah ditentukan. Syarat tersebut yang harus dipenuhi yaitu judul serta abstrak harus memiliki keterkaitan dengan pengaruh macam substrat limbah pertanian dan agroindustri terhadap laju pertumbuhan *S. cerevisiae* yang nantinya dapat digunakan sebagai khamir pendukung produksi bioetanol.

3.2.4.3 Eligibility dan Includes

Tahap *eligibility* (kelayakan) dimana pada tahap ini dilakukan pengecekan kelayakan jurnal berdasarkan kriteria inklusi dan penilaian kualitas yang sesuai topik yang digunakan (Munandah dan Shanti, 2018). Kelayakan kualitas dilakukan dengan merujuk peraturan kemenristekdikti dengan menggunakan pengindeks yang diakui internasional yaitu Scopus. Basis data scopus sangat progresif untuk menampilkan berbagai profil akademik. Profil tersebut disediakan secara terbuka dan gratis oleh Scopus melalui *Scimagojr* dan *Author Search* yang sangat membantu untuk pencarian jurnal dan profil akademik dari seseorang. *Scopus*

(*Scimago*) memiliki kelebihan dibandingkan *Clarivate analytics (Impact Factor)*, antara lain lebih tidak terlalu membatasi informasi secara gratis, mampu memberikan informasi nama jurnal dan kategori indeksnya. *Scopus* menggunakan posisi *Quartile* sebagai ukuran dari kualitas jurnal. *Scimago* akan memberikan informasi pemeringkatan jurnal dalam basis data tersebut. Pada basis data *Scimagojr* kualitas jurnal dalam bidang ilmu ditunjukkan dengan *Quartile*. *Quartile* terbaik berada pada posisi 1 atau yang umum disebut dengan *Q1* (Sejati, 2018).

Informasi posisi jurnal terhadap bidang ilmu pengetahuan sangat penting diketahui karena sebuah kebanggaan.

Pada penelitian *review* ini menetapkan syarat jurnal terpilih yang telah melalui tahap *screening* dengan minimal harus terindeks *Scientific Journal Rankings (SJR) Q2* dan *Science and Technology Index (Sinta) 2*. Jurnal terpilih kemudian akan melalui tahap pengecekan indeks sesuai syarat yang telah ditetapkan. Jika tahap tersebut selesai maka dilanjutkan pada tahap *includes* dimana pada tahap ini terlihat jumlah jurnal yang memenuhi syarat *review* yang siap untuk diekstraksi data (Munandah dan Shanti, 2018). Pada tahap *eligibility* akan dilakukan pengecekan kelayakan jurnal dengan cara membaca keseluruhan isi jurnal kemudian melihat kesesuaiannya dengan kriteria inklusi yang ditetapkan pada penelitian ini. Kriteria inklusi dan eksklusi penelitian ini dapat dilihat pada

Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi pada Penelitian *Review*

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Akses Jurnal	Artikel penelitian <i>open access</i> atau telah berlangganan dengan UB	Artikel penelitian yang tidak <i>open access</i> atau tidak berlangganan dengan UB
Tahun Terbit Jurnal	Jurnal terbit pada tahun 2011-2021	Jurnal tidak terbit pada tahun 2011-2021
Isi Jurnal	Berisi informasi terkait laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}) <i>S. cerevisiae</i> menggunakan substrat limbah pertanian dan agroindustri.	Informasi yang tidak berkaitan dengan laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}) <i>S. cerevisiae</i> menggunakan substrat limbah pertanian dan agroindustri.



Jika jurnal telah sesuai dengan kriteria inklusi maka dilanjutkan dengan melakukan penilaian kualitas (*Quality Assessment*). Pada penilaian kualitas akan dilakukan penilaian dan evaluasi kualitas dari isi jurnal. Penilaian dilakukan berdasarkan dari penetapan penilaian kualitas (QA) yang sebelumnya telah dibuat dan ditentukan sebagai berikut:

QA1 : Apakah pada isi jurnal penelitian membahas mengenai pertumbuhan *S. cerevisiae* menggunakan substrat limbah pertanian dan agroindustri yang diketahui karakteristiknya?

QA2 : Apakah dalam isi jurnal menunjukkan hasil laju pertumbuhan spesifik maksimum *S. cerevisiae* (μ_{max}) dengan diketahui konsentrasi substrat limbah yang digunakan?

QA3 : Apakah dalam isi jurnal membahas terkait faktor-faktor pertumbuhan yang mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*?

Pada pertanyaan QA1 berkaitan dengan permasalahan penelitian 1 (RQ1) yang menanyakan terkait karakteristik substrat limbah yang sesuai pada pertumbuhan *S. cerevisiae* dalam penelitian. Pada pertanyaan (QA2) juga berkaitan dengan permasalahan penelitian 2 (RQ2) yang berkaitan dengan pengaruh konsentrasi substrat limbah pertanian dan agroindustri terhadap laju pertumbuhan *S. cerevisiae*, serta pada pertanyaan QA3 yang merujuk pada permasalahan penelitian 3 (RQ3). Langkah selanjutnya, pada masing-masing jurnal diberikan penilaian dengan berdasarkan ketiga pertanyaan tersebut. Pada penilaian kualitas dilakukan dengan memberi nilai Ya/Tidak (Y/T) yang akan menunjukkan bahwa jurnal penelitian tersebut berkaitan atau tidak dengan topik penelitian *review* ini, kriteria yang termasuk Ya/Tidak sebagai berikut:

Ya (Y) : Jurnal yang telah sesuai dengan pertanyaan kriteria penilaian kualitas (QA).

TIDAK (T) : Jurnal yang tidak sesuai dengan pertanyaan kriteria penilaian kualitas (QA).

Jurnal penelitian yang mendapatkan nilai "YA" pada setiap pertanyaan kriteria penilaian kualitas maka "Diterima" dan dapat digunakan sebagai jurnal telaah pustaka. Jika tahap penilaian kualitas selesai maka dilanjutkan pada tahap *included*. Tahap ini akan menampilkan jurnal yang telah sesuai dengan kriteria inklusi dan memenuhi kriteria pada proses penilaian kriteria (*Quality Assessment*) sehingga selanjutnya dapat dianalisis lebih lanjut.

3.3 Teknik Analisis

Teknik *systematic literature review* terbagi menjadi 2 macam yaitu meta-analisis dan meta-sintesis. Meta sintesis adalah cara mengkombinasikan berbagai hasil penelitian secara statistik (teknik kuantitatif), sedangkan meta analisis merupakan cara untuk me-*resume* berbagai penelitian yang kemudian disajikan dalam bentuk deskriptif dengan teknik naratif (teknik kualitatif) (Siswanto, 2010). Pada penelitian ini menggunakan teknik analisis kualitatif dan kuantitatif, tetapi lebih dominan menggunakan teknik kualitatif (meta sintesis) karena pada penelitian ini tidak memerlukan model statistik tertentu. Literatur yang diperoleh dan telah melalui tahap seleksi hingga penilaian kemudian akan dilakukan analisis konten. Analisis konten yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis perbandingan (*comparison*) dan analisis kesamaan (*similarity*). Pada penelitian ini menerapkan analisis konten karena untuk menjawab dari permasalahan penelitian yang telah ditetapkan pada penelitian ini sebelumnya. Hasil data yang telah diperoleh kemudian akan disajikan dalam tabel dan kemudian dari tabel perbandingan dilakukan pembahasan. Tabel perbandingan tersebut contohnya dapat dilihat pada **Tabel 3.4**.

Tabel 3.4 Perbandingan dari Isi Jurnal Penelitian

No	Jenis Substrat Limbah	Karakteristik Nutrisi	Referensi
1.			
2.			
3.			
Dst.			

3.4 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap hasil dan pembahasan di dalamnya akan mencakup pengelompokkan jurnal penelitian berdasarkan jurnal dan hasil analisis *Quality Assessment* (QA). Langkah selanjutnya dilakukan analisis data (konten) untuk menjawab dari permasalahan penelitian dengan melalui pendekatan analisis perbandingan dan kesamaan. Pada bagian ini akan membuat hasil *resume* dari jurnal terpilih (final), selain itu ditambahkan beberapa jurnal nasional atau internasional untuk mendukung hasil analisis yang sesuai dengan topik dan pembahasan penelitian *review* ini. Hasil *resume* tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel seperti pada **Tabel 3.4**. Tabel dibuat untuk memudahkan melakukan analisis perbandingan terhadap isi jurnal penelitian (Zhao *et al.*, 2020). Selanjutnya untuk memudahkan lagi menyusun pembahasan, maka dilakukan analisis kesamaan yang disajikan dalam bentuk tabel juga. Tujuan pembuatan



tabel analisis kesamaan yaitu untuk mengetahui adanya sesuatu yang sama antar jurnal satu dengan yang lain, contohnya penggunaan substrat yang sama untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* dan lain sebagainya. Pada pembahasan nanti akan diketahui jenis substrat mana yang sering digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* dan dapat mempengaruhi laju pertumbuhan maksimum *S. cerevisiae* (μ_{max}), efek dari karakteristik dan konsentrasi substrat limbah sebagai nutrisi pertumbuhan *S. cerevisiae*, serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*.

3.5 Kesimpulan dan Saran

Bagian terakhir dari skripsi *review* merupakan kesimpulan dan saran yang akan menunjukkan jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian.

Kesimpulan dibuat dengan mengacu pada permasalahan penelitian (PICO) yang telah ditentukan. Pada bagian saran akan menjelaskan masukan yang tepat untuk penelitian berbasis telaah pustaka yang selanjutnya berdasarkan kekurangan dari penelitian ini.



BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Proses Pencarian dan Kriteria Inklusi

Tahap proses pencarian jurnal dilakukan pada 3 *database* antara lain, *Science Direct*, *Google scholar* dan *ProQuest*. Proses pencarian jurnal untuk kajian skripsi *review* ini dapat dilihat pada **Gambar 4.1**. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci yang sama dan sudah ditetapkan sebelumnya pada setiap *database*. Hasil jurnal yang diperoleh pada *database Science Direct* sebanyak 4.242 jurnal, *Google scholar* (internasional) 17.600 jurnal, *Google scholar* (nasional) 633 jurnal dan *ProQuest* sebanyak 4.120 jurnal. Jurnal yang diperoleh dari setiap *database* dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

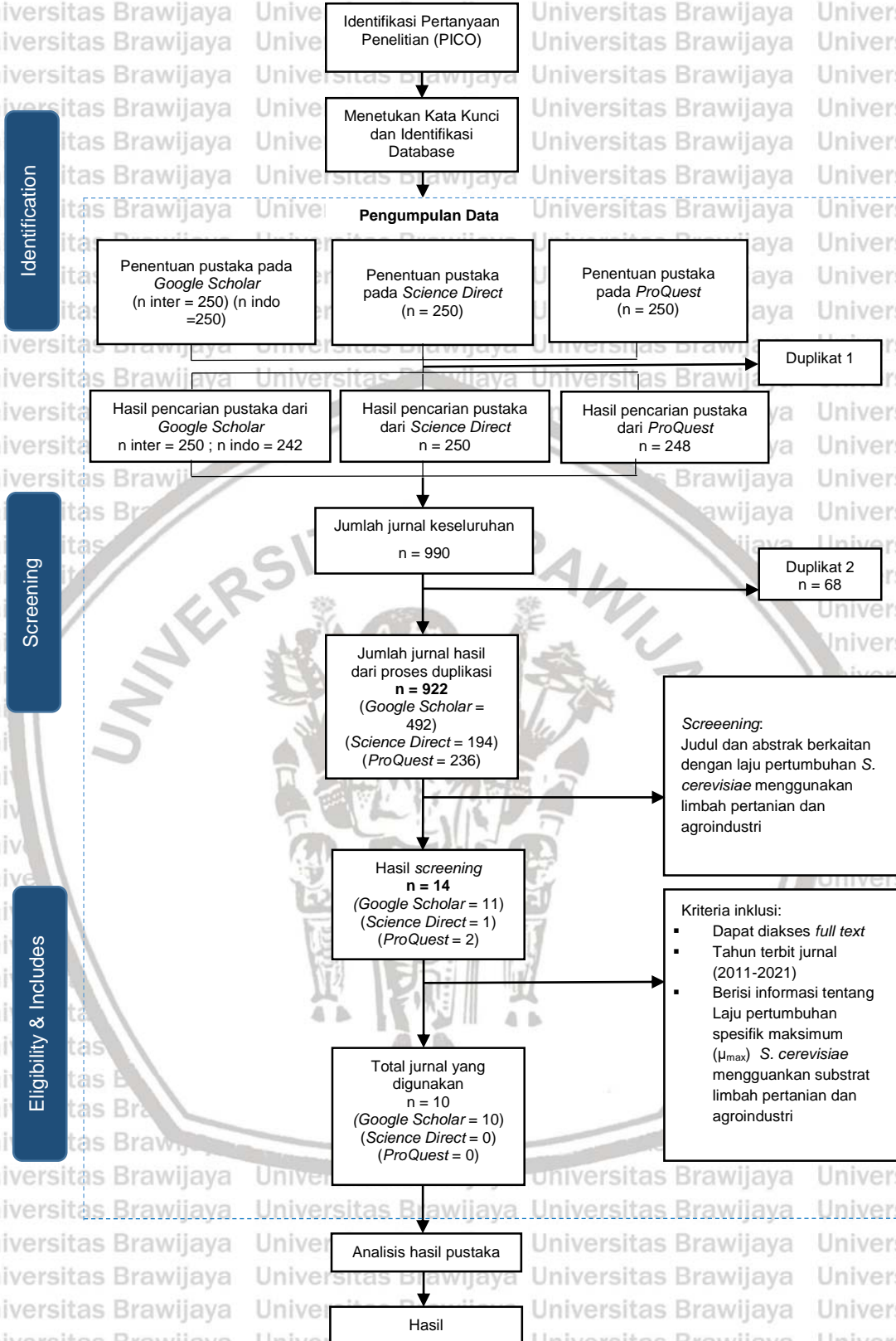
Pada setiap *database* telah memenuhi syarat batasan populasi yang telah ditetapkan yaitu $50 \leq n \leq 250$. Menurut Nashihuddin (2015), penetapan batasan populasi harus diterapkan karena terdapat beberapa alasan antara lain, informasi yang tersedia di internet sangat banyak, luas dan sangat beraneka ragam (1), agar dapat memperoleh informasi yang relevan (2), dan mampu menghemat waktu pencarian dan mempermudah proses pencarian (3). Hal tersebut dipertegas dengan pendapat Sudira (2016), diperlukan fungsi pembatas (*limits*) jika diperlukan untuk penetapan populasi agar mengefektifkan proses pencarian. Hal tersebut telah sesuai dengan yang diterapkan pada penelitian *review* ini untuk menetapkan batasan populasi.

Khusus pada *database Google scholar* batasan populasi berlaku untuk masing-masing pencarian jurnal nasional dan internasional. Hal tersebut tidak mempengaruhi jumlah populasi jurnal yang dihasilkan, karena jumlah jurnal nasional dan internasional pada *Google scholar* jika dipisah atau digabung sudah melebihi syarat batas populasi yang telah ditetapkan. Tahap selanjutnya dilakukan duplikat tahap 1 untuk masing-masing *database* dengan bantuan *Microsoft Excel* 2010 yang dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Pada *database Google scholar* total jurnal nasional setelah dilakukan pengecekan duplikasi 1 diperoleh 242 jurnal, sedangkan untuk seluruh jurnal internasional dari semua *database* didapatkan sebanyak 748 jurnal. Jika digabungkan antara jurnal nasional dan internasional keseluruhan diperoleh 990 jurnal.

Tahap selanjutnya dilakukan duplikat tahap 2 pada keseluruhan jurnal sehingga tersisa 922 jurnal. Hal tersebut disebabkan terdapat 68 jurnal yang sama sehingga jurnal tersebut tereliminasi. Proses duplikat tahap 2 dapat dilihat pada

Lampiran 4 yang dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel 2010*. Rincian dari duplikat tahap 2 diperoleh jurnal yang sama antara lain *database Science Direct* sebanyak 56 jurnal, *ProQuest* sebanyak 12 jurnal sedangkan *Google scholar* diperoleh 68 jurnal. Hal tersebut terjadi karena jurnal yang ada pada *database Science Direct* dan *ProQuest* juga terdapat pada *database Google scholar*. Menurut Triyono (2020), *Google scholar* merupakan *database* yang mencakup pencarian publikasi ilmiah yang sangat luas sehingga besar kemungkinan jika jurnal atau artikel yang ditemukan pada *Google scholar* juga terdapat pada *database* pencarian jurnal atau artikel yang lainnya.

Tahap setelah dilakukan seleksi duplikat 1 dan 2 maka dilakukan *screening* terhadap judul dan abstrak jurnal yang harus memenuhi persyaratan terindeks *Science and Technology Index* dengan minimal Sinta 2, *Scientific Journal Rankings* (SJR) minimal Q2, dan harus berkaitan dengan laju pertumbuhan spesifik maksimum *S. cerevisiae* menggunakan limbah pertanian dan agroindustri. Syarat minimal Sinta 2 ditetapkan, karena Sinta 1 terakreditasi A sedangkan Sinta 2 terakreditasi B yang diterbitkan dengan bahasa Indonesia. Selain itu, Sinta 2 telah memiliki manajemen yang baik dan bersifat *open access* sehingga kebanyakan jurnal Sinta 2 telah terindeks di DOAJ (*Directory of Open Access Journal*) sedangkan Sinta 3 ke bawah belum tentu demikian (Sejati, 2018). Selanjutnya alasan untuk menetapkan minimal Q2 karena Q2 termasuk klaster tinggi setelah Q1 serta selain itu, jumlah jurnal atau artikel terindeks Q1 dan Q2 lebih sedikit. Ketersediaan jurnal dalam jumlah yang sedikit disebabkan untuk mencapai indeks Q1 dan Q2 maka jurnal yang dibuat perlu melalui proses dan waktu yang sangat lama agar sesuai dengan indeks tersebut. Pada tahap *screening* tersebut diperoleh sebanyak 14 jurnal yang lolos sesuai dengan persyaratan, 550 jurnal yang tidak sesuai dengan judul dan abstrak persyaratan, 116 jurnal tidak memenuhi syarat indeks *Science and Technology Index* atau *Science Journal Rankings* (SJR) dan 242 jurnal yang tidak terindeks atau bukan termasuk jurnal penelitian. Jurnal yang lolos dalam tahap *screening* berjumlah 14 jurnal yang berasal dari *Google scholar* sebanyak 11 jurnal, *Science Direct* 1 jurnal dan *ProQuest* 2 jurnal. Proses tahap *screening* dapat dilihat pada **Lampiran 4**.



Gambar 4.1 Metode Systematic Review



Jurnal yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan pengecekan yang harus sesuai dengan kriteria inklusi yang ditetapkan sebelumnya. Kriteria inklusi yang ditetapkan antara lain, jurnal penelitian harus dapat diakses *full text* dan harus berisi informasi tentang laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{\max}) *S. cerevisiae* dengan substrat limbah pertanian dan agroindustri. Pada 14 jurnal keseluruhan dapat diakses *full text*, tetapi terdapat jurnal yang tidak memenuhi kriteria inklusi mengenai substrat limbah untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*. Hasil jurnal yang memenuhi kriteria inklusi diperoleh sebanyak 10 jurnal dengan rincian 10 jurnal *Google scholar* dan 0 jurnal atau tidak ada jurnal yang memenuhi kriteria inklusi dari *Science Direct* dan *ProQuest*. Penentuan kriteria inklusi untuk laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{\max}) *S. cerevisiae* menggunakan substrat limbah pertanian dan agroindustri ditetapkan dengan tujuan untuk mengetahui nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum dari berbagai limbah tersebut. Selain itu pada isi jurnal juga harus menjelaskan terkait karakteristik dan konsentrasi substrat limbah pertanian dan agroindustri yang digunakan, kurva pertumbuhan *S. cerevisiae* untuk mengetahui pengaruh substrat terhadap pertumbuhan dan memaparkan faktor pendukung lain untuk pertumbuhan sel *S. cerevisiae*. Hal tersebut ditetapkan dengan maksud untuk mempermudah dalam melakukan proses analisis data dari setiap jurnal. Tahap seleksi kriteria inklusi tersebut dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

4.2 Pengelompokkan Jurnal

Jurnal yang telah melalui tahap sebelumnya akan dilakukan pengelompokkan. Total jurnal yang sesuai dengan kriteria inklusi diperoleh sebanyak 10 jurnal berbahasa inggris (internasional) yang berasal dari *database Google scholar*. Tujuan dari pengelompokkan jurnal yaitu untuk mengetahui jurnal yang paling banyak memuat jurnal atau artikel yang bertema sesuai dengan topik penelitian ini. Pada pengelompokkan jurnal nantinya juga akan diberikan persentase jumlah dari masing-masing jenis jurnal dan disintesis yang berdasarkan dua indeks jurnal yaitu Scopus dengan *Scientific Journal Rankings* (SJR) pada jurnal internasional dan *Science and Technology Index* (Sinta) pada jurnal nasional. Pengelompokkan jurnal dari jurnal penelitian terpilih yang tersedia dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Pengelompokan Jurnal Penelitian Terindeks Quartile

No	Jurnal	Jumlah Artikel	Persentase (%)	Indeks
1	<i>Fuel</i>	2	20%	Q1
2	<i>Renewable Energy</i>	1	10%	Q1
3	<i>Biomass and Bioenergy</i>	1	10%	Q1
4	<i>Biotechnology Reports</i>	1	10%	Q1
5	<i>Food and Bioprocess Processing</i>	1	10%	Q2
6	<i>Fermentation</i>	1	10%	Q2
7	<i>Journal of Scientific and Industrial Research</i>	1	10%	Q2
8	<i>Biochemical Engineering Journal</i>	1	10%	Q2
9	<i>Bioprocess and Biosystems Engineering</i>	1	10%	Q2
Total		10	100%	

Berdasarkan dari **Tabel 4.1** maka dapat diketahui bahwa dari beberapa jurnal yang ada terdapat salah satu jurnal yang jumlahnya lebih dari satu. Jurnal "*Fuel*" mendominasi dari jumlah jurnal yang ada dengan diperoleh sebanyak 2 jurnal atau 20% dari total keseluruhan jurnal. Jurnal "*Fuel*" telah terindeks Scopus SJR Quartile 1 (Q1). Jurnal dikategorikan berdasarkan peringkatnya dengan Quartile yang terdapat 4 kategori terdiri dari Q1, Q2, Q3, dan Q4. Quartil diurutkan berdasarkan nilai SJR tertinggi, selain itu Quartil ini akan menunjukkan seberapa besar pengaruhnya jurnal tersebut dalam suatu bidang keilmuan. Menurut Putri (2018), Scopus merupakan salah satu pusat data terbesar di dunia yang di dalamnya mencangkup puluhan juta literatur ilmiah, selain itu sejak puluhan tahun yang lalu hingga sekarang telah menerbitkan jurnal ilmiah. Q1 adalah *cluster* yang tertinggi atau yang sangat utama dari bagian kualitas jurnal, selanjutnya diikuti Q2, Q3 dan Q4.

Jurnal penelitian yang telah banyak ditemukan yaitu bertema "*Fuel*". Hal tersebut disebabkan banyak jurnal atau artikel yang diterbitkan dengan membahas tentang sumber energi tetap sehingga cakupannya luas dan topik yang dibahas semakin menarik contohnya berkaitan dengan aspek lingkungan. Berdasarkan hal tersebut maka artikel yang diterbitkan pada "*Fuel*" telah sesuai dengan tema penelitian ini yang juga membahas terkait aspek lingkungan berupa limbah pertanian dan agroindustri untuk substrat pertumbuhan *S. cerevisiae* sebagai khamir pendukung produksi bioetanol. Kemudian 9 jenis jurnal sisanya masing-masing berjumlah 1 jurnal dengan persentase 10% dan terindeks scopus SJR



Quartil 1 atau 2 (Q1 atau Q2). Pada keseluruhan jurnal yang diperoleh dapat dikatakan valid datanya karena mempunyai peringkat indeks scopus yang tinggi sesuai syarat *screening* dengan minimal jurnal berindeks Q2.

4.3 Hasil Penilaian Kualitas (*Quality Assesment*)

Tahap berikutnya yang dilakukan setelah jurnal terpilih melalui tahap pengecekan inklusi yaitu dilakukan tahap penilaian kualitas (*Quality Assesment*).

Pada tahap ini jurnal terpilih akan dinilai dan dievaluasi kualitasnya dari isi jurnal dengan berdasarkan pertanyaan penilaian kualitas (QA) yang sebelumnya telah dibuat sesuai dengan topik penelitian ini. Hasil penilaian kualitas (*Quality Assesment*) dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Hasil Penilaian Kualitas Jurnal

No	Judul	Penulis	Q1	Q2	Q3	Hasil
1	<i>Evaluation of industrial Saccharomyces cerevisiae strains for ethanol production from biomass</i>	Kasavi et al., 2012	Y	Y	Y	Diterima
2	<i>Kinetics of Bioethanol Production from Waste Sorghum Leaves Using Saccharomyces cerevisiae BY4743</i>	Rorke and Evariste, 2017	Y	Y	Y	Diterima
3	<i>Bioethanol production from sugarcane leaf waste: Effect of various optimized pretreatments and fermentation conditions on process kinetics</i>	Moodley and Gueguim, 2019	Y	Y	Y	Diterima
4	<i>Ethanol production with natural carbon sources in batch and continuous fermentation using free and immobilized Saccharomyces cerevisiae</i>	Shafaghat et al., 2011	Y	Y	Y	Diterima
5	<i>Pilot-scale production of fuel ethanol from concentrated food waste hydrolysates using Saccharomyces cerevisiae H058</i>	Yan et al., 2013	Y	Y	Y	Diterima
6	<i>Production of Bioethanol from agro-industrial wastes</i>	Bocanegra et al., 2015	Y	Y	Y	Diterima
7	<i>Medium optimization and kinetics modeling for the fermentation of hydrolyzed cheese whey permeate as a substrate for Saccharomyces cerevisiae var. bouldarii</i>	Trigueros et al., 2016	Y	Y	Y	Diterima



No	Judul	Penulis	Q1	Q2	Q3	Hasil
8	Valorization of the powdered bread waste hydrolysate as growth medium for baker yeast	Benabda et al., 2018	Y	Y	Y	Diterima
9	Valorization of sugarcane bagasse for bioethanol production through simultaneous saccharification and fermentation: Optimization and kinetic studies	Jugwanth et al., 2019	Y	Y	Y	Diterima
10	Valorisation of potato peel wastes for bioethanol production using simultaneous saccharification and fermentation: Process optimization and kinetic assessment	Chohan et al., 2020	Y	Y	Y	Diterima

Hasil dari tahap penilaian kualitas pada 10 jurnal penelitian terpilih diperoleh hasil seperti yang terlihat pada **Tabel 4.2**. Berdasarkan **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa dari 10 jurnal tersebut semuanya lolos dari tahap ini. Jurnal tersebut dapat lolos penilaian karena di dalamnya terdapat penjelasan yang sesuai dengan kriteria dari pertanyaan penilaian kualitas (QA) yang telah dibuat sebelumnya pada penelitian ini. Pada masing-masing jurnal di dalamnya telah terdapat penjelasan mengenai pertumbuhan *S. cerevisiae* menggunakan substrat limbah pertanian dan agroindustri, laju pertumbuhan spesifik maksimum *S. cerevisiae* dengan diketahui nutrisi yang terkandung dan konsentrasi substrat, serta faktor pertumbuhan yang dapat mempengaruhi pertumbuhannya. Hal tersebut yang membuat keseluruhan jurnal dapat dinyatakan lolos pada tahap penilaian. Daftar jurnal penelitian terpilih final yang digunakan dan dibahas pada penelitian review ini dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

4.4 Analisis Konten

Jurnal yang telah didapatkan dari penilaian kualitas selanjutnya akan dilakukan analisis konten. Analisis konten merupakan tahap dimana dilakukan pencarian jawaban yang dicari pada jurnal terpilih atas permasalahan penelitian (*research question*) yang telah dibuat sebelumnya. Pada analisis ini akan dilakukan analisis kesamaan dan perbandingan untuk mempermudah pembahasan. Analisis kesamaan dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah pembahasan mengenai pengelompokan jenis substrat limbah dan lainnya yang digunakan dari jurnal



penelitian, sedangkan analisis perbandingan dilakukan untuk membahas perbandingan laju pertumbuhan spesifik maksimum *S. cerevisiae* dengan menggunakan substrat limbah yang berbeda dan dengan perlakuan yang berbeda.

4.4.1 RQ1: Karakteristik Substrat Limbah Pertanian dan Agroindustri

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa permasalahan penelitian yang akan ditemukan jawabannya dengan menganalisis jurnal penelitian yang terpilih.

Permasalahan penelitian yang pertama (RQ1) berkaitan dengan jenis substrat limbah dengan mengetahui karakteristiknya yang sesuai untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*. Hal tersebut dapat terjawab dengan mengetahui rangkuman jurnal yang meliputi jenis substrat limbah dan karakteristik nutrisi yang terkandung di dalamnya. Rangkuman perbandingan karakteristik nutrisi tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.3**. Selain itu untuk mengetahui lebih mendalam terkait jenis substrat limbah yang banyak digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* maka dibuat pengelompokan jenis substrat yang sama dari keseluruhan jurnal penelitian terpilih. Hasil pengelompokan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.



Tabel 4.3 Perbandingan Karakteristik Nutrisi Substrat Limbah

No	Jenis Substrat Limbah	Kategori	Kadar Air	Karakteristik Nutrisi	Referensi
1.	Kulit kentang	Limbah Pertanian	10%	Protein 21,87%, pati 8,65%, selulosa, hemiselulosa, dan vitamin	Kasavi <i>et al.</i> , (2012); Sari dkk, (2013)
2.	Daun sorgum	Limbah Pertanian	20%	Protein 7,82%, serat kasar 28,94%, lemak 2,60% dan vitamin	Rorke <i>and</i> Evariste, (2017); Sirapapa, (2003)
3.	Daun tebu	Limbah Pertanian	10%	Protein 2,6%, lignin, selulosa dan hemiselulosa	Moodley <i>and</i> Gueguim, (2019); Sudrajat dkk, (2021)
4.	Molase (tetes)	Limbah Agroindustri	20%	Karbohidrat 37%, protein 4% dan vitamin	Shafaghat <i>et al.</i> , (2011); Desniar, (2004); Puspitasari, (2008)
5.	Molase (tetes)	Limbah Agroindustri	23%	Sukrosa 35%, protein 4,2%, kalsium 0,84%, kalium dan asam-asam organik	Kasavi <i>et al.</i> , (2012); Larangahen dkk (2017); Puspitasari (2008);
6.	Limbah sisa makanan	Limbah Agroindustri	70%	Karbohidrat 60%, protein 22,40%, serat kasar 19,12% dan lipid 20%	Yan <i>et al.</i> , (2013); Pleissner <i>et al.</i> , (2013); Achadri dkk, (2018)
7.	- Ampas kelapa - Ampas nanas	Limbah Agroindustri	4,2% 5%	Ampas kelapa: karbohidrat 39,1%, protein 12,6%, magnesium, kalium dan fosfor Ampas nanas: karbohidrat 10,54%, protein 0,56%, fosfor dan kalium	Bocanegra <i>et al.</i> , (2015); Wardani dkk, (2012); Nastiti dkk, (2013); Ginting dkk, (2005)
8.	Whey keju	Limbah Agroindustri	93,42%	Laktosa 5,43%, protein 0,76%, mineral 0,7%, kadar lemak dan vitamin B-kompleks	Trigueros <i>et al.</i> , (2016); Nursiwi dkk, (2015)
9.	Limbah tepung roti	Limbah Agroindustri	16,86%	Karbohidrat 74,68%, protein 10,25%, nitrogen organik, dan fosfor	Benabda <i>et al.</i> , (2018); Hidayat dan Mega, (2018); Widjastuti dan Endang, (2018)
10.	Ampas tebu	Limbah Agroindustri	50%	Protein 4%, selulosa 40%, lignin 11%, hemiselulosa 33%, abu 0,48% dan etanol	Jugwanth <i>et al.</i> , (2019); Hidayah dkk, (2017); Saechu, (2009); Rafles dkk, (2016)
11.	Kulit kentang	Limbah Agroindustri	10%	Pati 8,65%, protein 21,87%, gula 1,44%, selulosa, hemiselulosa, lignin, dan vitamin	Chohan <i>et al.</i> , (2020); Sari dkk, (2013); Jabbar, (2017)

Pada penelitian Kasavi *et al.*, (2012) limbah molase (tetes) dan kulit kentang digunakan sebagai substrat pertumbuhan *S. cerevisiae*. Limbah kulit kentang berasal dari residu pertanian sehingga tergolong limbah pertanian.

Limbah daun sorgum tergolong sebagai limbah pertanian yang digunakan pada penelitian Rorke *and* Evariste (2017), yang diambil dari Ukulinga Research Farm, Afrika Selatan ketika masa panen. Pada penelitian Moodley *and* Gueguim (2019), limbah yang digunakan adalah limbah daun tebu sebagai substrat pertumbuhan.

Limbah tersebut berasal dari perkebunan tebu yang diperoleh pada masa panen yang terletak di pantai utara Afrika Selatan. Selain limbah pertanian, pada beberapa jurnal terpilih ada yang menggunakan limbah agroindustri sebagai substrat pertumbuhan.

Pada penelitian Shafaghat *et al.* (2011), menggunakan limbah molase (tetes) yang diperoleh dari pabrik gula lokal di Iran. Selanjutnya limbah agroindustri berikutnya yaitu limbah molase (tetes) yang dijadikan penelitian oleh Kasavi *et al.*, (2012) diperoleh dari pabrik gula Kutahya Turki. Penelitian yang dilakukan oleh Yan *et al.* (2013), menggunakan limbah sisa makanan yang berasal dari restoran dan *cafeteria*. Limbah sisa makanan disini contohnya sisa nasi, sisa roti dan sisa daging. Menurut Suhartini dan Irnia (2018), limbah sisa makanan merupakan salah satu contoh limbah agroindustri yang berasal dari restoran dan kantin. Pada penelitian Bocanegra *et al.* (2015), substrat yang digunakan yaitu limbah ampas kelapa dan ampas nanas tergolong kedalam limbah agroindustri karena limbah ampas kelapa diperoleh dari industri permen lokal Mexico City sedangkan ampas nanas diperoleh dari pasar grosir Mexico. Berikutnya pada penelitian Trigueros *et al.* (2016), menggunakan Whey keju yang berasal dari industri wilayah barat negara bagian Parana, Brazil. Pada penelitian Benabda *et al.* (2018), limbah yang digunakan yaitu limbah tepung roti yang berasal dari toko roti lokal di Afrika Utara. Berikutnya penelitian yang dilakukan Jugwanth *et al.* (2019), menggunakan limbah ampas tebu yang diambil dari pabrik gula Illovo, Afrika Selatan. Selain itu limbah agroindustri lain yang dapat digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* yaitu limbah kulit kentang berasal dari tempat makanan cepat saji lokal di Afrika Selatan yang dijabarkan pada penelitian Chohan *et al.* (2020).

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat dilihat jenis substrat mana yang memiliki karakteristik nutrisi yang cukup banyak serta ketersediaan kadar air substrat yang sesuai dibandingkan substrat yang lainnya. Berdasarkan macam-macam substrat limbah pertanian dan agroindustri dari jurnal penelitian terpilih diperoleh jenis

substrat yang cukup serta ketersediaan kadar air yang sesuai untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*, yaitu limbah tepung roti dan molase (tetes). Pada penelitian Benabda *et al.* (2018), substrat yang digunakan berupa limbah tepung roti. Limbah tersebut mengandung kadar air sebesar 16,86%, karbohidrat 74,68%, protein 10,25%, nitrogen organik dan fosfor. Kemudian pada penelitian Shafaghat *et al.*, menggunakan limbah molase (tetes) mengandung kadar air substrat 20%, karbohidrat 37%, protein 4% dan vitamin, sedangkan pada penelitian Kasavi *et al.* (2012), mengandung kadar air sebesar 23%, sukrosa 35%, protein 4,2%, kalsium 0,84%, kalium dan asam-asam organik.

Substrat limbah tepung roti dan molase (tetes) tersebut memiliki karakteristik nutrisi dalam jumlah cukup serta ketersediaan kadar air substrat yang sesuai untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*. Hal tersebut terjadi disebabkan dari kedua substrat limbah terdapat beberapa unsur makro dan mikro nutrisi untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* yang jumlahnya cukup jika dibandingkan dengan substrat limbah lain. Kebutuhan nutrisi makro menurut Halimatuddahlia (2003) meliputi unsur C, N dan P. Sedangkan nutrisi mikro yang dibutuhkan *S. cerevisiae* seperti Mg, Ca, Na, S, Fe, Mn dan lainnya (Jutono, 1972). Selain itu, pada substrat limbah tepung roti dan molase (tetes) mengandung kadar air yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan *S. cerevisiae* daripada substrat limbah yang lain. Hal tersebut disebabkan menurut Syamsuriputra dan Tjandra (2006), pada kadar air substrat yang tinggi dapat menyebabkan spora khamir jumlahnya lebih sedikit jika dibandingkan dengan spora dalam keadaan kadar air yang lebih rendah. Namun jika kadar air rendah maka akan mengakibatkan aktivitas metabolik khamir terganggu, sehingga pertumbuhan khamir akan tidak optimal. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan kadar air yang cukup artinya tidak dalam jumlah yang tinggi atau rendah.

Pada jurnal penelitian lainnya yang menggunakan substrat selain tepung roti dan molase (tetes) dapat dikategorikan kurang memenuhi nutrisi untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*. Substrat tersebut memerlukan tambahan nutrisi dari sumber lain dalam jumlah banyak agar dapat melengkapi kebutuhan pertumbuhan *S. cerevisiae*. Contoh tersebut seperti pada substrat daun sorgum yang hanya memiliki nutrisi protein 7,82%, serat kasar 28,94%, lemak 2,60% dan vitamin, sehingga diperlukan macam nutrisi makro dan mikro yang lainnya yang dapat menunjang kebutuhan pertumbuhan. Selain itu substrat mengandung kadar air sebesar 20%. Hal tersebut tidak cukup banyak berpengaruh untuk membantu

pertumbuhan *S. cerevisiae* karena untuk keperluan nutrisi pertumbuhan masih belum terpenuhi. Jenis substrat limbah daun sorgum hingga saat ini masih sedikit pemanfaatannya untuk digunakan sebagai substrat pertumbuhan khamir *S. cerevisiae*. Hal tersebut membuka peluang dalam waktu kedepan akan ada penyempurnaan penelitian selanjutnya yang dapat memaksimalkan limbah daun sorgum sebagai substrat pertumbuhan.

Pada setiap penelitian menggunakan limbah pertanian dan agroindustri yang berbeda-beda. Hasil dari seluruh jurnal penelitian terpilih dapat dikelompokkan untuk mengetahui substrat limbah mana yang banyak digunakan hingga saat ini. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikelompokkan jenis substrat limbah yang dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Pengelompokkan Jenis Substrat

No	Jenis Substrat Limbah Pertanian & Agroindustri	Peneliti
1.	Kulit kentang	Chohan <i>et al.</i> , (2020) dan Kasavi <i>et al.</i> , (2012)
2.	Daun sorgum	Rorke and Evariste, (2017)
3.	Daun tebu	Moodley and Gueguim, (2019)
4.	Molase (Tetes)	Shafaghat <i>et al.</i> , (2011) dan Kasavi <i>et al.</i> , (2012)
5.	Limbah Sisa Makanan	Yan <i>et al.</i> , (2013)
6.	Ampas kelapa	Bocanegra <i>et al.</i> , (2015)
7.	Ampas nanas	
8.	Whey keju	Trigueros <i>et al.</i> , (2016)
9.	Limbah tepung roti	Benabda <i>et al.</i> , (2018)
	Ampas tebu	Jugwanth <i>et al.</i> , (2019)

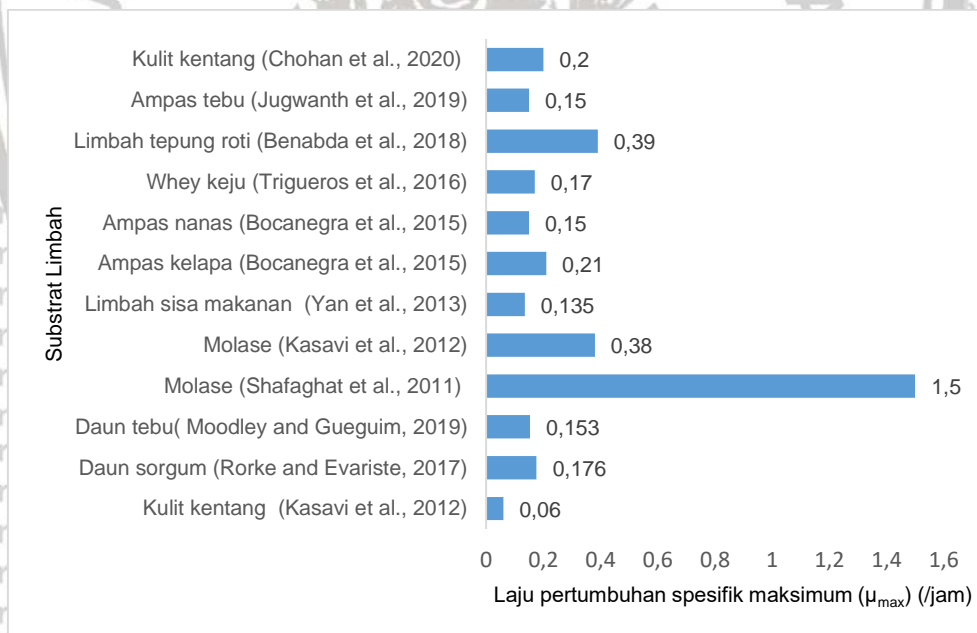
Berdasarkan **Tabel 4.4** maka dapat diketahui substrat limbah pertanian dan agroindustri yang banyak digunakan pada jurnal penelitian terpilih yaitu substrat kulit kentang dan molase (tetes). Pada penelitian Chohan *et al.*, (2020) dan Kasavi *et al.*, (2012) menggunakan substat limbah kulit kentang untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*, sedangkan substrat molase (tetes) digunakan pada penelitian Shafaghat *et al.*, (2011) dan Kasavi *et al.*, (2012). Menurut Lestari dkk (2021), kentang telah banyak digunakan sebagai sumber karbohidrat dan terjadi peningkatan produksi di Indonesia pada tahun 2018 yang mencapai ±1,2 juta ton per tahun. Hal tersebut yang membuat jumlah limbah kulit kentang juga mengalami peningkatan. Kulit kentang memiliki nutrisi yang sedikit sehingga untuk meningkatkannya maka dapat diberi perlakuan proses fermentasi (Lestari dkk, 2021). Berdasarkan hal tersebut maka tidak salah jika kulit kentang banyak dimanfaatkan sebagai substrat pertumbuhan mikroorganisme salah satunya yaitu khamir *S. cerevisiae*.



Substrat molase (tetes) merupakan salah satu limbah yang memiliki kandungan senyawa gula yang tinggi berkisar antara 50-65%. Pada umumnya proses fermentasi dari senyawa pati atau selulosa harus melalui tahap perlakuan pendahuluan terlebih dahulu agar mendapatkan senyawa gula sehingga hal tersebut tidak efisien, sedangkan untuk senyawa gula dalam molase dapat langsung dikonversikan menjadi etanol. Kelebihan tersebut menjadikan potensi molase di Indonesia yang cukup besar (Rochani dkk, 2015). Hal tersebut yang menjadikan alasan molase banyak dijadikan substrat pertumbuhan *S. cerevisiae* hingga saat ini.

4.4.2 RQ2: Pengaruh Konsentrasi Substrat terhadap Laju Pertumbuhan *S. cerevisiae*

Permasalahan penelitian yang berikutnya (RQ2) yaitu mengenai pengaruh konsentrasi substrat limbah agroindustri terhadap laju pertumbuhan *S. cerevisiae*. Pengaruh konsentrasi substrat dapat dilihat dengan mengetahui nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}) dari setiap substrat macam limbah pertanian dan agroindustri berdasarkan jurnal terpilih. Nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Bagan Hasil Nilai Laju Pertumbuhan Spesifik Maksimum (μ_{max})

Berdasarkan **Gambar 4.2** maka untuk hasil tertinggi laju pertumbuhan spesifik maksimum terjadi pada penggunaan substrat molase pada penelitian Shafaghat *et al.*, (2011) dengan nilai μ_{max} 1,5/jam. Berikutnya urutan tertinggi selanjutnya secara berturut yaitu limbah tepung roti penelitian Benabda *et al.*, (2018) dengan μ_{max} sebesar 0,39/jam dan molase (tetes) pada penelitian Kasavi *et al.*, (2012) μ_{max} 0,38/jam. Menurut Moodley *and* Gueguim (2019), pada skala komersil dibutuhkan nilai $\mu_{max} > 0,025$ /jam yang telah terbukti secara linier dapat meningkatkan kapasitas fermentasi *S. cerevisiae*.

Laju pertumbuhan *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh konsentrasi substrat yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhannya. Menurut Lin *et al.*, (2012) pada laju pertumbuhan spesifik *S. cerevisiae* akan dipengaruhi oleh konsentrasi substrat. Kelangsungan hidup dari populasi sel dan laju spesifik nantinya akan berhubungan langsung dengan kondisi medium yang diinginkan. Pada jurnal penelitian terpilih menggunakan konsentrasi substrat yang berbeda-beda. Konsentrasi substrat tersebut secara berurutan dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Konsentrasi Substrat Limbah untuk Pertumbuhan *S. cerevisiae*

No	Jenis Substrat Limbah	Konsentrasi Substrat	μ_{max} (per jam)	Peneliti
1	Kulit kentang	1 g/l	0,06 (12)	Kasavi <i>et al.</i> , 2012
2	Daun sorgum	12,5 g/l	0,176 (6)	Rorke <i>and</i> Evariste, 2017
3	Daun tebu	4,70 g/l	0,153 (10)	Moodley <i>and</i> Gueguim, 2019
4	Molase (tetes)	255 g/l	1,5 (1)	Shafaghat <i>et al.</i> , 2011
5	Molase (tetes)	20 g/l	0,38 (3)	Kasavi <i>et al.</i> , 2012
6	Limbah sisa makanan	2,27 g/l	0,135 (11)	Yan <i>et al.</i> , 2013
7	-Ampas kelapa	-17,6 g/l	0,21 (4)	Bocanegra <i>et al.</i> , 2015
8	-Ampas nanas	-16 g/l	0,15 (8)	Trigueros <i>et al.</i> , 2016
9	Whey keju	50 g/l	0,17 (7)	Benabda <i>et al.</i> , 2018
10	Limbah tepung roti	20 g/l	0,39 (2)	Jugwanth <i>et al.</i> , 2019
11	Ampas tebu	2,5 g/l	0,15 (9)	Chohan <i>et al.</i> , 2020
	Kulit kentang	12 g/l	0,2 (5)	

Berdasarkan **Tabel 4.5** maka telah diketahui konsentrasi substrat dan nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum dari masing-masing limbah yang digunakan. Hubungan dari laju pertumbuhan spesifik dan konsentrasi substrat telah dijabarkan pada penelitian Monod dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mu = \mu_{\max} \left(\frac{S}{K_s + S} \right)$$

Jika nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{\max}), konstanta kejenuhan substrat (K_s), dan konsentrasi substrat (S) telah diketahui maka dengan mudah dapat dicari nilai laju pertumbuhan spesifik dari khamir *S. cerevisiae*. Pada jurnal penelitian terpilih tidak semua menyebutkan nilai K_s pada penelitiannya. Nilai K_s hanya disebutkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rorke *and* Evariste (2017) menggunakan daun sorgum, Shafaghat *et al.*, (2011) menggunakan molase (tetes), dan Moodley *and* Gueguim (2019) menggunakan daun tebu. Perhitungan untuk menentukan nilai laju pertumbuhan spesifik *S. cerevisiae* dari ketiga penelitian tersebut sebagai berikut:

- a) Penelitian yang dilakukan oleh Rorke *and* Evariste (2017) dengan limbah daun sorgum.

Diketahui:

$$\mu_{\max} = 0,176/\text{jam}$$

$$K_s = 10,11 \text{ g/l}$$

$$S = 12,5 \text{ g/l}$$

$$\text{Maka, } \mu = 0,176 \left(\frac{12,5}{10,11+12,5} \right) = 0,176 \times \frac{12,5}{22,61} = 0,097/\text{jam}$$

- b) Penelitian yang dilakukan oleh Shafaghat *et al.*, (2011) dengan limbah molase (tetes).

Diketahui:

$$\mu_{\max} = 1,5/\text{jam}$$

$$K_s = 3,7 \text{ g/l}$$

$$S = 255 \text{ g/l}$$

$$\text{Maka, } \mu = 1,5 \left(\frac{255}{3,7+255} \right) = 1,5 \times \frac{255}{228,7} = 1,475/\text{jam}$$

- c) Penelitian yang dilakukan oleh Moodley *and* Gueguim (2019) dengan limbah daun tebu.

Diketahui:

$$\mu_{\max} = 0,153/\text{jam}$$

$$K_s = 4,91 \text{ g/l}$$

$$S = 4,70 \text{ g/l}$$

$$\text{Maka, } \mu = 0,153 \left(\frac{4,70}{4,91+4,70} \right) = 0,153 \times \frac{4,70}{9,61} = 0,074/\text{jam}$$

Hasil dari perhitungan diatas menunjukkan bahwa ada hubungan antara nilai konsentrasi substrat yang digunakan yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik dari khamir *S. cerevisiae*. Berdasarkan dari hukum Michaelis-Menten menyatakan bahwa untuk kecepatan reaksi akan meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi substrat. Kecepatan tersebut akan terus mengalami peningkatan hingga mencapai titik batas dimana enzim mengalami jenuh dengan substrat (Saropah dkk, 2012). Hal tersebut telah sesuai dengan ketiga jurnal terpilih yang telah dihitung nilai laju pertumbuhan spesifiknya. Pada ketiga jurnal penelitian terpilih tersebut secara berurutan dari nilai laju pertumbuhan spesifik tertinggi hingga terendah antara lain 1,475/jam, 0,097/jam dan 0,074/jam, serta secara berurutan menggunakan konsentrasi substrat antara lain sebesar 255 g/l, 12,5 g/l dan 4,70 g/l. Berdasarkan hal tersebut maka substrat molase dapat dipilih sebagai substrat untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* karena mampu diperoleh sel *S. cerevisiae* dengan jumlah banyak dan dalam waktu yang singkat. Hal tersebut akan membantu dalam memenuhi kebutuhan persediaan sel *S. cerevisiae* sebagai khamir pendukung dalam produksi bioetanol.

Berdasarkan urutan nilai laju pertumbuhan spesifik dan konsentrasi substrat limbah yang digunakan tersebut telah sesuai dan menunjukkan bahwa jika jumlah konsentrasi substrat meningkat maka juga akan meningkatkan laju pertumbuhan spesifik *S. cerevisiae*, tetapi peningkatan konsentrasi substrat tidak selalu meningkatkan laju pertumbuhan. Hal itu disebabkan ada satu titik dimana enzim mengalami jenuh dengan substrat, sehingga jumlah konsentrasi substrat yang tinggi akan tetap menunjukkan laju pertumbuhan *S. cerevisiae* dengan kecepatan yang tetap atau berkurang. Berikutnya untuk nilai konstanta kejenuhan substrat (K_s) juga dapat dipengaruhi oleh faktor tertentu. Menurut Rorke and Evariste (2017), nilai K_s dapat dipengaruhi oleh volume media fermentasi. Jika volume media besar maka mudah mengakibatkan terjadinya agitasi yang buruk, perpindahan massa yang rendah dan homogenisasi terjadi secara tidak sempurna.

4.4.3 RQ3: Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *S. cerevisiae*

Permasalahan penelitian yang ketiga (RQ3) yaitu berkaitan dengan faktor yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*. Permasalahan tersebut dapat terjawab dengan membuat *review* faktor pertumbuhan yang terdiri dari suhu, keasaman (pH), ketersediaan oksigen dan keadaan inokulasi sel yang

digunakan pada setiap jurnal penelitian yang terpilih. Daftar faktor-faktor pertumbuhan *S. cerevisiae* pada setiap jurnal terpilih dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Pada penelitian *review* ini hanya merangkum beberapa faktor pertumbuhan *S. cerevisiae* pada masing-masing jurnal yang memuat informasi yang sama agar mudah untuk dikelompokkan. Jika terdapat kesamaan informasi maka proses analisis mudah dilakukan untuk merangkum informasi faktor pertumbuhan *S. cerevisiae* dari semua jurnal terpilih. Menurut Lin *et al.* (2012), pada fermentasi batch untuk laju pertumbuhan spesifik sangat dipengaruhi oleh banyak parameter seperti pH, tekanan oksigen (keadaan oksigen) dan suhu. Selain itu terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae* yaitu inokulasi khamir yang terpilih (Sener *et al.*, 2007).

Berdasarkan **Tabel 4.6** menunjukkan bahwa terjadi keterkaitan antar faktor pertumbuhan yang mempengaruhi hasil laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}). Nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_{max}) tertinggi diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Shafaghat *et al.*, (2011) yaitu didapatkan μ_{max} sebesar 1,5/jam dengan menggunakan jenis substrat limbah molase (tetes), kondisi suhu 30°C, pH 5,3, kondisi pertumbuhan aerob (190 rpm) dan sel yang diinokulasikan dalam keadaan aktif. Selain itu terdapat hasil laju pertumbuhan spesifik maksimum yang rendah, yaitu terjadi pada penelitian Kasavi *et al.*, (2012). Pada penelitian tersebut menggunakan jenis substrat kulit kentang dengan kondisi suhu 30°C, pH 5,3, pertumbuhan dengan kondisi aerob (150 rpm) dan kondisi inokulasi sel yang digunakan sel kondisi aktif. Pada penelitian Kasavi *et al.*, (2012) diperoleh nilai μ_{max} yang terendah padahal telah menerapkan faktor pertumbuhan yang sesuai dengan kebutuhan *S. cerevisiae*. Hal tersebut disebabkan jenis substrat yang digunakan memiliki karakteristik yang tidak mencukupi untuk kebutuhan pertumbuhan dan konsentrasi substrat yang digunakan juga rendah yaitu sebesar 1 g/l, sehingga faktor-faktor pendukung lainnya untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* tidak memberikan dampak untuk laju pertumbuhannya

Tabel 4.6 Faktor-faktor Pertumbuhan *S. cerevisiae*

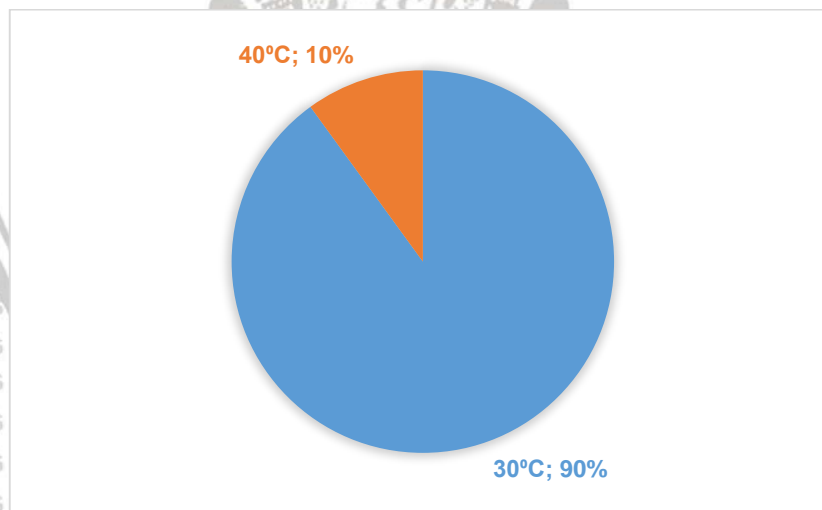
No	Jenis Substrat Limbah	Suhu	pH	Kondisi Oksigen	Keadaan Inokulasi sel	μ_{max} (per jam)	Peneliti
1	Kulit kentang	30°C	5,3	Aerob (150 rpm)	Sel kondisi aktif	0,06	Kasavi <i>et al.</i> , 2012
2	Daun sorgum	30°C	4,5	Aerob (120 rpm)	Sel fase eksponensial	0,176	Rorke <i>and</i> Evariste, 2017
3	Daun tebu	30°C	4,8	Aerob (120 rpm)	Sel kondisi aktif	0,153	Moodley <i>and</i> Gueguim, 2019
4	Molase (tetes)	30°C	5,3	Aerob (190 rpm)	Sel kondisi aktif	1,5	Shafaghat <i>et al.</i> , 2011
5	Molase (tetes)	30°C	5,3	Aerob (150 rpm)	Sel kondisi aktif	0,38	Kasavi <i>et al.</i> , 2012
6	Limbah sisa makanan	30°C	4,5	Aerob (100 rpm)	Sel kondisi aktif	0,135	Yan <i>et al.</i> , 2013
7	-Ampas kelapa -Ampas nanas	30°C	3,5	Aerob (150 rpm)	Sel fase eksponensial	0,21 0,15	Bocanegra <i>et al.</i> , 2015
8	Whey keju	30°C	5,5	Aerob (100 rpm)	Sel kondisi aktif	0,17	Trigueros <i>et al.</i> , 2016
9	Limbah tepung roti	30°C	5,7	Aerob (150 rpm)	Sel kondisi aktif	0,39	Benabda <i>et al.</i> , 2018
10	Ampas tebu	30°C	4,8	Aerob (120 rpm)	Sel fase eksponensial	0,15	Jugwanth <i>et al.</i> , 2019
11	Kulit kentang	40°C	5,7	Aerob (120 rpm)	Sel fase eksponensial	0,2	Chohan <i>et al.</i> , 2020

Faktor pertumbuhan dikelompokkan untuk mengetahui yang paling banyak diterapkan pada jurnal penelitian terpilih antara lain faktor suhu, keasaman (pH), kondisi oksigen dan keadaan inokulasi sel untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*.

Pengelompokkan tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar agar mudah untuk memahaminya. Faktor suhu berdasarkan pengelompokkan dapat dilihat pada **Tabel 4.7**, faktor pH pada **Tabel 4.8**, faktor kondisi oksigen dapat dilihat pada **Tabel 4.9** dan faktor keadaan inokulasi sel pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.7 Pengelompokkan Faktor Suhu

No	Substrat Limbah	Kondisi Suhu	Referensi
1.	Ampas kelapa dan ampas nanas, ampas tebu, limbah tepung roti, daun sorgum, molase (tetes), kulit kentang, daun tebu, whey keju, serta limbah sisa makanan	30°C	Bocanegra <i>et al.</i> , (2015); Jugwanth <i>et al.</i> , (2019); Benabda <i>et al.</i> , (2018); Rorke and Evariste, (2017); Shafaghat <i>et al.</i> , (2011); Kasavi <i>et al.</i> , (2012); Moodley and Gueguim, (2019); Trigueros <i>et al.</i> , (2016); dan Yan <i>et al.</i> , (2013); Hidayat dkk (2018)
2.	Kulit kentang	40°C	Chohan <i>et al.</i> , (2020)



Gambar 4.3 Persentase Jumlah Publikasi Suhu Pertumbuhan *S. cerevisiae*

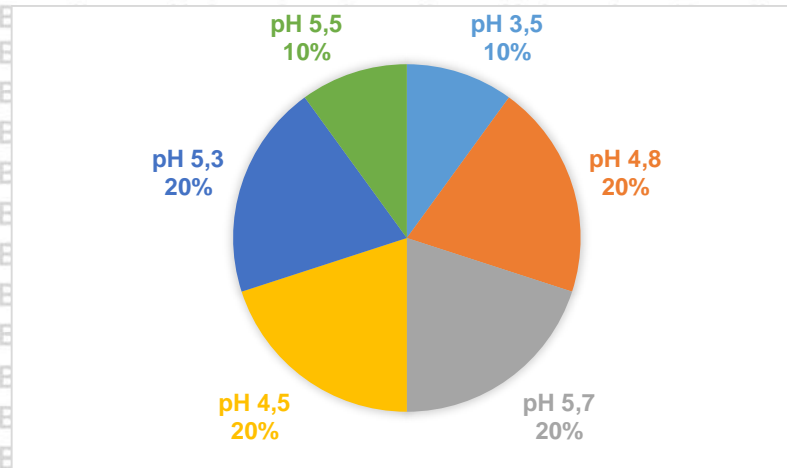
Berdasarkan **Gambar 4.3** dapat diketahui bahwa suhu 30°C lebih banyak digunakan dalam jurnal penelitian terpilih. Pada penelitian Shafaghat *et al.*, (2011) kondisi yang diterapkan yaitu 30°C. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada penelitian tersebut telah sesuai dengan menerapkan kondisi suhu optimum pertumbuhan *S. cerevisiae* sehingga nilai laju pertumbuhan spesifik yang diperoleh berbanding lurus atau hasilnya maksimal.

Faktor suhu dalam pertumbuhan khamir seperti *S. cerevisiae* sangat penting diperhatikan karena dapat mempengaruhi aktivitasnya. Suhu maksimum *S. cerevisiae* yaitu berkisar antara 35-47°C. Hal tersebut terjadi karena khamir tersebut hanya sedikit resisten terhadap suhu panas (proses pemanasan), sehingga kebanyakan khamir dapat terbunuh pada suhu 60°C. *S. cerevisiae* mempunyai suhu optimum untuk pertumbuhannya yaitu berkisar 25-30°C (Hidayat dkk, 2018). Suhu yang digunakan pada seluruh jurnal penelitian terpilih telah sesuai dengan suhu optimum pertumbuhan *S. cerevisiae* sehingga pertumbuhan dapat berjalan dengan baik.

Tabel 4.8 Pengelompokan Faktor pH

No	Substrat Limbah	Kondisi pH	Referensi
1.	Ampas kelapa dan ampas nanas	3,5	Bocanegra <i>et al.</i> , (2015); Kristiandi dkk (2021)
2.	Ampas tebu dan daun tebu	4,8	Jugwanth <i>et al.</i> , (2019); Moodley and Gueguim, (2019); Hidayat dkk (2018); Kristiandi dkk (2021)
3.	Kulit kentang dan limbah tepung roti	5,7	Chohan <i>et al.</i> , (2020); Benabda <i>et al.</i> , (2018); Hidayat dkk (2018); Kristiandi dkk (2021)
4.	Daun sorgum dan limbah sisa makanan	4,5	Rorke and Evariste, (2017); Yan <i>et al.</i> , (2013); Hidayat dkk (2018); Kristiandi dkk (2021)
5.	Molase (tetes) dan kulit kentang	5,3	Shafaghat <i>et al.</i> , (2011); Kasavi <i>et al.</i> , (2012); Hidayat dkk (2018); Kristiandi dkk (2021)
6.	Whey keju	5,5	Trigueros <i>et al.</i> , (2016); Hidayat dkk (2018); Kristiandi dkk (2021)





Gambar 4.4 Persentase Jumlah Publikasi pH Pertumbuhan *S. cerevisiae*

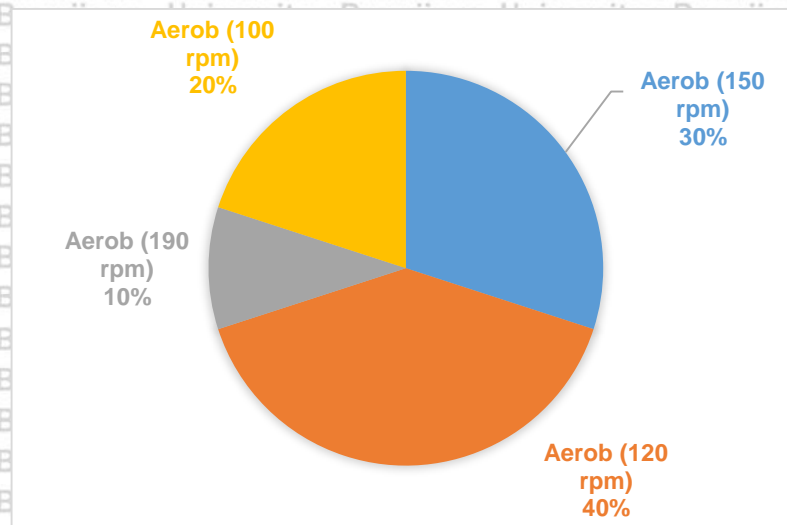
Faktor pH untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* berdasarkan rangkuman jurnal penelitian terpilih dapat dilihat pada **Gambar 4.4**. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa pH yang lebih banyak diterapkan dalam jurnal penelitian terpilih yaitu 4,5-5,3. Pada penelitian Shafaghat *et al.*, (2011) menggunakan kondisi keasaman (pH) 5,3 yang artinya kondisi tersebut tidak dalam kondisi optimum untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*. Namun kondisi tersebut masih dapat ditoleransi oleh *S. cerevisiae* karena pH tersebut masih dalam kondisi asam.

Hal tersebut telah sesuai dengan pernyataan Hidayat dkk (2018), pH yang lebih rendah dari 4,0 dapat membuat waktu inkubasi lebih lama sehingga untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* sebaiknya menerapkan kondisi pH lebih dari 4,0. Keasaman (pH) mampu mempengaruhi pertumbuhan *S. cerevisiae*. Menurut Kristiandi dkk (2021), pertumbuhan *S. cerevisiae* mampu dipengaruhi pH yang berkisar 3,5-6,5 selain itu sel tidak akan mampu untuk tumbuh dalam kondisi basa. Berdasarkan hal tersebut maka kondisi pH yang diterapkan pada seluruh jurnal terpilih sesuai dengan ketentuan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* tetapi tidak untuk jurnal terpilih yang menerapkan pH 5,5.

Tabel 4.9 Pengelompokkan Faktor Kondisi Oksigen

No	Substrat Limbah	Kondisi Oksigen	Referensi
1.	Ampas kelapa dan ampas nanas, limbah tepung roti, kulit kentang serta molase (tetes)	Aerob (150 rpm)	Bocanegra <i>et al.</i> , (2015); Benabda <i>et al.</i> , (2018); Kasavi <i>et al.</i> , (2012)
2.	Ampas tebu, kulit kentang, daun sorgum, dan daun tebu	Aerob (120 rpm)	Jugwanth <i>et al.</i> , (2019); Chohan <i>et al.</i> , (2020); Rorke and Evariste, (2017); Moodley and Gueguim, (2019)
3.	Molase (tetes)	Aerob (190 rpm)	Shafaghat <i>et al.</i> , (2011); Wibowo (2015)
4.	Whey keju dan limbah sisa makanan	Aerob (100 rpm)	Trigueros <i>et al.</i> , (2016); Yan <i>et al.</i> , (2013)





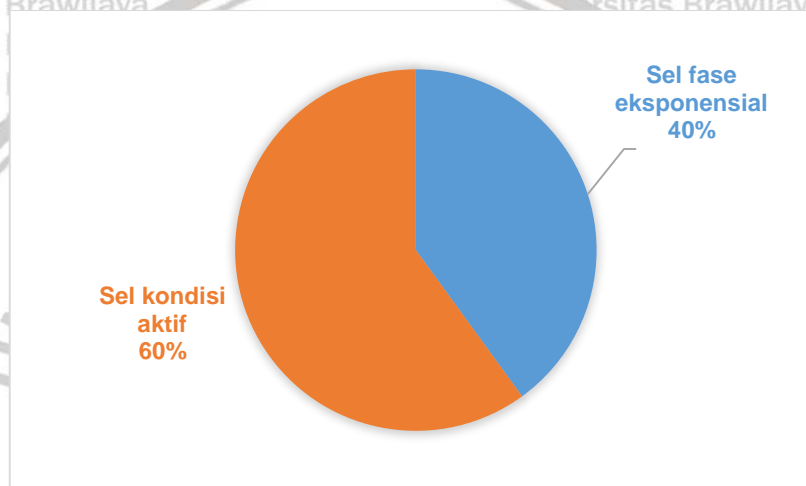
Gambar 4.5 Persentase Jumlah Publikasi Oksigen Pertumbuhan *S. cerevisiae*

Berdasarkan dari **Gambar 4.5** untuk kondisi oksigen dalam pertumbuhan *S. cerevisiae* banyak menerapkan kondisi aerob. Pada keseluruhan jurnal terpilih menunjukkan kondisi pertumbuhan secara aerob untuk melakukan pertumbuhan *S. cerevisiae*. Namun pada setiap jurnal penelitian terpilih menggunakan kecepatan shaker atau pengadukan yang berbeda-beda. Perbedaan kecepatan shaker disesuaikan dengan volume media yang digunakan dalam reaktor. Jika menggunakan volume dengan jumlah banyak maka kecepatan shaker harus tinggi menyesuaikan dari volume media. Hal tersebut dilakukan agar kecepatan pertumbuhan *S. cerevisiae* dapat berjalan maksimal dengan memperoleh nutrisi yang terpenuhi secara merata karena proses shaker berjalan secara homogen.

Pada penelitian Shafaghat *et al.*, (2011) menerapkan kondisi pertumbuhan aerob dengan kecepatan pengadukan (*shaker*) 190 rpm. Hal tersebut telah sesuai dengan keadaan yang dibutuhkan *S. cerevisiae* karena volume media yang banyak sehingga kecepatan pengadukan harus tinggi (cepat) agar fungsi dari pengadukan dapat terpenuhi dan laju pertumbuhan spesifik maksimum dapat diperoleh nilai tinggi. Fungsi *shaker* disini yaitu digunakan untuk meratakan kontak sel dengan substrat, agar mikroorganisme tidak hanya mengendap dibawah dan dapat meratakan suhu dalam reaktor (Wibowo, 2015). Kecepatan pengadukan yang banyak digunakan pada jurnal penelitian terpilih yaitu 120 rpm. Kecepatan 120 rpm telah banyak digunakan dalam penelitian lain juga untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* karena media yang digunakan tidak banyak dan dengan volume reaktor berukuran sedang.

Tabel 4.10 Pengelompokan Faktor Keadaan Inokulasi Sel

No	Substrat Limbah	Keadaan Inokulasi Sel	Referensi
1.	Ampas kelapa dan ampas nanas, ampas tebu, kulit kentang, dan daun sorgum	Sel fase eksponensial	Bocanegra <i>et al.</i> , (2015); Jugwanth <i>et al.</i> , (2019); Chohan <i>et al.</i> , (2020); Rorke and Evariste, (2017); Gandjar dkk (2006)
2.	Limbah tepung roti, daun tebu, molase (tetes), kulit kentang, whey keju, dan limbah sisa makanan	Sel kondisi aktif	Benabda <i>et al.</i> , (2018); Moodley and Gueguim, (2019); Shafaghat <i>et al.</i> , (2011); Kasavi <i>et al.</i> , (2012); Trigueros <i>et al.</i> , (2016); Yan <i>et al.</i> , (2013); Istirokhatun dkk (2017)



Gambar 4.6 Persentase Jumlah Publikasi Inokulasi Sel untuk Pertumbuhan *S. cerevisiae*

Berdasarkan **Gambar 4.6** dapat diketahui keadaan inokulasi sel seperti apa yang banyak diterapkan pada jurnal penelitian terpilih. Keadaan inokulasi sel yang digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* yang banyak dipilih yaitu keadaan sel pada kondisi aktif. Pada penelitian Shafaghat *et al.*, (2011) inokulum yang digunakan berasal dari kultur sel kondisi aktif (tidak dalam fase eksponensial). Hasil nilai laju pertumbuhan spesifik maksimum *S. cerevisiae* terlihat tidak bermasalah karena sel telah didukung dengan faktor pertumbuhan lain sehingga tidak membutuhkan waktu lama untuk mencapai fase eksponensial. Keadaan inokulasi sel yang digunakan untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* biasanya dalam kondisi aktif atau pada sel fase eksponensial. Perbedaan dari keduanya yaitu terletak dari kondisi sel. Jika sel dalam keadaan aktif artinya, sel sekedar diaktifkan pada media tertentu selama kurang lebih 24 jam agar sel yang awalnya masih dalam keadaan tidak aktif (*dormant*) kemudian dapat aktif dengan

mencirikan keluarnya gelembung-gelembung kecil. Sedangkan kondisi sel dalam fase eksponensial artinya, sel telah aktif dan tumbuh hingga pada fase eksponensial yang disaat itu sel dalam jumlah banyak dan aktivitas sel mengalami peningkatan (Gandjar dkk, 2006). Fase eksponensial tersebut dapat terjadi selama kurang lebih 2-3 hari.

Faktor yang salah satunya dapat mempengaruhi lama fase adaptasi pertumbuhan *S. cerevisiae* yaitu umur dari kultur yang digunakan sebagai inokulum. Fase adaptasi berjalan lebih singkat jika sel yang diinokulasikan berasal dari kultur fase eksponensial (Istirokhatun dkk, 2017). Berdasarkan hal tersebut maka laju pertumbuhan *S. cerevisiae* dapat berjalan lebih cepat. Namun tidak menutup kemungkinan jika pada sebuah penelitian tetap menggunakan keadaan inokulasi sel hanya dalam kondisi aktif. Hal tersebut disebabkan jika faktor pertumbuhan yang lain sudah sesuai dengan kebutuhan, maka untuk inokulasi sel kondisi aktif saja tetap mampu mencapai pertumbuhan baik dan memungkinkan terjadinya laju pertumbuhan yang cepat.



BAB V**PENUTUP****5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dengan 10 jurnal terpilih maka dapat diketahui bahwa pertumbuhan *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi substrat yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi makro (C, N dan P), nutrisi mikro (Mg, Ca, Na, dan lainnya) serta kadar air substrat. Substrat limbah yang dominan memiliki kriteria nutrisi tersebut yaitu molase (tetes) yang mengandung kadar air substrat 20%, karbohidrat 37%, protein 4% dan vitamin, sukrosa 35%, kalsium 0,84%, kalium serta asam-asam organik. Sedangkan substrat yang memiliki kriteria nutrisi rendah terdapat pada daun sorgum karena hanya mengandung protein 7,82%, serat kasar 28,94%, lemak 2,60%, vitamin serta kadar air 20%. Selain karakteristik nutrisi, konsentrasi substrat sangat mempengaruhi laju pertumbuhan *S. cerevisiae*. Hal tersebut disebabkan pada kelangsungan hidup populasi sel dan laju spesifik akan berhubungan dengan kondisi medium yang digunakan. Substrat limbah molase (tetes) dengan konsentrasi sebesar 255 g/l mampu memperoleh laju pertumbuhan spesifik 1,475/jam dengan $\mu_{\max} = 1,5/\text{jam}$. Hasil laju pertumbuhan tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi substart limbah yang lain. Laju pertumbuhan yang rendah terjadi pada limbah kulit kentang dengan $\mu_{\max} 0,06/\text{jam}$ karena hanya menggunakan konsentrasi 1 g/l untuk pertumbuhan *S. cerevisiae*. Pertumbuhan *S. cerevisiae* tidak hanya memerlukan nutrisi untuk laju pertumbuhannya, namun juga membutuhkan kondisi yang mendukung dengan tujuan memaksimalkan proses laju pertumbuhan. Faktor pertumbuhan tersebut antara lain suhu, pH, kondisi oksigen dan keadaan inokulasi sel yang digunakan.

5.2 Saran

Penggunaan macam substrat limbah untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* perlu dikembangkan dengan mengetahui konsentrasi substrat yang sesuai. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui konsentrasi substrat limbah dan nilai konstanta kejenuhan substrat, agar dapat dicari keseluruhan nilai laju pertumbuhan spesifik. Jika nilai laju diketahui maka dengan mudah memilih substrat limbah mana yang mampu memproduksi *S. cerevisiae* dengan maksimal sehingga nantinya dapat digunakan sebagai khamir pendukung produksi bioenergi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achadri, Y., Fitria G. T dan Putri A. D. 2018. **Pemanfaatan Limbah Organik Dari Rumah Makan Sebagai Alternatif Pakan Ternak Ikan Budidaya.** AGRONOMIKA. 13(1): 210-213
- Ahmad, R. Z. 2005. **Pemanfaatan Khamir *Saccharomyces Cerevisiae* Untuk Ternak.** Jurnal Wartazoa. 15(1): 49-55
- Aminudin, M. dan I. Habib. 2009. **Pengaruh lamanya penyimpanan terhadap pertumbuhan bakteri pada nasi yang dimasak di rice cooker dengan nasi yang dikukus.** Jurnal Mutiara Medika. 9(2):18-22.
- Andaka, G. Dan Setani A. 2016. **Pengambilan Minyak Kelapa Dengan Metode Fermentasi Menggunakan Ragi Roti.** Jurnal Teknik Kimia. 10 (2): 65-70
- Andika, I. G. B., I M. Mudita., N. W dan I. N. S Sutarna. 2015. **Kandungan Nutrien Dan Populasi Bakteri Biosuplemen Yang Diproduksi Melalui Proses Fermentasi Menggunakan Inokulan Cacing Tanah (*Lumbricus Rubellus*).** Jurnal Peternakan Tropika. 3(1): 60-80.
- Angela, A., Sri R. M dan Elvi Y. 2017. **Produksi Bioetanol dari Sari Kulit Nenas Menggunakan Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* dengan Variasi Penambahan Tween 80 dan Sumber Nitrogen.** Jom FTEKNIK. 4(2): 1-6
- Angelina, A., Theresia R., Nur I., Setiyo G., Dan Anil K. A. 2013. **Pengujian Parameter Biji Sorghum Dan Pengaruh Analisa Total Asam Laktat Dan Ph Pada Tepung Sorghum Terfermentasi Menggunakan Baker's Yeast (*Saccharomyces Cereviceae*).** Jurnal Teknik Pomits. 2(2): 279-281
- Anita N. W., Bambang A. H., Dan I Wayan A. 2015. **Optimasi Konsentrasi Enzim Amiloglukosidase Dan *Saccharomyces Cerevisiae* dalam Pembuatan Bioetanol Djurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri Ari Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L*) Varietas Daya dengan Proses Sakarifikasi Fermentasi Simultan (SFS).** Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri. 3(2): 30-39
- Anwar, M. S., A. N AL-Baarri., dan A. M. Legowo. 2012. **Volume Gas, pH dan Kadar Alkohol pada Proses Produksi Bioetanol dari Acid Whey yang Difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae*.** Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 1(4): 133-136

Arifwan, Erwin dan Rudi K. 2016. **Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet (Manihot Glaziovii Muell) dengan Hidrolisis Enzimatis dan Difermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae***. Jurnal Atomik. 1(1): 10-12

Azizah, N. A. N., A. N. Al-Baarri dan S. Mulyani. 2012. **Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas**. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 1(2): 72-77.

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). 2010. **Bahan Pakan Ternak Asal Limbah Pertanian, Peternakan Dan Agroindustri**. Malang, Jawa Timur

Balat, M. 2011. **Production of Bioethanol from Lignocellulosic Materials Via the Biochemical Pathway: A Review**. Energy Conversion and Management. 52(2): 858-875

Benabda, O., Mariam K., Faten K and Moktar H. 2018. **Valorization of The Powdered Bread Waste Hydrolysate As Growth Medium For Baker Yeast**. Food and Bioproducts Processing. 109: 1-8

Bijkerk, A. H. E and Hall R. L. 1977. **A Mechanistic Model of the Aerobic Growth of *Saccharomyces cerevisiae***. Biotechnology and Bioengineering. 19(2): 267-296

Biolchini, J. 2005. **Systematic Literature Review in Software Engineering**. System Engineering and Computer Science Departement. 679(5): 1-30

Bocanegra A. R. D., Jorge A. T and Ricardo A. L. 2015. **Production of Bioethanol from agro-industrial wastes**. Fuel. 149(215): 85-89

Bruckner, S and Hans-Ulrich M. 2012. **Choosing the Right Lifestyle: Adhesion and Development In *Saccharomyces Cerevisiae***. FEMS Microbiol Rev. 36 (1): 25-58

Cakar, Z. P., Burcu T. Y., Ceren A and Ulku Y. 2012. **Evolutionary Engineering Of *Saccharomyces Cerevisiae* For Improved Industrially Important Properties**. Fems Yeast Res. 12 (12) 171-182

Cheng, M., Liang S., Yong-Su J., Bruce D and Vijay S. 2020. **Production Of Xylose Enriched Hydrolysate From Bioenergy Sorghum And Its Conversion To B-Carotene Using An Engineered *Saccharomyces Cerevisiae***. Ioresource Technology. 308 (20): 123275

Chohan, N. A., Aruwajoye, G. S., Sewsynker-Sukai, Y and Gueguim Kana, E. B. 2020. **Valorisation of Potato Peel Wastes for Bioethanol Production Using Simultaneous Saccharification and Fermentation: Process**

- Optimization and Kinetic Assessment.** Renewable Energy. 146: 1031-1040
- Desniar. 2004. **Pemanfaatan Tetes Tebu (Molases) dan Urea Sebagai Sumber Karbon dan Nitrogen dalam Produksi Alginat yang Dihasilkan oleh Bakteri Pseudomonas Aeruginosa.** Buletin Teknologi Hasil Perikanan. 7(1): 26-36
- Elsevier. 2021. **Industrial Crops and Products.**
<https://www.elsevier.com/journals/industrial-crops-and-products/0926-6690/guide-for-authors>. Tanggal akses 17 Juli 2021.
- Febriyanti, A. E., Cut N. S., dan Adisyahputra. 2016. **Efektivitas Media Pertumbuhan Khamir Komersil (*Saccharomyces cerevisiae*) untuk Fermentasi Bioetanol dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*).** Jurnal Bioma. 12(2): 42-48
- Fifendy, M. 2017. **Mikrobiologi.** Kencana. Depok
- Gandjar, I., Wellyzar S., dan Ariyanti O. 2006. **Mikologi Dasar dan Terapan.** Yayasan Obor Indonesia. Jakarta
- Ginting, S. P., R. Krisnan dan K. Simanihuruk., 2005. **Substitusi Hijauan Dengan Limbah Nanas Dalam Pakan Komplit Pada Kambing.** Laporan Tahunan Loka Penelitian Kambing Potong. Sungai Putih
- Halimatuddahlia. 2003. **Pembuatan n-Butanol Dari Berbagai Proses.** USU Digital Library. Medan
- Hardianto., Anton M., dan Antok W. 2018. **Optimalisasi Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Kerapatan Populasi dan Kemampuan Antagonis *Saccharomyces cerevisiae* terhadap *Fusarium sp.*** Jurnal Sains dan Teknologi. 10(2): 27-41
- Hartina, F., Akyunul J., dan Anik M. 2014. **Fermentasi Tetes Tebu Dari Pabrik Gula Pagotan Madiun Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Untuk Menghasilkan Bioetanol Dengan Variasi Ph Dan Lama Fermentasi.** ALCHEMY. 3(1) :93 – 100
- Hidayah N., Elis T dan As'adi A. 2017. **Potensi Ampas Tebu Sebagai Media Tanam Jamur Tiram *Pleurotus Sp.* Potential For Planting Media Bagasseoyster Mushroom *Pleurotus Sp.*** Jurnal Biologi Makassar. 2(2): 28-38

Hidayat, D. N. R dan Mega R. 2018. **Efek Penggunaan Limbah Kue Pia Sebagai Pengganti Jagung Terhadap Performan Ayam Sentul.** Jurnal Ilmu Ternak. 18(2): 43 – 48

Hidayat, N., Irene M dan Neti Y. 2018. **Mikroorganisme & Pemanfaatannya.** UB Press. Malang

Hidayat, N., Renny N. U dan Wigyanto. 2018. **The Addition of Dextrose to the Preparation of Culture Media from Earthworm Juice (*Lumbricus rubellus*) for the Production of *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3012 Inoculum.** Journal Microbiology Indonesia. 12(2): 49-56.

Istirokhatun, T., Mustika A., dan Sudarno. 2017. **Potensi *Chlorella* Sp. untuk Menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu.** Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, Vol. 14 No.2: 88-96

Jabbar, U. F. 2017. **Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Kentang (*Solanum Tuberosum*. L).** Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Alauddin Makassar

Jayus, J., Iga V. N. Dan Nurhayati N. 2016. **Produksi Bioetanol Oleh *Saccharomyces Cerevisiae* FNCC 3210 Pada Media Molases Dengan Kecepatan Agitasi Dan Aerasi Yang Berbeda.** Jurnal Agroteknologi. 10(2): 184-192

Jeckson, E., Adrianto A dan Sri R. M. 2014. **Pengaruh Laju Pengadukan dalam Pembuatan Bioetanol dari Limbah Serabut Buah Sawit Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.** Jom FTEKNIK. 1(2): 1-8

Jugwanth, Y., Sewsynker-Sukai, Y and Gueguim Kana, E. B. 2019. **Valorization of Sugarcane Bagasse for Bioethanol Production Through Simultaneous Saccharification and Fermentation: Optimization and Kinetic Studies.** Fuel. 262 (116552)

Jutono. 1972. **Dasar-dasar Mikrobiologi Umum.** Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian UGM. Jogjakarta

Kang, Q., Appels, Li., Tan, Tianwei and Dewil R. 2014. **Bioethanol from Lignocellulosic Biomass: Current Findings Determine Research Priorities.** Scientific World Journal. 10(5): 1-13

Kasavi, C., Finore I., Lama L., Nicolaus B., Oliver S. G., Toksoy O., Ebru and Kirdar, B. **Evaluation of Industrial *Saccharomyces Cerevisiae* Strains for Ethanol Production from Biomass.** Biomass and Bioenergy. 45: 230-238

Kitchenham, B., Brereton O. P., David B., Mark T., John B And Stephen L. 2009. **Systematic Literature Reviews in Software Engineering – A Systematic Literature Review**. Information and Software Technology. 51(1): 7-15

Kristiandi, K., Sanya A. L., Nur A. Q. A., Rizki N. R., Ismail M., Sri R., Ira E., Andi E. Y., Shanti D. L., Raida A. I., Rosyanne K., Tatty Y., dan Octovianus S. P. 2021. **Teknologi Fermentasi**. Yayasan Kita Menulis. Medan

Larangahen, A., B. Bagau., M. R. Imbar., dan H. Liwe. 2017. **Pengaruh Penambahan Molases Terhadap Kualitas Fisik Dan Kimia Silase Kulit Pisang Sepatu (Mussa Paradisiaca Formatypica)**. Jurnal Zootek ("Zootek" Journal). 37(1): 156 – 166

Lay, Bibiana. W. 1994. **Analisis Mikroba di Laboratorium**. Raja Grafindo persada. Jakarta

Lehninger, A. L. 1997. **Biochemistry**. New York: Worth Publisher Inc.

Lestari, D., Sri S, dan Engku A. Y. 2021. **Perbandingan Lama Fermentasi Menggunakan Aspergillusniger terhadap Kadar Nutrisi Kulit Kentang**. Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan. 1(2): 6-10

Li, K., Shun L and Xianhua L. 2014. **An Overview of Agae Bioethanol Production**. International Journal of Energy Research. 1-13

Lin, Y., Wei Z., Chunjie L., Kei S., Shuzo T and Hainan K. 2012. **Factors Affecting Ethanol Fermentation Using Saccharomyces Cerevisiae BY4742**. Biomass and Bioenergy. 47(9): 395-401

Mahreni dan Sri, S. 2011. **Kinetika Pertumbuhan Sel Sacharomyces Cerevisiae Dalam Media Tepung Kulit Pisang**. Jurnal Seminar Rekayasa Kimia dan Proses

Manfaati, R. 2010. **Kinetika Dan Variabel Optimum Fermentasi Asam Laktat Dengan Media Campuran Tepung Tapioka Dan Limbah Cair Tahu Oleh Rhizopus Oryzae**. Tesis. Universitas Diponegoro

Mirza, D. M dan Mulyani S. 2013. **Produksi Alkohol dari Hasil Samping Pembuatan Keju (Whey) yang disubsitusi dengan Limbah Cair Tapioka yang Difermentasi oleh S. cerevisiae**. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 2(2): 80-86

Moede, F. H., Siang T. G., dan Ratma. 2017. **Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Pati Ubi Jalar Kuning (Ipomea Batata L)**. Jurnal Akademika Kim. 6(2): 86-91

Moodley, P and Gueguim Kana, E. B. 2019. **Bioethanol Production from Sugarcane Leaf Waste: Effect of Various Optimized Pretreatments and Fermentation Conditions on Process Kinetics**. Biotechnology Reports. 22: 1-8

Munandah, A dan Shanti W. 2018. **Kesiapsiagaan Perawat Dalam Penatalaksanaan Aspek Psikologis Akibat Bencana Alam: A Literature Review**. E-Journal UMM. 9(2): 72-81

Nastiti U. N., Nunuk D. R. L dan Tri N. 2013. **The Decreasing Of Crude Fiber and the Increasing Of Crude Protein Content Of Pineapple Peel (Ananas Comosus L. Merr) Which Fermented By Cellulolytic Bacteria (Actinobacillus sp. ML-08)**. AGROVETERINER. 1(2): 46-54

Ningsih, S.W., Mateus, S.A. dan Lintang, D.S. 2019. **Systematic Review Metode Intervensi Pengetahuan Masyarakat Dalam Pengendalian Kasus Leptospirosis Di Wilayah Kota Semarang**. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 7(1): 211-221

Ningtyias, F. W. 2020. **Panduan Literature Review untuk Skripsi**. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember. Jember

Nurdianto, M., Cahya S. U., dan Sri M. 2015. **Total Jamur, Jenis Kapang dan Khamir Pellet Ayam Kampung Super dengan Penambahan Berbagai Level Pollard Berprobiotik**. Jurnal Agripet. 15(2): 79-84

Nursiwi, A., Rohula U., Martina A dan Ayu P. S. 2015. **Fermentasi Whey Limbah Keju Untuk Produksi Kefiran Oleh Kefir Grains**. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian. 8(1): 37-45

Oswaldo, Z. S., Panca P. S., dan M Faizal. 2012. **Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang**. Jurnal Teknik Kimia. 2(18): 52-62

Parapouli, M., Vasileiadis, A., Afendra, Amalia S and Hatziloukas, E. 2020. **Saccharomyces Cerevisiae and Its Industrial Applications**. AIMS Microbiology. 6 (1): 1-3

Pawignya, H. 2011. **Pembuatan Protein Sel Tunggal dari Limbah Nanas dengan Proses Fermentasi**. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"

Peng, B., Yu S., Xiaowei C., Jin H and Xiaoming B. 2012. **Improvement of Xylose Fermentation in Respiratory-Deficient Xylose-Fermenting Saccharomyces Cerevisiae**. Journal Metabolic Engineering. 14(1): 9-18

Pleissner D., Wan C. L., Zheng S and Carol S. K. L. 2013. **Food Waste as Nutrient Source in Heterotrophic Microalgae Cultivation**. Bioresource Technology 137:139-146

Purba, T., Hardian N., Purwaningsih., Abdus S. J. B., Junairiah., Refa F., dan Arsi. 2021. **Tanah dan Nutrisi Tanaman**. Yayasan Kita Menulis. Medan

Puspitasari, R. 2008. **Kualitas Molase sebagai Bahan Baku Produksi Alkohol Pabrik Spiritus Madukismo Yogyakarta**. Skripsi. Fakultas farmasi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Putri, E. 2018. **Klasifikasi Data Scimago Journal dan Country Rank Menggunakan Algoritma C4.5**. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Putri, S. A., Rohim H.m Resa R., Anggun A., Salwa A. P. K. 2019. **Optimalisasi Limbah Agroindustri Sebagai Upaya Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Di Desa Banyuresmi Kabupaten Sumedang**. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat. 2(3): 218 – 225

Rahmah, Y., Syaiful B dan Chairul. 2015. **Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan Saccharomyces cerevisiae dengan Penambahan Urea sebagai Sumber Nitrogen**. JOM FTEKNIK. 2(2): 1-5

Rehman, M. S., Kim I., Chisti Y and Han J. I. 2012. **Use of Ultrasound in the Production of Bioethanol from Lignocellulosic Biomass**. Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research. 30(1): 359-378

Rochani A., Susy Y., dan Zuhdi M. 2015. **Pengaruh Konsentrasi Gula Larutan Molases terhadap Kadar Etanol pada Proses Fermentasi**. Jurnal Reka Buana. 1(1): 43-48

Rorke, D. C. S and Evariste B. G. K. 2017. **Kinetics of Bioethanol Producing from Waste Sorghum Leaves Using Saccharomyces cerevisiae BY4743**. Fermentation Journal. 3(19): 1-10

Saechu, M. 2009. **Optimasi Pemanfaatan Energi Ampas Di Pabrik Gula (Bagasse Energy Optimation at Sugar Cane Plant)**. Jurnal Teknik Kimia. 4(1): 274-280

Safitrie G. S., Erisa M. S., dan Meilana D. P., 2015. **Pemanfaatan Kulit Cempedak Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae**. Jurnal Konversi. 4(2): 52 – 60

Santi, S. S. 2018. **Pembuatan Alkohol dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mete oleh Khamir *Sacharomyces cerevisiae***. Jurnal Penelitian Ilmu Teknik. 8(2): 104-111.

Sari, F. K., Nurhayati dan Djumarti. 2013. **Ekstraksi Pati Resisten Dari Tiga Varietas Kentang Lokal Yang Berpotensi Sebagai Kandidat Prebiotik**. Berkala Ilmiah Pertanian. 1(2): 38-42

Saropah, D. A., Akyunul J dan Anik M. 2012. **Kinetika Reaksi Enzimatis Ekstrak Kasar Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi Dari Bekatul**. Alchemy. 2(1): 34-45

Sebayang, F. 2006. **Pembuatan Etanol dari Molase secara Fermentasi Menggunakan Sel *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimobilisasi pada kalsium Alginat**. Jurnal Teknologi Proses. 5(2): 68-74

Sefriana, F. 2012. **Variasi Nitrogen dan Hidrolisis Enzimatis Pada Produksi Beta Glukan *Saccharomyces Cerevisiae* Dengan Medium Onggok Ubi Kayu dan Onggok Umbi Garut**. (Skripsi). Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.

Sejati, A. W. 2018. **Pemanfaatan Open Data Untuk Mencari Jurnal Dan Referensi Ilmiah**. Planologi Undip. Semarang

Sener, A., Ahmet C and M Umit U. 2007. ***The Effect of Fermentation Temperature on the Growth Kinetics of Wine Yeast Species***. Turk J Agric For. 31(7): 349-354

Shafaghat, H., Najafpour, G. D., Rezaei, P. S., Sharifzadeh-Baei and Mazyar. 2011. ***Ethanol Production with Natural Carbon Sources in Batch and Continuous Fermentation Using Free and Immobilized Saccharomyces Cerevisiae***. Journal of Scientific and Industrial Research. 70(2): 162-169

Silaban, B. M. J. 2017. **Optimasi Fermentasi Produksi Etanol dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer*) Menggunakan Mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia stipitis* dengan Response Surface Methodology**. Skripsi. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Soares, E. V. 2011. ***Flocculation in Saccharomyces cerevisiae: a review***. *Journal of Applied Microbiology*. 110(1): 1-18

Subrimobdi, W. B., Novi C dan Wahyudi. 2016. **Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Tingkat Produksi**

- Bioetanol Dengan Bahanbaku Nira Siwalan.** Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi. 523-530
- Sudrajat A. B. N., Nurhayati dan Bambang S. 2021. **Keamanan Pangan Komoditas Transgenik: Studi Kasus Sediaan Pakan Hijauan dari Daun Tebu Overekspresi Sosps1.** Agrotek. 15(3): 748-755
- Suhartono, E. 2017. **Systematic Literatur Review (SLR): Metode, Manfaat, Dan Tantangan Learning Analytics Dengan Metode Data Mining Di Dunia Pendidikan Tinggi.** Jurnal Ilmiah Infokam. 13(1): 73-86
- Sumartiningsih, M. S dan Yehezkiel E. P. 2019. **Literature Review: Pengaruh Cognitive Behavior Therapy terhadap Posttraumatic Stress Disorder Akibat Kekerasan pada Anak.** Jurnal Pendidikan Keperawatan Indonesia. 5(2): 167-176
- Suprayitno dan Mamnuah. 2020. **Panduan Skripsi Metode Literature Review Program Studi Keperawatan Universitas 'Aisyiyah.** Yogyakarta
- Syamsuriputra, A., Tjandra S., Ratih K dan Rita F. Y. 2006. **Pengaruh Kadar Air Substrat Dan Konsentrasi Dedak Padi Pada Produksi Asam Sitrat Dari Ampas Tapioka Menggunakan Aspergillus Niger ITBCCL74.** Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2006. Palembang
- Triandini, E., Jayanatha S., Indrawan A., Putra G. W Dan Iswara B. 2019. **Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia.** Indonesian. Journal Of Information Systems (IJIS). 1(2): 63-77
- Trigueros, D. E.G., Fiorese, M. L., Kroumov, A. D., Hinterholz, C. L., Nadai, B. L and Assuncao, G. M. 2016. **Medium Optimization and Kinetics Modeling for The Fermentation of Hydrolyzed Cheese Whey Permeate As A Substrate for Saccharomyces Cerevisiae Var. Boulardii.** Biochemical Engineering Journal. 110: 71-83
- Triyono. 2020. **Pengertian dan Manfaat Google Scholar.** Universitas Raharja. <https://raharja.ac.id/2020/04/30/pengertian-dan-manfaat-google-scholar/>. Tanggal akses 8 November 2021.
- Tronchoni, J., Nicolas R., Amparo Q and Jose M. G. 2012. **Lipid Composition Of Wine Strains Of Saccharomyces Kudriavzevii And Saccharomyces Cerevisiae Grown At Low Temperature.** International Journal of Food Microbiology 155: 191-198

Wahidah, R. Q. 2016. **Karakteristik Fenotip Dan Produksi Bioetanol Oleh Saccharomyces Cerevisiae Strain ATCC 9763, BATAN Dan FNCC 3210 Pada Media Molasses Tebu.** Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Wahono, S. K., Ema D., Vita T. R., dan Evi I. S. 2011. **Laju Pertumbuhan Saccharomyces cerevisiae pada Proses Fermentasi Pembentukan Bioetanol dari Biji Sorgum (Sorghum bicolor L.).** Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

Wibowo, A dan Septiara P. 2021. **Pedoman Praktis Penyusunan Naskah Ilmiah dengan Metode Systematic Review.** Departemen Administrasi dan kebijakan Kesehatan Universitas Indonesia. Jakarta

Wibowo, F., Chairul dan Irdoni S. 2015. **Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Fermentasi terhadap Konsentrasi Bioetanol pada Fermentasi Nira Nipah Kental Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae.** JOM FTEKNIK. 2(1): 1-5

Widanti, A dan Lela S. 2011. **Optimasi Waktu Pertumbuhan Yeast Saccharomyces Cerevisiae 3005 Pada Substrat Limbah Cair Tahu (Kajian Awal Potensinya Dalam Memproduksi Protein Sel Tunggal).** Jurnal Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter. 8(1): 478-480

Widjastuti, T dan Endang S. 2018. **Pemanfaatan Tepung Limbah Roti dalam Ransum Ayam Broiler dan Implikasinya Terhadap Efisiensi Ransum.** Seminar Nasional Fakultas Peternakan Unpad

Yan, S., Chen X., Wu J and Wang P. 2013. **Pilot-Scale Production of Fuel Ethanol from Concentrated Food Waste Hydrolysates Using Saccharomyces Cerevisiae H058.** Bioprocess and Biosystems Engineering. 36(7): 937-946

Yin, H., Gongjian F., and Zhenxin G. 2010. **Optimization of culture parameters of selenium-enriched yeast (Saccharomyces cerevisiae) by response surface methodology (RSM).** Journal Food Science and Technology. 43(4): 666-669

Yurliasni dan Zakaria Y. 2013. **Kajian Penambahan Khamir Kluyveromyces Lactis, Candida Curiosa dan Brettanomyces Custersii Asal Dadih Terhadap Konsentrasi Asam-Asam Amino, Lemak, Organik dan**

Karbohidrat Susu Kerbau Fermentasi (Dadih). Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik. 15(1): 54-59

Yurliasni, Yusdar Z., dan Yunasri U. 2014. **Nilai Nutrisi Dadih yang ditambahkan**

Khamir Asal Dadih. Jurnal Agripet. 14(2): 139-145

Zabed, H., Faruq, G., Sahu, J. N., Azirun, M. S., Hashim, R and Nasrulhaq B. A.

2014. **Bioethanol Production from Fermentable Sugar Juice.** The Scientific World Journal. 10(5): 1-11

Zabed, H., Sahu, J. N., Suely, A. Boyce, A. N and Faruq, G. 2017. **Bioethanol**

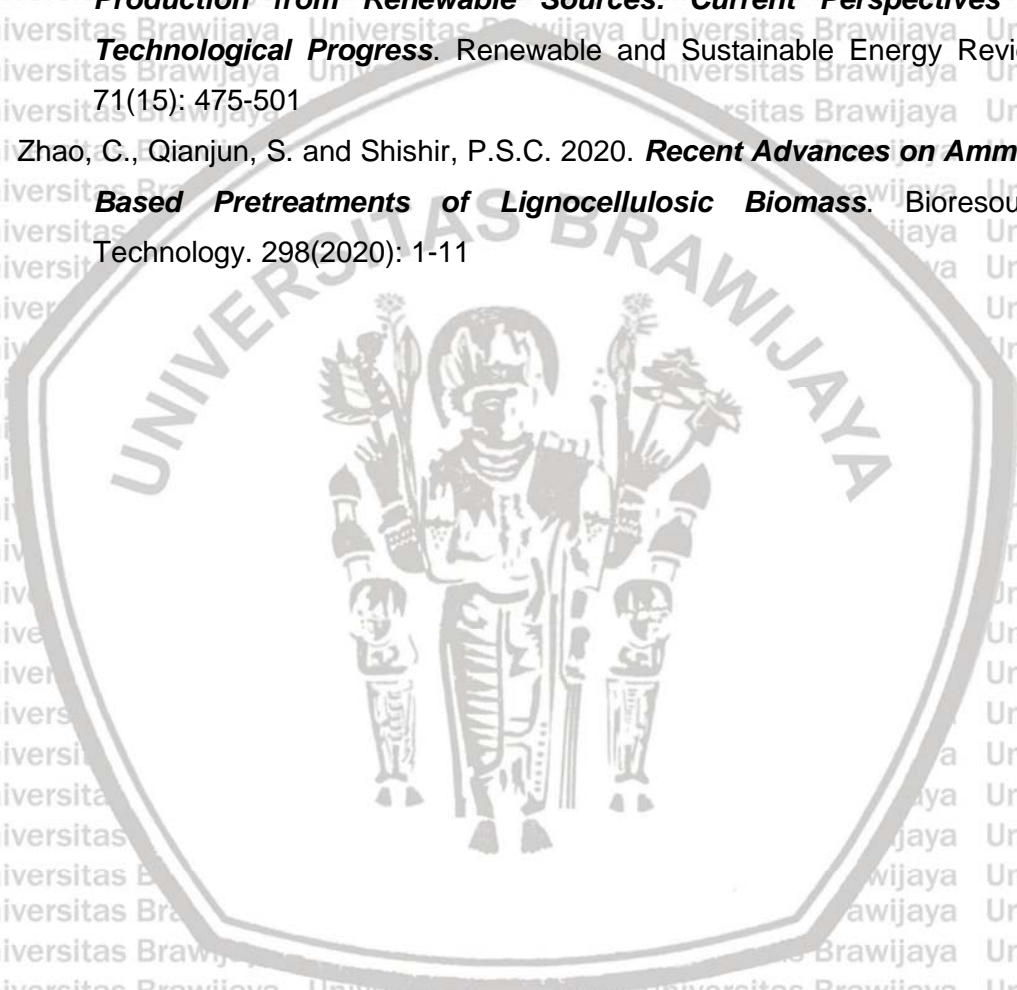
Production from Renewable Sources: Current Perspectives and Technological Progress. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

71(15): 475-501

Zhao, C., Qianjun, S. and Shishir, P.S.C. 2020. **Recent Advances on Ammonia**

Based Pretreatments of Lignocellulosic Biomass. Bioresources

Technology. 298(2020): 1-11



LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Penyusunan Skripsi Rev

No.	Kegiatan	Agustus				September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Revisi Judul dan Bab 1-3																				
2	Konsultasi Judul dan Bab 1-3																				
3	Konsultasi dan Revisi Bab 1-3																				
4	Mencari, Mengumpulkan Materi, dan Menyusun Bab 4 dan Bab 5																				
5	Konsultasi dan Revisi Bab 4 dan Bab 5																				
6	Ujian Skripsi																				



Lampiran 2. Jurnal yang Diperoleh dari setiap Database Google Scholar Bahasa Indonesia (Nasional)

The screenshot shows a Google Scholar search interface. The search query is "Substrat limbah AND Laju pertumbuhan AND Saccharomyces cerevisiae". The results page displays several articles. The first article is titled "Studi penambahan mikroorganisme pada substrat limbah pome terhadap kinerja microbial fuel cell" by RR.Yogaswara, AS Farha, K.Khalurnisa, et al. The second article is "Pengaruh Laju Fermentasi Etanol Dari Limbah Kulit Nanas Dengan Metode Solid State Fermentation (SSF) Terhadap Variasi Waktu Dan Variasi Ukuran Partikel Substrat" by R.Oktaviani, C.Chalrul, S.Z.Amraini, et al. The third article is "Pengaruh Laju Pengadukan dalam pembuatan bioetanol dari limbah serabut buah sawit menggunakan saccharomyces cerevisiae" by E.Jackson, A.Ahmad, S.R.Mulia, et al. The fourth article is "Pemanfaatan Limbah Buah Tomat untuk Produksi Bioetanol oleh Saccharomyces cerevisiae" by [unintelligible].

The screenshot shows a Google Scholar search interface. The search query is "EFFECT OF DIETARY FERMENTED". The results page displays several articles. The first article is "Produksi bioethanol dari rumput gajah secara kimia" by N.K.Sari, et al. The second article is "Pengaruh Kadar Aspergillus Niger Terhadap Produksi Bioetanol Dari Bonggol Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L)" by J.Junaini, E.Elvina, S.Sumpiono, et al. The third article is "PENGARUH pH, KADAR GULA, BERAT DAN WAKTU INKUBASI SEL RAGI IMOBIL TERHADAP EFISIENSI FERMENTASI LIMBAH NENAS MENJADI BIOETANOL" by E.Abdhani, N.Komari, A.Abdullah, et al.



Google Scholar Bahasa Inggris (Internasional)

Waste substrate AND Growth rate AND Saccharomyces cerevisiae

Sekitar 17 600 hasil (0,03 dtk)

Kapan saja
Sejak 2021
Sejak 2020
Sejak 2017
Rentang khusus...
2011 — 2021
Telusuri

Urutkan menurut relevansi
Urutkan menurut tanggal
 sertakan paten
 mencakup kutipan
Buat lansiran

Kinetics of bioethanol production from waste sorghum leaves using *Saccharomyces cerevisiae* BY4743 [PDF] mdpi.com
D.Rokke, E.B. Guajum Kana - Fermentation, 2017 - mdpi.com
... The K_s value obtained (10.11 g/L) was in line with values previously reported from several studies on lignocellulosic substrates (Table 1). Using citrus pulp waste as a substrate, a K_s value of 10.690 g/L was reported by Raposo et al. [29], while Srimachai et al. ...
☆ 99 Dirujuk 29 kali Artikel terkait 6 versi

[HTML] ... of various metallic oxide nanoparticles on ethanol production by *Saccharomyces cerevisiae* BY4743: screening, kinetic study and validation on potato waste [HTML] springer.com
A.Sanus, F.D.Falya, E.B.G.Kana - Catalysis Letters, 2019 - Springer
... of *S. cerevisiae* BY4743 and the kinetics assessment of the fermentation efficiency of substrates for biofuel ... The NISSF process (50 mL) contained: pretreated potatoes waste with solid loading (10 ... (5). The specific growth rate values (μ) and the substrate concentration data were ...
☆ 99 Dirujuk 12 kali Artikel terkait 3 versi

[PDF] Cellulase production by *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* using fruit wastes as substrates [PDF] bluepenjournals.org
N.J.Amaza, I.N. Okollegbe, ... - Int. J. Appl. Microbiol. ..., 2015 - bluepenjournals.org
... The aim of this research was to investigate the bioconversion of fruit waste pineapple peels and orange ... to 3% of the fruit wastes and carboxymethylcellulose (control) suggests the ability of the wastes to produce more of the cellulase at optimal substrate concentration of ...
☆ 99 Dirujuk 18 kali Artikel terkait 0 versi

Production of single cell protein (SCP) from food and agricultural waste by using *Saccharomyces cerevisiae* [PDF] amazonaws.com

Windows taskbar with search bar and system tray icons.

Waste substrate AND Growth rate AND Saccharomyces cerevisiae

Sekitar 17 600 hasil (0,03 dtk)

Kapan saja
Sejak 2021
Sejak 2020
Sejak 2017
Rentang khusus...
2011 — 2021
Telusuri

Urutkan menurut relevansi
Urutkan menurut tanggal
 sertakan paten
 mencakup kutipan
Buat lansiran

☆ 99 Dirujuk 52 kali Artikel terkait 12 versi

Kinetics studies impact of initial pH and addition of yeast *Saccharomyces cerevisiae* on biogas production from tofu wastewater in Indonesia [PDF] ije.ir
I Syaichurrozi, R Rusdi, T Hidayat, A Bustomi - International Journal of ..., 2016 - ije.ir
... [12] for simulating the anaerobic co-digestion waste activated sludge ... liquid and *S. cerevisiae* dose on the quantity of biogas generation from fresh market garbage ... than that at pH 7. Anaerobic bacteria, especially methanogenic bacteria, grew well in substrate of tofu wastewater ...
☆ 99 Dirujuk 25 kali Artikel terkait 7 versi

Agroindustrial wastes as substrates for microbial enzymes production and source of sugar for bioethanol production [HTML] intechopen.com
D.A.R. Martins, H.F.A. do Prado, B.S.R. Leite, ... - Integrated waste ..., 2011 - books.google.com
... mill discards, food industry residues), urban solid wastes e domestic wastes (garbage and sewage ... sp Wheat bran Abrahão et al., 2008 Pleurotus sajor-caju Banana waste Reddy et al. ... Agroindustrial Wastes as Substrates for Microbial Enzymes Production and Source of Sugar for ...
☆ 99 Dirujuk 39 kali Artikel terkait 4 versi

Identification of novel genes responsible for salt tolerance by transposon mutagenesis in *Saccharomyces cerevisiae* [HTML] oup.com Full View
WK Park, JW Yang, HS Kim - ... of Industrial Microbiology and ..., 2015 - academic.oup.com
... of specific species [2]. The waste brine can also be reused as a substrate for the ... agricultural wastes such as wood shavings, sawdust and corn cobs, food processing wastes, residues from ... genes related to salt tolerance and to gain new insight into using waste brine from a ...
☆ 99 Dirujuk 9 kali Artikel terkait 9 versi

< Goooooooooooooogle >
Sebelumnya 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Berikutnya

Windows taskbar with search bar and system tray icons.



ScienceDirect

ScienceDirect Journals & Books Register Sign in

Find articles with these terms

Waste substrate AND Growth rate AND Saccharomyces cerevisiae

Year: 2011-2021 X

Advanced search

4,242 results sorted by relevance | date

Refine by:

Years

- 2021 (721)
- 2020 (616)
- 2019 (540)
- 2018 (394)
- 2017 (420)
- 2016 (363)
- 2015 (274)
- 2014 (264)

Research article

A novel oleaginous yeast *Saccharomyces cerevisiae* CU-TPD4 for lipid and biodiesel production
Chemosphere, 3 May 2021, ...
Wannapawn Watsunorn, Nuttha Chuengcharoenphanich, ... Warawut Chulalaksananukul

Research article

Mannans and mannan oligosaccharides (MOS) from *Saccharomyces cerevisiae* – A sustainable source of functional ingredients
Carbohydrate Polymers, 22 July 2021, ...
Margarida Faustino, Joana Durão, ... Ana P. Carvalho

Want a richer search experience?
Sign in for article previews, additional search fields & filters, and multiple article download & export options.

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Feedback

Research article

Pervaporative separation of bioethanol produced from the fermentation of waste newspaper
Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 25 November 2013, ...
Ly Thi Phi Trinh, Eun Jin Cho, ... Hong-Joo Lee

Research article

Enzymatic hydrolysis of waste bread by newly isolated *Hymenobacter* sp. KKS3: Statistical optimization and bioethanol production
Renewable Energy, 26 January 2020, ...
Katarina Mihajlovski, Mirjana Rajič-Stojanović, Suzana Dimitrijević-Branković

Review article

[Engineering xylose metabolism in yeasts to produce biofuels and chemicals](#)
Current Opinion in Biotechnology, 24 November 2020, ...
Jae Won Lee, Sangdo Yook, ... Yong-Su Jin

Display: 25 | 50 | 100 results per page

< previous | Page 10 of 40 | next >

About ScienceDirect Remote access Shopping cart Advertise Contact and support Terms and conditions Privacy policy

We use cookies to help provide and enhance our service and tailor content and ads. By continuing you agree to the use of cookies.

Copyright © 2021 Elsevier B.V. or its licensors or contributors. ScienceDirect® is a registered trademark of Elsevier B.V.

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Feedback

Type here to search

ProQuest

Waste substrate AND Growth rate AND Saccharomyces cerevisiae

These are only some of the results you may have access to...
Log in through your library or institution to see if you have access to other content.

4,120 results

Applied filters
Clear all filters
Scholarly Journals
2011 - 2021

Sorted by
Relevance

Source type

Scholarly Journals

- Characterization of Cold-Tolerant *Saccharomyces cerevisiae* Cheongdo Using Phenotype Microarray** Full Text
Kyung-Mi Jung, Park, Jongbeom; Jang, Jueun; Seok-Hwa Jung, Sang Han Lee, et al.
Microorganisms; Basel Vol. 9, Iss. 5, (2021): 982.
- Impact of Various Metallic Oxide Nanoparticles on Ethanol Production by *Saccharomyces cerevisiae* BY4743: Screening, Kinetic Study and Validation on Potato Waste** Preview Available
Sanusi, Isaac A; Faloye, Funmilayo D; Gueguim Kana E B.
Catalysis Letters; Dordrecht Vol. 149, Iss. 7, (Jul 2019): 2015-2031.

Type here to search

- The modeling of ethanol production by *Kluyveromyces marxianus* using whey as substrate in continuous A-Stat bioreactors** Preview Available
Gabardo, Sabrina; Pereira, Gabriela Felix; Rech, Rosane; Ayub, Marco Antônio; Záchia.
Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology; Fairfax Vol. 42, Iss. 9, (Sep 2015): 1243-1253.
- Characteristics of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts exhibiting rough colonies and pseudohyphal morphology with respect to alcoholic fermentation** Full Text
Reis, Vanda Renata; Bassi, Ana Paula Guarneri; Dasilva, Jessica Carolina Gomes; Ceccato-Antonini, Sandra Regina.
Brazilian Journal of Microbiology; São Paulo Vol. 44, Iss. 4, (2013): 1121-1131.

First < 7 8 9 10 11 12 >

About ProQuest Contact Us Terms of Use Privacy Policy Cookie Policy Cookie Preferences Sitemap

ProQuest
Go to Settings to activate Windows.
Copyright © 2021 ProQuest LLC.

Type here to search



Lampiran 4. Proses Duplikat Tahap 2 dan Tahap Screening

	B	C	D	E
1		JENIS JURNAL	KUALITAS	Judul dan Abstrak sesuai Topik
2	https://www.mdpi.com/2311-5637/3/2/19	Fermentation	Q2	Sesuai
3	https://link.springer.com/article/10.1007/s10562-019-027	Catalysis Letters	Q2	Tidak sesuai
4	http://www.bluepenjournals.org/ijambr/pdf/2015/May/An	Int. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. Res.		
5	https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786419	Natural Product Research	Q3	
6	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09608	Bioresources Technology	Q1	Tidak sesuai
7	https://downloads.hindawi.com/archive/2014/532852.pdf	International Scholarly Research Notices		
8	https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-019-006	Waste and Biomass Valorization volume		
9	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S18788	Biocatalysis and Agricultural Biotechnology	Q2	Tidak sesuai
10	https://api.intechopen.com/redirecor/online-first/bio-ethanol-production-from-fruit-and-vegetable-waste-by-using-saccharomyces-cerevisiae			
11	https://link.springer.com/article/10.1007/s00449-012-082	Bioprocess and Biosystems Engineering	Q2	Sesuai
12	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S18788	Biocatalysis and Agricultural Biotechnology	Q2	Tidak sesuai
13	https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52250482/Productio	Global Journal of Biotechnology & Biochemistry		
14	https://www.researchgate.net/profile/Madhulika-Chauhan	Fermentation Technology		
15	https://www.researchgate.net/profile/Yashab-Kumar/publi	International Journal of Advanced Research		
16	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpe.124	Journal of Food Process Engineering	Q2	Tidak sesuai
17	https://link.springer.com/article/10.1007/s12010-013-031	Applied Biochemistry and Biotechnology	Q3	
18	https://www.researchgate.net/profile/P-Saranraj/publicati	International Journal of Microbiological Research		
19	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S18788	Biocatalysis and Agricultural Biotechnology	Q2	Tidak sesuai
20	https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/351_2014	Czech Journal of Food Sciences	Q3	
21	https://e-repository.org/rbl/vol.16/iss.1/6.pdf	Romanian Biotechnological Letters	Q3	
22	https://www.scielo.br/j/bjm/a/qhgHvb93BFhgHJstbCf6sR/	Brazilian Journal of Microbiology	Q3	
23	https://www.researchgate.net/profile/Jessica-Simbahan/pu	Philippine Journal of Science	Q3	
24	https://citeseerx.ist.psu.edu/document?doi=10.1.1.1	International Journal of Science, Environment and Technology	Q2	Tidak sesuai

Seleksi Jurnal Selesaiiii Alhamdulillah - Excel (Product Activation Failed)

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

A17

	A	B	C	D	E	F	G
1	CEK DUPLIKASI DAN KUALITAS SEMUA DATABASE		JENIS JURNAL	KUALITAS	Judul dan Abstrak sesuai Topik		
2	Kinetics of Bioethanol Production from Waste Sorghum Leaves Using <i>Saccharomyces cerevisiae</i> BY4743	https://www.mdpi.com/	Fermentation	Q2	Sesuai		
3	Pilot-scale production of fuel ethanol from concentrated food waste hydrolysates using <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Ho58	https://link.springer.com	Bioprocess and Biosystems Engineering	Q2	Sesuai		
4	Valorization of the powdered bread waste hydrolysate as growth medium for baker yeast	https://www.sciencedire	Food and Bioprocess Processing	Q2	Sesuai		
5	Valorization of sugarcane bagasse for bioethanol production through simultaneous saccharification and fermentation: Optimization and kinetic studies	https://www.sciencedire	Fuel	Q1	Sesuai		
6	Medium optimization and kinetics modeling for the fermentation of hydrolyzed cheese whey permeate as a substrate for <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>boulardii</i>	https://www.sciencedire	Biochemical Engineering Journal	Q2	Sesuai		
7	Valorisation of potato peel wastes for bioethanol production using simultaneous saccharification and fermentation: Process optimization and kinetic assessment	https://www.sciencedire	Renewable Energy	Q1	Sesuai		
8	Production of bioethanol from agro-industrial wastes	https://www.sciencedire	Biotechnology Reports	Q1	Sesuai		
9	Evaluation of industrial <i>Saccharomyces cerevisiae</i> strains for ethanol production from biomass	https://www.sciencedire	Biomass and Bioenergy	Q1	Sesuai		
10	Production of Bioethanol from agro-industrial wastes	https://www.sciencedire	Fuel	Q1	Sesuai		
11	Over production of fermentable sugar for bioethanol production from carbohydrate-rich Malaysian food waste via sequential acid-enzymatic hydrolysis pretreatment	https://www.sciencedire	Waste Management	Q1	Sesuai		
12	Ethanol production with natural carbon sources in batch and continuous fermentation using free and immobilized appropriate yeast (KOSRI) for bioethanol conversion with enzymatic hydrolysis.	http://nopr.niscair.res.in	Journal of Scientific and Industrial Research	Q2	Sesuai		
13	Sustainable development on microbial production	https://www.sciencedire	Energy	Q1	Sesuai		
14	Proteomic analysis revealed the roles of <i>YRR1</i> deletion in enhancing the vanillin resistance of <i>Saccharomyces</i>	https://www.proquest.cc	Microbial Cell Factories	Q1	Sesuai		
15	Eco-friendly process for soft drink industries wastewater reuse as growth medium for <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	https://www.proquest.cc	Clean Technologies and Environmental Policy	Q2	Sesuai		
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Sheet1 Sheet2 Sheet3 Sheet4 Sheet5 **Sheet6** Sheet7

READY Type here to search 31°C 14.25 04/01/2022

Lampiran 5. Tahap Seleksi Kriteria Inklusi

	A	B	C	D
1	Cek jurnal sesuai inklusi		Full text	Informasi
2	Production of Bioethanol from agro-industrial wastes	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Sesuai
3	Valorization of sugarcane bagasse for bioethanol production through simultaneous saccharification and fermentation: Optimization and kinetic studies	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Sesuai
4	Valorisation of potato peel wastes for bioethanol production using simultaneous saccharification and fermentation: Process optimization and kinetic assessment	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Sesuai
5	Valorization of the powdered bread waste hydrolysate as growth medium for baker yeast	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Sesuai
6	Kinetics of Bioethanol Production from Waste Sorghum Leaves Using <i>Saccharomyces cerevisiae</i> BY4743	https://www.mdpi.com/2311-5637/3/2/19	Ya	Sesuai
7	Over production of fermentable sugar for bioethanol production from carbohydrate-rich Malaysian food waste via sequential acid-enzymatic hydrolysis pretreatment	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Tidak sesuai
8	Ethanol production with natural carbon sources in batch and continuous fermentation using free and immobilized <i>Saccharomyces</i>	http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/10979	Ya	Sesuai
9	Evaluation of industrial <i>Saccharomyces cerevisiae</i> strains for ethanol production from biomass	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Sesuai
10	Eco-friendly process for soft drink industries wastewater reuse as growth medium for <i>Saccharomyces cerevisiae</i> production	https://www.proquest.com/docview/1829335277/91	Ya	Tidak sesuai
11	Bioethanol production from sugarcane leaf waste: Effect of various optimized pretreatments and fermentation conditions on process kinetics	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Sesuai
12	Proteomic analysis revealed the roles of <i>TRR1</i> deletion in enhancing the vanillin resistance of <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	https://www.proquest.com/docview/2562631952/91	Ya	Tidak sesuai
13	Appropriateness of rose (<i>Rosa hybrida</i>) for bioethanol conversion with enzymatic hydrolysis: Sustainable development on green fuel production	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs	Ya	Tidak sesuai
14	Medium optimization and kinetics modeling for the fermentation of hydrolyzed cheese whey permeate as a substrate for <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>boulardii</i>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/	Ya	Sesuai
15	Pilot-scale production of fuel ethanol from concentrated food waste hydrolysates using <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Ho58	https://link.springer.com/article/10.1007/s00449-01	Ya	Sesuai

Lampiran 6. Daftar Jurnal Final untuk Review

No.	Judul	Penulis	Referensi
1	<i>Production of Bioethanol from agro-industrial wastes</i>	Bocanegra et al., 2015	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236114009314?casa_token=HiwF5bynQb4AAAA:XctxP68xhE5HiG8K85Gd1uSBVT2BkJk-TIURW_btW2WSHWxzEyLPuW-TvwTgg0tYrAUrlzWM-g
2	<i>Valorization of sugarcane bagasse for bioethanol production through simultaneous saccharification and fermentation: Optimization and kinetic studies</i>	Jugwanth et al., 2019	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236119319064?casa_token=juqAhYOGx1wAAAA:7USFegcHTBSMXLI9dr4xx5dTIFKumEDlmtk2RjdlxBqYMqzn2FFr8iLlqDIGRcOSS37AnSMcEQ
3	<i>Valorisation of potato peel wastes for bioethanol production using simultaneous saccharification and fermentation: Process optimization and kinetic assessment</i>	Chohan et al., 2020	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148119310626?casa_token=Tut_isGw28sAAA:-VI6Kxuw_8_pE7vZkGpt2rw2rzeeLqYJIS2hSFRTjyQFKYSuuC6SOz8HElt12VCpfpFvX7WIA
4	<i>Valorization of the powdered bread waste hydrolysate as growth medium for baker yeast</i>	Benabda et al., 2018	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960308518300178?casa_token=UyQbntq8Zp8AAA:ewNGTBxKiJqfdm6cizuTZcfZL8JBLWLHX5pfl8PxKz0OHu12fKY7F9Di1PYzXv6rKtispLDJw
5	<i>Kinetics of Bioethanol Production from Waste Sorghum Leaves Using Saccharomyces cerevisiae BY4743</i>	Rorke and Evariste, 2017	https://www.mdpi.com/2311-5637/3/2/19

No.	Judul	Penulis	Referensi
7	<i>Evaluation of industrial Saccharomyces cerevisiae strains for ethanol production from biomass</i>	Kasavi et al., 2012	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953412002498?casa_token=PzO2p5b4xZ0AAAA:R22cKagYm1NCpYhtQgagcQTAL9oRto1vOICHwo0al2TcePx3XmPUZRBqagLYboiJFfedgMjW6qA
8	<i>Bioethanol production from sugarcane leaf waste: Effect of various optimized pretreatments and fermentation conditions on process kinetics</i>	Moodley and Gueguim, 2019	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X18302376
9	<i>Medium optimization and kinetics modeling for the fermentation of hydrolyzed cheese whey permeate as a substrate for Saccharomyces cerevisiae var. boulardii</i>	Trigueros et al., 2016	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369703X16300584?casa_token=us4bbbWY1v0AAAA:L5ewDOP_2Uf57FUIpeUvEvCc1h46VooEwqKcqEIDL4L-7ppQPnOMNH4-69VOQQoh3MzQ1_-7sw
10	<i>Pilot-scale production of fuel ethanol from concentrated food waste hydrolysates using Saccharomyces cerevisiae H058</i>	Yan et al., 2013	https://link.springer.com/article/10.1007/s00449-012-0827-9