

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh Jumlah Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap Kadar Etanol dari Limbah Bagas Tebu

Hasil penelitian diperoleh data pengaruh jumlah ragi roti terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp, untuk mengetahui adanya pengaruh jumlah ragi roti terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA.

Hasil analisis statistik menggunakan ANOVA pada lampiran 4 menunjukkan bahwa signifikansi  $(0,00) < 0,05$  yang berarti ada pengaruh jumlah ragi roti terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp. Selanjutnya dilakukan uji lanjut untuk mengetahui kombinasi perlakuan terbaik dari masing-masing perlakuan. Uji lanjut yang dilakukan adalah Uji Jarak Duncan (UJD) dengan taraf 5% (0,05). Adapun hasil uji lanjut disajikan pada tabel

4.1

**Tabel 4.1** Pengaruh jumlah ragi roti terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp.

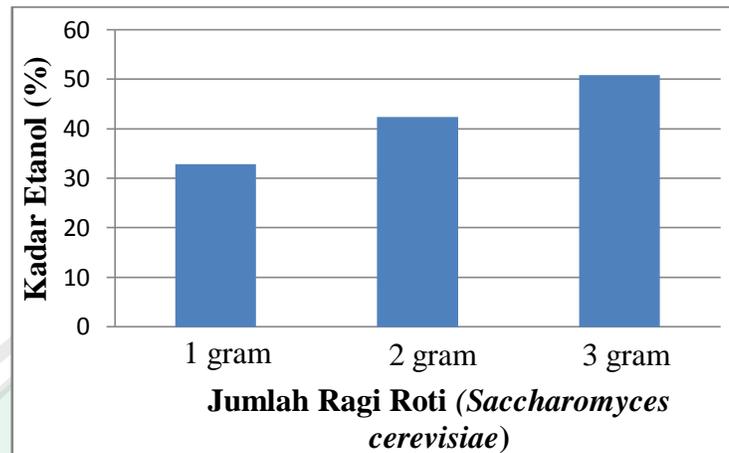
No	Jumlah Ragi Roti (gram)	Kadar Etanol (%)	Notasi
1	1	32,91	a
2	2	42,45	b
3	3	50,94	c

**Keterangan:** Rata-rata yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata kadar etanol (%) yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil uji Duncan pada Tabel 4.1 untuk jumlah ragi roti menunjukkan adanya perbedaan. Dapat diketahui kadar etanol pada masing-masing perlakuan berbeda nyata antara jumlah ragi roti 1 gram, 2 gram, dan 3 gram dengan kadar etanol berturut-turut yaitu 32,91%, 42,45%, dan 50,94%.

Banyak faktor yang mempengaruhi fermentasi etanol diantaranya yang penting menurut Kusuma (2010), yaitu suhu, pH, oksigen, konsentrasi substrat dan konsentrasi enzim, jenis mikroba, dan konsentrasi etanol. Menurut Prescott dan Dum (1959), waktu fermentasi merupakan faktor terpenting dalam proses fermentasi etanol.

Grafik pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa jumlah jumlah ragi roti 3 gram memiliki potensi peningkatan kadar etanol tertinggi dibandingkan dengan jumlah ragi roti 1 gram dan 2 gram. Jumlah ragi roti tertinggi berdasarkan uji jarak Duncan yaitu pada jumlah ragi roti 3 gram mencapai nilai rata-rata 50,94%. Pada dasarnya penambahan jumlah ragi roti pada proses fermentasi akan berpengaruh besar terhadap kadar etanol yang dihasilkan.



**Gambar 4.1** Grafik Pengaruh jumlah ragi roti terhadap kadar etanol tertinggi dari limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp.

Jumlah ragi roti di dalam media fermentasi sangat berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Jumlah ragi roti yang semakin tinggi, menunjukkan jumlah mikroba yang diberikan untuk mengubah glukosa menjadi etanol semakin banyak dan semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan. Hasil penelitian tersebut didukung oleh Schlegel (1994), bahwa semakin tinggi jumlah ragi roti yang diberikan maka semakin tinggi pula kadar etanol yang dihasilkan. Hal tersebut dapat disebabkan produsen utama etanol adalah ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

Ragi roti merupakan bahan bentuk kering yang didalamnya terdapat sel-sel *Saccharomyces cerevisiae* yang siap untuk diaktifkan (Baarri dan Fawaid, 2013). Menurut Setyohadi (2006), semakin banyak ragi, maka khamir juga akan semakin banyak, dimana mikroba tersebut menghasilkan enzim-enzim intervas dan zimase. Sengupta *et al*, (2000), mengatakan enzim intervas merupakan enzim penting

ekstraseluler dari *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan dalam mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.

Awalurrizki dan Putra (2009) menambahkan bahwa enzim intervase dapat diambil dari ekstrak kasar dari roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Khamir ini memiliki aktivitas intervase yang tinggi sehingga sukrosa dengan cepat diubah menjadi glukosa dan fruktosa untuk keperluan metabolismenya. Dengan adanya enzim intervase, penggunaan sukrosa akan lebih efektif dan diharapkan mampu menurunkan produk samping yang terbentuk sehingga dapat meningkatkan kadar etanolnya. Hammad (2008), menambahkan bahwa enzim zimase mampu mengubah gula sederhana, dektrin, dan fruktosa menjadi alkohol.

#### **4.2 Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Etanol dari Limbah Bagas Tebu**

Hasil penelitian diperoleh data pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp, untuk mengetahui adanya pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA.

Hasil analisis statistik menggunakan ANOVA pada lampiran 5 menunjukkan bahwa signifikansi  $(0,00) < 0,05$  yang berarti ada pengaruh lama fermentasi terhadap

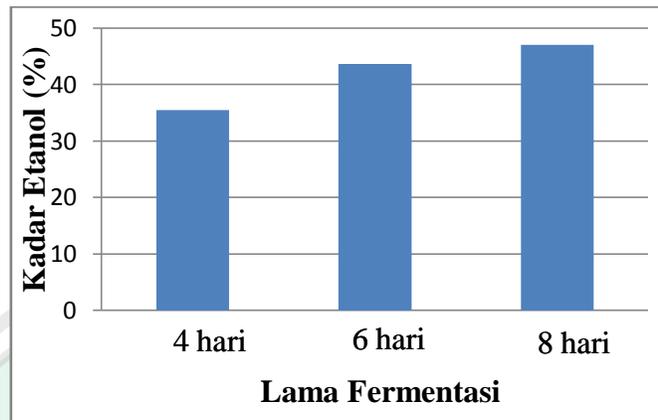
kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp. Selanjutnya dilakukan uji lanjut untuk mengetahui kombinasi perlakuan terbaik dari masing-masing perlakuan. Uji lanjut yang dilakukan adalah Uji Jarak Duncan (UJD) dengan taraf 5% (0,05). Adapun hasil uji lanjut disajikan pada tabel 4.2.

Berdasarkan hasil uji Duncan pada Tabel 4.2 untuk lama fermentasi menunjukkan adanya perbedaan. Dapat diketahui kadar etanol pada masing-masing perlakuan berbeda nyata antara lama fermentasi 4 hari, 6 hari, dan 8 hari dengan kadar etanol berturut-turut yaitu 35,51%, 43,74%, dan 47,04%.

**Tabel 4.2** Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp.

No	Lama Fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%)	Notasi
1	4	35,51	a
2	6	43,74	b
3	8	47,04	c

**Keterangan:** Rata-rata yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata kadar etanol (%) yang dihasilkan.



**Gambar 4.2** Grafik Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol tertinggi dari limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp.

Grafik pada gambar 4.2 menunjukkan lama fermentasi 8 hari memiliki potensi peningkatan kadar etanol tertinggi dibandingkan dengan lama fermentasi 4 hari dan 6 hari. Lama fermentasi tertinggi berdasarkan uji jarak Duncan yaitu pada lama fermentasi 8 hari mencapai nilai rata-rata 47,04%. Keberhasilan proses fermentasi yang didahului proses hidrolisis selulosa dengan menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp dimana pada tahap ini kandungan selulosa dari limbah bagas tebu diubah menjadi glukosa.

Proses fermentasi dipengaruhi oleh lama fermentasi yakni semakin lama fermentasi maka akan memberikan kesempatan lebih lama mikroba untuk menguraikan glukosa menjadi etanol, sehingga memungkinkan untuk diperoleh kadar etanol yang tinggi. Hal ini berhubungan dengan penurunan jumlah glukosa dimana glukosa berfungsi sebagai nutrisi bagi mikroba selama fermentasi berlangsung (Susanto dkk, 2012).

Menurut Prescott dan Dum (1959), waktu fermentasi merupakan faktor terpenting dalam proses fermentasi etanol yaitu fermentasi biasanya berlangsung secara sempurna dalam 50 jam atau kurang dari itu tergantung temperatur, konsentrasi gula, dan faktor-faktor lain.

#### **4.3 Pengaruh Interaksi Jumlah Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Etanol dari Limbah Bagas Tebu**

Hasil penelitian diperoleh data pengaruh interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp, untuk mengetahui adanya pengaruh interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA.

Hasil analisis statistik menggunakan ANOVA pada lampiran 6 menunjukkan bahwa signifikansi  $(0,00) < 0,05$  yang berarti ada pengaruh interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp. Selanjutnya dilakukan uji lanjut untuk mengetahui kombinasi perlakuan terbaik dari masing-masing perlakuan. Uji

lanjut yang dilakukan adalah Uji Jarak Duncan (UJD) dengan taraf 5% (0,05).

Adapun hasil uji lanjut disajikan pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Pengaruh interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp.

No	Jumlah Ragi	Lama Fermentasi	Kadar Etanol	Notasi
1	1 gram	4 hari	24,48	a
2		6 hari	35,61	b
3		8 hari	38,64	c
4	2 gram	4 hari	36,28	b
5		6 hari	43,91	d
6		8 hari	47,15	f
7	3 gram	4 hari	45,76	e
8		6 hari	51,71	g
9		8 hari	55,33	h

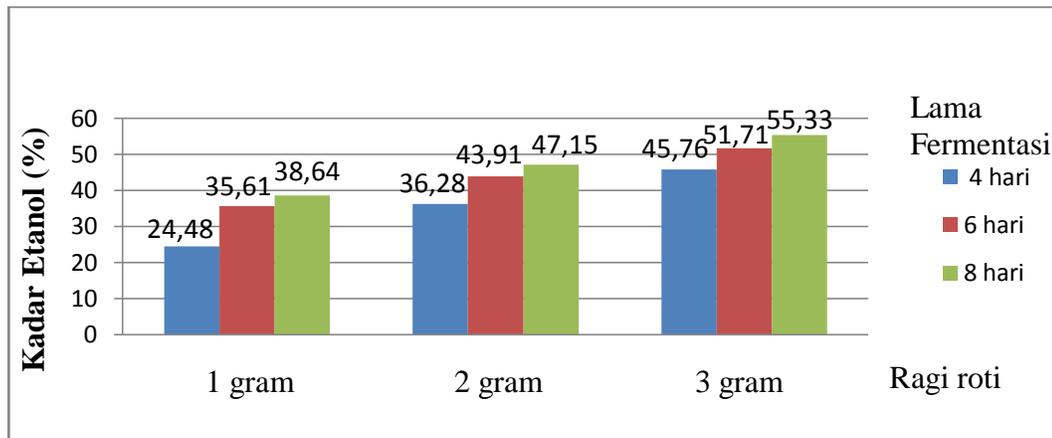
**Keterangan:** Rata-rata yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata kadar bioetanol (%) yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil uji Duncan pada Tabel 4.3 menunjukkan interaksi antara jumlah ragi roti 3 gram dan lama fermentasi 8 hari dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp yaitu menghasilkan kadar etanol tertinggi dengan nilai kadar etanol sebesar 55,33% ditunjukkan dengan notasi (h). Hasil ini menunjukkan ada pengaruh interaksi variasi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari glukosa limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp,

*Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp dan berbeda nyata dengan perlakuan interaksi lainnya seperti hasil pada Tabel 4.3.

Hasil yang menunjukkan tidak berbeda nyata yaitu pada perlakuan interaksi antara jumlah ragi roti 1 gram dan lama fermentasi 6 hari dengan nilai kadar etanol sebesar 35,61% dengan perlakuan interaksi antara jumlah ragi roti 2 gram dan lama fermentasi 4 hari dengan nilai kadar etanol sebesar 36,28% dengan notasi yang sama (b). Kadar etanol terendah yaitu pada perlakuan interaksi antara jumlah ragi roti 1 gram dan lama fermentasi 4 hari dengan nilai kadar etanol sebesar 24,48% dan ditunjukkan dengan notasi (a). Hal ini terkait dengan banyaknya mikroba dan lamanya fermentasi yaitu sesuai pada Tabel 4.3 bahwa semakin banyak jumlah mikroba dan semakin lama fermentasi kadar etanol yang dihasilkan semakin tinggi.

Grafik pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa interaksi 3 gram ragi roti dan 8 hari lama fermentasi kadar etanol dari limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp memiliki potensi kadar etanol tertinggi dibanding dengan interaksi lainnya. Dalam penelitian ini masih belum mendapatkan jumlah ragi roti dan lama fermentasi yang optimum, karena grafik pada Gambar 4.3 menunjukkan adanya proses kenaikan, belum mengalami proses penurunan kadar etanol.



**Gambar 4.3** Grafik Pengaruh interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol tertinggi dari limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp.

Interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol tertinggi dari limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp sangat berpengaruh dalam proses fermentasi. Menurut Hawab (2004), *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroba yang terpilih yang digunakan untuk waktu fermentasi alkohol, sebab mempunyai toleransi yang tinggi terhadap alkohol. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasi sukrosa menjadi etanol pada kondisi netral atau sedikit asam dalam kondisi anaerob.

Penelitian ini tidak terlepas dari proses hidrolisis yang menggunakan enzim kasar selulase campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp karena dapat menghasilkan enzim selulase yang tinggi. Menurut Surakhman (2013), dalam hasil penelitiannya dengan menggunakan uji semikuantitatif menunjukkan

bahwa isolat kapang yang menghasilkan selulase tertinggi adalah dari genus *Trichoderma*, *Botrytis*, dan *Gliocladium* dengan rasio zona bening sebesar 3,38 cm, 3,09 cm, dan 1,32 cm. Namun campuran antara genus *Trichoderma*, *Botrytis*, dan *Gliocladium* menghasilkan selulase yang lebih tinggi dengan rasio zona bening sebesar 9,13 cm. Menurut Anwar dkk (2010), campuran enzim dari beberapa kapang mampu memperbaiki komposisi enzim selulase menjadi lebih seimbang untuk menghidrolisis selulosa.

Menurut Rizkiyah (2014), aktivitas enzim selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp menghasilkan aktivitas enzim selulase tinggi sebesar 31,57 U/ml. Pada penelitian yang menggunakan satu kapang menurut Kusnadi (2010), menunjukkan bahwa aktivitas enzim selulase oleh *Trichoderma harzianum* yang diisolasi dari serbuk gergaji menghasilkan aktivitas enzim selulase sebesar 5.727 U/ml, sedangkan *Trichoderma* yang diisolasi dari serasah dedaunan menghasilkan aktivitas enzim selulase sebesar 5.376 U/ml. *Penicillium* yang diisolasi dari kayu lapuk menghasilkan aktivitas enzim selulase sebesar 3.268 U/ml.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari limbah bagas tebu dengan hidrolisis selulosa menggunakan enzim kasar selulase campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp lebih baik dibandingkan hidrolisis menggunakan asam, enzim komersial, dan satu kapang. Hasil yang diperoleh sangat berbeda yaitu nilai kadar etanol tertinggi yang menggunakan enzim kasar selulase campuran kapang

*Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp sebesar 55,33% pada interaksi jumlah ragi roti 3 gram dan lama fermentasi 8 hari.

Menurut Samsuri dkk (2007), pada hidrolisis menggunakan enzim komersial nilai kadar etanol sebesar 3,24 %, tetapi pada penelitian ini uji kadar etanolnya tanpa destilasi sehingga kadar etanolnya kecil. Menurut Wahono dkk (2012), uji kadar etanol untuk sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan menggunakan enzim selulase dari *Trichoderma reesei* nilai kadar etanol sebesar 1,35% tanpa destilasi. Sedangkan nilai kadar etanol tertinggi yang menggunakan HCl 30% hanya sebesar 5,12% (Susanto, 2012). Menurut Gunam dkk (2011), hidrolisis secara enzimatik memiliki beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan hidrolisis asam, antara lain tidak terjadi degradasi gula hasil hidrolisis, berpotensi memberikan hasil yang tinggi, dan biaya pemeliharaan peralatan relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif.

Aprliani dan Agustinus (2013), menambahkan bahwa kadar etanol yang di produksi dari kulit pisang menghasilkan kadar etanol sebesar 5,32% dengan menggunakan HCl 37% sebagai hidrolisis glukosa. Hidrolisis menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 N bisa mencapai kadar etanol sebesar 13,54% (Retno dan Nuri, 2011), sedangkan pada hidrolisis menggunakan enzim hasil kadar etanol yang diperoleh lebih tinggi yaitu sebesar 19,71% (Sari, 2008). Dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa hidrolisis enzimatik lebih baik dari pada hidrolisis asam.

Jadi, dalam proses hidrolisis glukosa menggunakan campuran kapang dapat menghemat enzim yang digunakan karena enzim dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp menghasilkan aktivitas enzim selulase yang

tinggi, dan menghasilkan kadar etanol yang tinggi juga, karena konsentrasi enzim dan konsentrasi substrat (glukosa) juga termasuk faktor terpenting dalam proses fermentasi etanol. Menurut Kusuma (2010), hasil etanol yang optimal, diperlukan konsentrasi enzim tertentu untuk mengubah semua substrat menjadi produk. Hal ini berarti jumlah etanol optimal yang dihasilkan bergantung pada konsentrasi substrat (glukosa) yang akan diubah oleh enzim. Apabila konsentrasi gula terlalu tinggi maka proses fermentasi akan berlangsung lambat (Kusuma, 2010).

#### 4.4 Pemanfaatan Limbah Bagas Tebu dan Kapang sebagai Bioetanol dalam Perspektif Islam

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman tebu merupakan tanaman yang berpasangan yang mempunyai dua kandungan yaitu manfaat dan kerugian. Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Q.S. 'asy-Syu'ara [26]: 7, yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمَا أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”.

Al-Dimasyqi dalam *Tafsirnya Ibnu Katsir* (2004), makna ( زَوْج ) “berpasangan,” jadi makna ( كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ) “berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang berpasangan.” Artinya setiap tumbuhan yang diturunkan di bumi pasti mengandung dua hal yang berbeda. Tebu misalnya, disamping mengandung nilai manfaat sebagai bahan utama pembuatan gula, tetapi gula bisa menyebabkan penyakit diabetes,

dibalik itu cairan tebu dapat mengobatinya. Kapang juga mempunyai dua kandungan yaitu dari segi kerugiannya dapat menyebabkan kerusakan pada makanan, tetapi disigi manfaat yaitu sebagai mikroba yang penting dalam industri makanan. Limbah dari tanaman tebu yaitu bagas tebu juga dapat bermanfaat. Sebagaimana Allah SWT telah berfirman dalam Q.S. Shaad [38]: 27 , yang berbunyi:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ

النَّارِ

Artinya: *“Dan tidaklah kami menciptakan langit dan bumi beserta isinya dengan sia-sia. Itu adalah anggapan orang-orang kafir, Maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.”*

Menurut *Tafsir Jalalain* (2010), makna ( بَطْلًا ) “sia-sia”. Jadi maksud kalimat di atas, Allah SWT tidak akan menurunkan sesuatu di bumi ini dengan sia-sia seperti halnya limbah bagas tebu. Menurut Susanto dkk (2012), pada proses pembuatan gula dari satu pabrik dapat dihasilkan bagas tebu sekitar 35-40% dari berat yang telah digiling, jadi apabila limbah bagas tebu tidak di manfaatkan akan menjadi limbah yang mencemari lingkungan. Menurut Baarri dan Fawaid (2013), diperkirakan kandungan polisakarida mencapai lebih dari 70% yang terbagi atas selulosa (50%-55%) dan hemiselulosa (15%-20%). Limbah bagas tebu akan bermanfaat jika dikelola dengan baik, salah satunya adalah dimanfaatkan sebagai bioetanol yang ramah lingkungan.

Berdasarkan hasil dari penelitian interaksi jumlah ragi roti dan lama fermentasi terhadap kadar etanol pada fermentasi glukosa hasil hidrolisis limbah bagas tebu dengan menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp. Rata-rata kadar etanol tertinggi diperoleh dari penambahan jumlah ragi roti 3 gram dan lama fermentasi 8 hari yaitu 55,33%. Rata-rata kadar etanol terendah diperoleh dari penambahan jumlah ragi roti 1 gram dan lama fermentasi 4 hari yaitu 24,48%.

Menurut Budiyanto (2004), etanol memiliki beraneka ragam kegunaan antara lain: sebagai bahan baku pembuatan senyawa organik lain seperti asam asetat yang merupakan hasil fermentasi etanol oleh *Acetobacter acety*, etanol untuk membuat ester, etanol digunakan dalam kesehatan sebagai anti beku, kemudian etanol juga dapat digunakan sebagai bahan pelarut dalam minyak wangi. Etanol dibidang industry dapat digunakan sebagai bahan bakar, alat pemanas, penerangan atau pembantu pembangkit listrik, pelarut bahan kimia, dan obat-obatan.

Hasil ini tidak lepas dari proses hidrolisis menggunakan enzim kasar selulase dari campuran kapang *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, dan *Botrytis* sp dan proses fermentasi menggunakan ragi roti yang mana merupakan mikroorganisme. Sebagaimana Allah SWT dalam QS. Yunus [10]: 61, yang berbunyi:

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُوا مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴿٦١﴾

Artinya: “Dan kamu tidak berada dalam suatu keadaan dan tidak membaca (satu ayat) dari Al Quran maupun mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan Kami akan menjadi saksi atas kamu ketika kamu melakukannya. Dan tidak luput dari (pengetahuan) Tuhanmu biarpun sebesar dzarrah (atom) di bumi ataupun di langit. Dan tidaklah apa yang lebih kecil dari itu maupun yang lebih besar (dari itu) melainkan (tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh mahfuzh).”

Menurut *Tafsir Jalalain* (2010), menjelaskan makna ( ذَّرَّةٌ ) “dzarrah.” Kalimat ( ذَّرَّةٌ ) merupakan binatang terkecil yang disebutkan dalam al-Qur’an. Dalam konteks biologi kata ( ذَّرَّةٌ ) bisa diterjemahkan sebagai mikroorganisme yaitu kapang dan khamir, yang mana dalam penelitian ini kapang sebagai penghasil enzim selulase untuk proses hidrolisis selulosa dari bagas tebu dan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) yang berada pada ragi roti sebagai proses fermentasi etanol.