

BIOETANOL SERBUK KAYU SENGON (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) DALAM RANGKA ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN

*Sengon Wood Powder Bioethanol (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) in the Conduct of Renewable Alternative Energy*

Briyandika Pratama, Noor Mirad Sari, dan Yuniarti

Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *The purpose of this study is to analyze the volume volume of bioethanol and ethanol content produced from sengon wood powder waste. The method used is factorial RAL 3 x 3 x 3 using data analysis according to the Kolmogorov-Smirnof procedure. Based on the results obtained from measuring the volume of bioethanol from fermentation of sengon sawdust waste (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen), the highest volume was found in the A3B1 treatment of 11.091 ml with the highest average value of 9.006 ml and the lowest volume in the A1B1 treatment combination. amounting to 5,243 ml with the lowest average value of 8.191 ml. The bioethanol content of fermented sawdust from sengon wood sawdust ranged from 7.185% - 9.896% with the combination of A1B2 treatment having the lowest bioethanol content value and the combination of A3B1 treatment had the highest bioethanol content value so that the highest average value was 9.261% and an average value the lowest was 8,690%.*

Keywords : *Bioethanol; Sengon Wood; Bioethanol Volume; Bioethanol Content*

ABSTRAK. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis jumlah volume bioetanol dan kadar ethanol yang dihasilkan dari limbah serbuk kayu sengon. Metode yang digunakan yaitu RAL Faktorial 3 x 3 x 3 dengan menggunakan analisis data menurut prosedur Kolmogorov-Smirnof. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengukuran volume bioetanol hasil fermentasi limbah serbuk gergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) yaitu volume tertinggi terdapat pada perlakuan A₃B₁ sebesar 11,091 ml dengan nilai rata-rata tertinggi yaitu 9,006 ml dan volume terendah pada kombinasi perlakuan A₁B₁ sebesar 5,243 ml dengan nilai rata-rata terendah yaitu 8,191 ml. Kadar bioetanol hasil fermentasi dari limbah serbuk gergajian kayu sengon berkisar antara 7,185 % - 9,896 % dengan kombinasi perlakuan A₁B₂ memiliki nilai kadar bioetanol terendah dan kombinasi perlakuan A₃B₁ memiliki nilai kadar bioetanol tertinggi sehingga didapat nilai rata-rata tertinggi sebesar 9,261% dan nilai rata-rata terendah sebesar 8,690%.

Kata Kunci : Bioetanol; Kayu Sengon; Volume Bioetanol; Kadar Bioetanol

Penulis untuk korespondensi, surel: briyandikapratama1@gmail.com

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu dengan diiringi oleh pertumbuhan populasi manusia beserta kebutuhannya yang semakin pesat di Indonesia menyebabkan terkurasnya sumber daya alam berupa minyak bumi, sehingga perlu dicari cadangan energi yang dapat diperbarui sebagai penunjang pasokan energi. Langkah yang dapat ditempuh yaitu dengan mengubah biomassa sebagai bioethanol.

Sumber daya alam Indonesia yang melimpah dapat digunakan sebagai bahan pengolahan biomassa menjadi bioethanol yang masih belum berkembang secara

signifikan. Indonesia berpotensi menghasilkan energi alternatif berupa energi biomassa dengan perkiraan potensi mencapai 49.810 MW. Perkiraan tersebut diperoleh apabila limbah pertanian, kehutanan, perkebunan dan limbah padat perkotaan yang diproduksi per tahun mencapai 200 juta ton biomassa. Potensi yang melimpah tersebut berbanding terbalik dengan pengaplikasiannya yang hanya sebesar 302.4 MW atau sekitar 0,64 %. Pengaplikasian dari potensi biomassa yang melimpah tersebut dapat menunjang kebutuhan energi di Indonesia dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang mulai menipis (KESDM 2008).

Berbagai upaya telah lama dilakukan dalam rangka pembuatan bioethanol, bahan

dasar yang biasa digunakan adalah molasses yang merupakan tanaman palawija yang memiliki potensi sebagai bahan pangan. Upaya dalam rangka mengubah biomassa menjadi energi merupakan salah satu upaya yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi, karena dapat menkonversi limbah menjadi bahan yang bernilai. Bioteknologi diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu upaya untuk mengolah energi yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan mikroba sehingga mengurangi proses kimiawi yang telah biasa dilakukan.

Bahan baku yang mengandung ligoselulosa menarik perhatian khusus guna mengembangkan upaya dalam pengolahan energi alternatif sehingga dapat menghemat biaya produksi karena harganya yang terjangkau (Knauf dan Moniruzzaman 2004; Ragauskas *et al.* 2006; Schubert 2006). Pemanfaatan energi terbarukan diharapkan dapat menghilangkan kekhawatiran persaingan pemanfaatan tanaman untuk kebutuhan pangan. Bahan-bahan tersebut dapat dijumpai diberbagai daerah. Pengaplikasian bioethanol menjadi sumber energi juga turut andil dalam menurunkan polusi udara, dikarenakan kadar CO₂ yang dilepaskan nantinya akan ter-ubah menjadi karbon dalam energi, sehingga menghilangkan emisi gas rumah kaca (Lynd 1996; Herrera 2006; Schubert 2006; Potoenik 2007).

Bentuk pemanfaatan limbah kayu menjadi bioetanol merupakan salah satu cara untuk menurunkan besarnya limbah kayu. Pemanfaatan limbah kayu menjadi bioetanol dapat menambah nilai ekonomis dengan mengelola limbah kayu menjadi suatu produk yang bermanfaat salah satunya untuk menjadi energi alternatif masa depan yang ramah lingkungan. Teknologi pemanfaatan limbah diharapkan dapat mencegah terjadinya permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh menumpuknya limbah yang akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Oleh karena itu perlu dilakukannya bentuk pemanfaatan limbah serbuk kayu untuk mengurangi terjadinya kerusakan lingkungan dengan memanfaatkannya menjadi produk bioetanol sebagai energi alternatif yang diharapkan dapat menjadi pengganti bahan bakar yang bersumber dari fosil yang saat ini digunakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan ULM dan Laboratorium Fakultas Teknik ULM Banjarbaru. Waktu penelitian dilaksanakan ± 4 bulan, meliputi tahapan persiapan, pengambilan bahan, pengolahan dan pengujian bioetanol, pengolahan dan menganalisis data serta penyuntingan laporan (skripsi).

Adapun peralatan yang digunakan berupa neraca analitik, hotplat, baskom, kertassaring, kertaslakmus, pipettes, toples, panci kukus, kain peras, sendok, corong, labu erlenmayer, gelas ukur berukuran 5 mldan100 ml, alat destilasi,saringan, stopwach, kertas stiker, karet gelang, penanganan listrik, toples, termometer, alat dokumentasi, alat tulis dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Serbuk gergajian Kayu Sengon, Ragi Tape (*Saccharomyces cereviceae*), Aquades, LarutanAsamNitrat, DaunPisang, Urea dan *Handy Clean*.

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu kepada Susanto (2003) yang telah dimodifikasi yaitu merendam masing-masing sampel dengan air ke dalam baskom selama 2 hari hingga serbuk kayu mengendap, meniriskan serbuk dalam keadaan basah, menjemur serbuk gergajian kayu sengon, menyaring serbuk dengan menggunakan ayakan 40 dan 60 mesh, menimbang masing-masing sampel (serbuk gergaji kayu sengon) seberat 50 g membungkus serbuk dengan daun pisang dan mengukus serbuk pada suhu kurang lebih 100°C selama 30 menit, mendinginkan serbuk/sampel, kemudian memasukkan serbuk kayu ke dalam baskom dan memberikan larutan asam nitrat sebanyak 5 ml dengan konsentrasi 100%, mengaduk sampel selama 5 menit hingga rata dan mencampurkan aquades 250 ml ke dalam sampel untuk pengenceran sambil terus diaduk, menyiapkan alat penyaring yaitu kertas saring, corong dan gelas, menyaring sampel, secara berulang-ulang hingga sampel menghasilkan warna air yang bening (ph 3-4) dengan menggunakan kertas lakmus universal, mendinginkan sampel selama 15 menit, lalu memindahkan sampel ke daun pisang yang baru, menaburkan ragi (yang sudah dihaluskan) pada masing-masing sampel dengan berat 4 g, 8g dan 12 g. Membungkus serbuk kayu dengan daun

pisang dan mengikatnya dengan karet gelang lalu memasukkannya ke dalam wadah (toples) dan menutupnya dengan rapat, menyimpan masing-masing sampel ke dalam toples dengan variasi lamanya waktu adalah 4 hari, 8 hari dan 12 hari. Melakukan ulangan sebanyak 3 (tiga) kali sehingga didapatkan 27 buah sampel untuk semua perlakuan, setelah melewati variasi waktu yang ditentukan, campurkan aquades sebanyak 100 ml ke dalam sampel dan dibiarkan selama 24 jam untuk persiapan destilasi, memeras sampel hingga didapatkan sampel cair (air dan bioetanol) dan memasukkannya ke dalam labu godok, mendestilasi larutan sampel yaitu dengan tujuan untuk memisahkan antara air dan bioetanol.

Penelitian ini mengacu pada metode faktorial 3x3 dengan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial, menggunakan ulangan dengan jumlah 3 kali, sehingga dibutuhkan sampel 27 buah. Faktor-faktor yang diamati yaitu penambahan ragi dan waktu fermentasi pada proses fermentasi bioetanol dari serbuk kayu sengon. Pengamatan dilakukan terhadap hasil yang meliputi jumlah volume bioetanol (ml) dan kadarnya (%). Berdasarkan Perrin dan Armarego (1986)

perhitungan kedua faktor pengamatan tersebut dapat dihitung dengan rumus:

1. Volume Etanol

$$\text{Volume Etanol} = \frac{95.5}{100} \times \text{Hasil Destilasi (ml)}$$

Dimana 95,5% = kadar alkohol pada titik azeotropik

2. Kadar Etanol

$$\% \text{ Etanol} = \frac{\text{Volume Etanol}}{\text{Volume Hasil Pengunduhan}}$$

Data hasil pengujian dianalisis terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian normalitas data menurut prosedur Kolmogorov-Smirnov dan juga uji Homogenitas data menurut prosedur Bartlett. Jika data hasil pengujian sudah dalam bentuk normal dan homogen, maka dapat dilanjutkan dengan analisis keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variable yang diteliti (nilai pengurangan berat). Analisis keragaman dapat dilihat pada Tabel 1 (Hanafiah 2014).

Tabel 1. Analisis Keragaman Rancangan Acak Lengkap dengan Pola Faktorial

| Sumber keragaman | Derajat Bebas | JK | KT | F hitung | F table | |
|------------------|---------------|------|------|----------|---------|-----|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Perlakuan | (ab-1) | JKP | KTP | KTP/KTG | | |
| Faktor-A | (a-1) | JKA | KTA | KTA/KTG | | |
| Faktor-B | (b-1) | JKB | KTB | KTB/KTG | | |
| A x B | (a-1)(b-1) | JKAB | KTAB | KTAB/KTG | | |
| Galat | (r-1)(a-b) | JKG | KTG | | | |
| Total | (nab - 1) | JKT | | | | |

Catatan :

F Hitung > F Tabel (5 %) = Berpengaruh Nyata *

F Hitung > F Tabel (1 %) = Berpengaruh Sangat Nyata **

Keterangan:

$$FK = \frac{\sum(Y_{..})^2}{Tr}$$

$$JKT = \sum (Y_{ij})^2 - FK$$

$$JKP = \frac{\sum(Y_{i.})^2}{r} \times FK$$

$$JKG = JKT - JKP$$

Keterangan:

FK = Faktor Koreksi

JKP = Jumlah Kuadrat Perlakuan

JKG = Jumlah Kuadrat Galat

JKT = Jumlah Kuadrat Tengah

KTP = Kuadrat Tengah Perlakuan

KTG = Kuadrat Tengah Galat

F Hitung < F Tabel (5 %) = Tidak Berpengaruh Nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Bioetanol

Hasil penelitian tentang volume bioetanol dari fermentasi kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) dengan penambahan

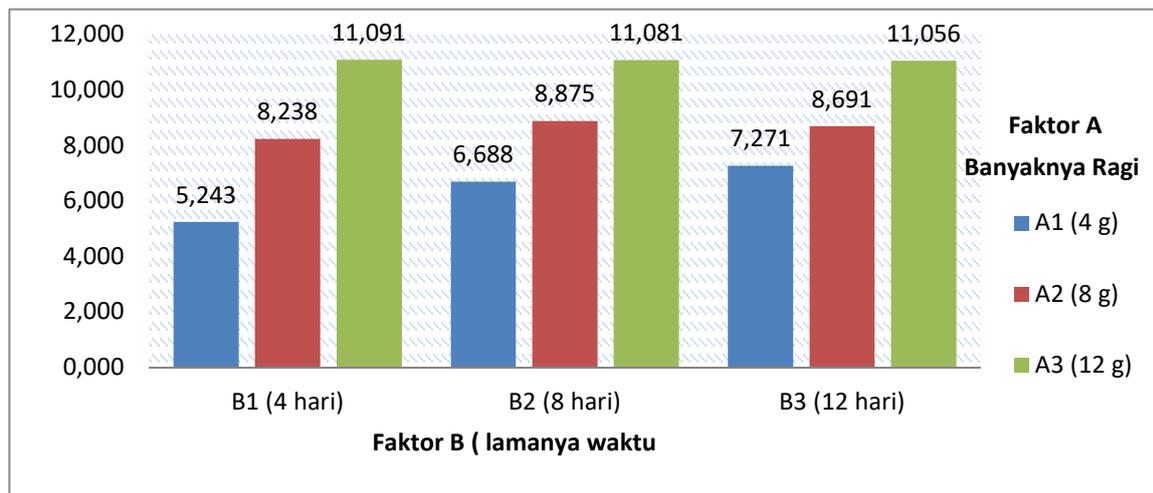
ragi yang diberikan sebesar 4 gram, 8 gram, dan 12 gram dan waktu fermentasi selama 4 hari, 8 hari, dan 12 hari dapat dilihat pada lampiran. Data rata-rata hasil pengujian volume bioetanol (ml) dan lamanya waktu fermentasi disajikan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2. Volume bioetanol (ml) hasil fermentasi gergaji serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

| Faktor A (banyaknya ragi) | Faktor B (Lamanya fermentasi) | | | Rata rata |
|------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|-----------|
| | B1 (4 hari) | B2 (8 hari) | B3 (12 hari) | |
| A1 (4 g) | 5,243 | 6,688 | 7,271 | 6,401 |
| A2 (8 g) | 8,238 | 8,875 | 8,691 | 8,601 |
| A3 (12 g) | 11,091 | 11,081 | 11,056 | 11,076 |
| Rata rata | 8,191 | 8,882 | 9,006 | 8,693 |

Nilai volume bioetanol hasil fermentasi pada tabel 3 untuk nilai terbesar terdapat pada kombinasi perlakuan A₃B₁ dengan nilai 11,091 ml dengan nilai rata-rata terbesar yaitu 9,006 dan nilai volume bioetanol hasil fermentasi terkecil terlihat pada perlakuan A₁B₁ yaitu dengan nilai 5,243 ml dengan nilai rata-rata terkecil yaitu 8,191. Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata banyaknya hasil bioetanol pada faktor banyaknya ragi (A) terus meningkat seiring dengan penambahan ragi.

Penambahan ragi sebanyak 12 gram dan waktu fermentasi selama 4 hari merupakan puncak perkembangan mikrobial, karena pada fase tersebut mikroorganisme membelah dengan cepat, setiap sel memiliki kemampuan untuk bereproduksi dan tidak terjadi hambatan untuk pertumbuhannya sehingga dalam keadaan seperti ini mikrobial yang ada di dalam ragi jumlahnya akan semakin banyak di dalam substrat (Jodoamidjojo *et al.*, 1989). Nilai rata-rata volume bioetanol dari fermentasi gergaji serbuk kayu sengon dapat dilihat secara grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik volume bioetanol (ml) hasil fermentasi gergaji serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Gambar 3 menunjukkan volume bioetanol dengan banyaknya ragi 4 gram terhadap lamanya waktu fermentasi pada waktu hari ke 4 sampai hari ke 12 terjadi peningkatan. Hal

ini disebabkan pada perlakuan pertama jumlah cadangan makanan cukup untuk berkembang biakan mikroba dan kurangnya pesaing mikroba dalam memperebutkan

makanan. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi berbanding lurus dengan volume bioetanol (Lieke 2007). Perlakuan kedua dengan banyaknya ragi 8 gram masih menunjukkan adanya peningkatan dari hari ke 4 sampai hari ke 12 tetapi tidak terlalu signifikan seperti pada perlakuan pertama. Hal ini diduga karena mikroba masih dalam tahap fase adaptasi dan keadaan atau kondisi media kurang mendukung untuk perkembangbiakan mikroba sehingga hasil yang didapatkan mengalami peningkatan yang kurang signifikan.

Perlakuan ketiga dengan jumlah ragi sebanyak 12 gram menunjukkan volume bioetanol mengalami penurunan dari hari ke 4 sampai hari ke 12. Menurut Lieke (2007) dapat diketahui semakin lama proses fermentasi volume bioetanol akan semakin meningkat sampai batas waktu tertentu dan mengalami penurunan. Perkembang biakan mikroba pada proses fermentasi mempunyai lama waktu optimal selama 2 sampai 15 hari (Kadambini 2006). Peningkatan nilai rata-rata volume hasil bioetanol pada faktor A dari jumlah ragi sebanyak 4 gram dan 12 gram yaitu rata-rata sebesar 4,675 ml. Besarnya peningkatan nilai rata-rata volume hasil bioetanol ini dihasilkan dari peningkatan nilai banyaknya dari ragi 4 gram ke 8 gram dengan rata-rata 2,200 ml dan dari banyaknya ragi 8 gram ke 12 gram dengan rata-rata 2,475 ml.

Terjadinya peningkatan nilai volume bioetanol yang diperoleh dari faktor A disebabkan karena dengan semakin banyaknya ragi yang ditambahkan maka semakin banyak mikroba (khamir) memproduksi enzim-enzim untuk merombak

glukosa menjadi etanol sebagai hasil metabolit primernya dan semakin cepat pula fase adaptasi yang dilalui atau dihadapi. Hal ini diperkuat oleh pendapat Fardiaz (1992), bahwa faktor yang mempengaruhi lamanya fase adaptasi adalah medium dan lingkungan pertumbuhan, dan jumlah inoculum, dimana dengan jumlah sel awal yang semakin tinggi akan mempercepat fase adaptasi sehingga waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan sel dan pembentukan produk adalah semakin besar. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba salah satunya yaitu suhu karena pada masing-masing jasad renik mempunyai suhu optimum, minimum, dan maksimum untuk pertumbuhannya. Hal ini disebabkan di bawah suhu minimum dan di atas suhu maksimum, aktivitas enzim akan berhenti, bahkan pada suhu yang terlalu tinggi akan terjadi denaturasi enzim, Waluyo (2007).

Hasil rata-rata volume bioetanol pada faktor B (waktu fermentasi) juga menunjukkan kenaikan dengan bertambahnya waktu fermentasi yang digunakan. Lamanya waktu fermentasi berpengaruh terhadap jumlah kadar bioetanol yang dihasilkan. Penelitian lain dengan bahan baku dari limbah serbuk gergajian kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri* T et B) dengan jumlah ragi dan variasi waktu yang berbeda menunjukkan volume bioetanol yang dihasilkan terdapat pada jumlah ragi yang terbanyak (15 gram) dan lamanya waktu (5 hari) sebanyak 7,290 ml Susanto (2003). Hasil perhitungan analisis sidik ragam pada volume bioetanol hasil waktu fermentasi serbuk gergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis sidik ragam volume bioetanol hasil fermentasi

| Sumber Keragaman | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------|---------|-----------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Perlakuan | 8 | 105,659 | 13,207 | 4,950 | ** | 2,51 3,71 |
| A | 2 | 98,473 | 49,237 | 18,454 | ** | 3,55 6,01 |
| B | 2 | 3,470 | 1,735 | 0,650 | tn | 3,55 6,01 |
| Interaksi AB | 4 | 3,716 | 0,929 | 0,348 | tn | 2,93 4,58 |
| Galat | 18 | 48,024 | 2,668 | | | |
| Total | 26 | 153,684 | | | | |

Keterangan: ** = Berpengaruh sangat nyata
tn = Tidak berpengaruh nyata

Hasil analisis sidik ragam pada perlakuan faktor A (banyaknya ragi) berpengaruh sangat

nyata terhadap volume bioetanol sedangkan faktor B tidak berpengaruh nyata terhadap

volume bioetanol hasil fermentasi. Faktor B tidak berpengaruh nyata diduga karena dengan ketiga perlakuan yang masing-masing memiliki perbedaan waktu 4 hari, waktu fermentasi yang diberikan dianggap sama sehingga tidak berpengaruh terhadap volume bioetanol yang dihasilkan.

Kadar Bioetanol

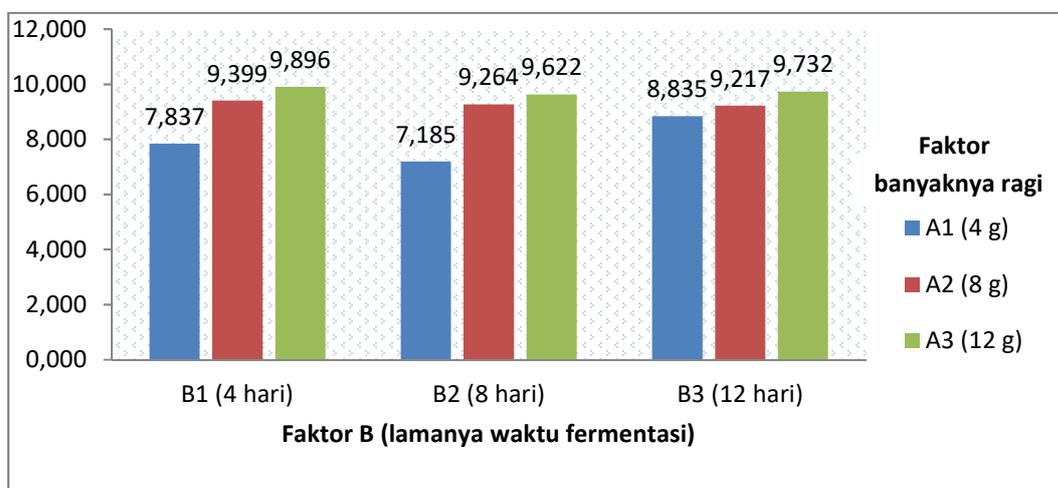
Hasil penelitian pada kadar bioetanol hasil fermentasi dari serbuk gergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) pada masing-masing perlakuan dengan banyaknya ragi 4 gram, 8 gram, dan 12 gram dan variasi waktu fermentasi 4 hari, 8 hari, dan 12 hari ditunjukkan pada lampiran dan disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar bioetanol (%) hasil fermentasi limbah gergaji serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

| Faktor A (Banyaknya ragi) | Faktor B (Lamanya fermentasi) | | | Rata rata |
|------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
| | B1 (4 hari) | B2 (8 hari) | B3 (12 hari) | |
| A1 (4 g) | 7,837 | 7,185 | 8,835 | 7,953 |
| A2 (8 g) | 9,399 | 9,264 | 9,217 | 9,293 |
| A3 (12 g) | 9,896 | 9,622 | 9,732 | 9,750 |
| Rata rata | 9,044 | 8,690 | 9,261 | 8,999 |

Tabel 3 menunjukkan nilai kadar bioetanol hasil fermentasi tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan A₃B₁ yaitu dengan nilai 9,896% dengan nilai rata-rata tertinggi yaitu 9,261 dan nilai yang terendah terjadi pada

kombinasi perlakuan A₁B₂ yaitu dengan nilai 7,185% dengan nilai rata-rata terendah yaitu 8,690. Nilai kadar bioetanol hasil fermentasi pada setiap perlakuan dapat dilihat secara grafik pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik kadar bioetanol (%) hasil fermentasi limbah gergaji serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Nilai rata-rata kadar bioetanol yang dihasilkan faktor banyaknya ragi (A), mengalami peningkatan seiring pertambahan bobot ragi yang diberikan dengan nilai rata-rata 1,797% dari faktor penambahan ragi 4 gram ke 12 gram. Peningkatan kadar bioetanol hasil fermentasi dari faktor penambahan ragi 4 gram ke 8 gram memperoleh nilai rata rata 1,340%,

sedangkan penambahan ragi 8 gram ke 12 gram memiliki nilai rata rata kadar bioetanol sebesar 0,457%. Peningkatan tersebut dipengaruhi volume bioetanol yang diperoleh, yaitu sebanding dengan kadar bioetanol. Banyaknya sel (ragi) awal yang diinokulasikan dalam sampel akan menghabiskan oksigen yang ada sebelum respirasi anaerob untuk menghasilkan bioetanol. Sehingga, semakin

banyak ragi yang diinokulasikan maka semakin cepat pula waktu untuk menghabiskan oksigen dan proses adaptasi sehingga produk metabolismenya lebih awal terbentuk (Waluyo 2007).

Nilai rata-rata kadar bioetanol pada faktor waktu fermentasi (B) mengalami peningkatan dari hari ke 4 sampai ke 12 yaitu rata-rata sebesar 0,221% sedangkan pada waktu fermentasi hari ke 4 dengan hari ke 8 mengalami penurunan sebesar -0,350% dan meningkat kembali pada waktu fermentasi hari ke 8 dengan hari ke 12 sebesar 0,571%. Peningkatan rata-rata kadar bioetanol ini karena adanya pertambahan lama waktu fermentasi yang memberikan waktu bagimikrobia untuk mengubah susunan substratnya. Sutariningsih dan Yuni (1989) melalui grafik hubungan pertambahan waktu inkubasi terhadap hasil fermentasi yaitu antara keduanya memiliki hubungan yang berbanding lurus. Namun, ada faktor keterbatasan dari mikrobia untuk memperoleh produk metabolitnya setiap proses biokonversi berlangsung, seperti yang berkenaan langsung dengan teknologi pengunduhan.

Perlakuan A₃B₁ menghasilkan nilai kadar bioetanol tertinggi daripada perlakuan A₃B₃. Hasil itu berarti bahwa dari ketiga perlakuan pada faktor A, ternyata jumlah ragi yang sebesar 12 gram akan mampu menghasilkan kadar bioetanol hasil fermentasi secara optimum pada waktu fermentasi selama 4

hari. Kombinasi perlakuan A₃B₃ jumlah ragi awal sebesar 12 gram memakai waktu lebih lama dari sebelumnya, hal ini akan menyebabkan penggandaan jumlah populasi khamir dengan pesat sebagai akibat pertumbuhan massa selnya yang paling besar sehingga kondisi ini akan mempercepat perubahan terhadap kondisi lingkungan media seperti jumlah nutrisi yang tersedia, suhu, kelembapan, pH, dan hasil metabolit utama maupun sampingan yang dapat bersifat racun atau penghambat perombakan mikrobia. Apabila sudah terbentuk lingkungan yang tidak mendukung untuk pertumbuhan khamir, maka kemungkinan khamir mengalami fase kematian dan berpotensi tumbuhnya mikrobia lain di dalam media. Waluyo (2007)

Bioetanol yang diperoleh dalam proses fermentasi gula monosakrida akan menghambat kegiatan enzim alkohol dehydrogenase *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Fardiaz (1992), bahwa proses fermentasi pada sistem sekali pengunduhan tidak terjadi pertambahan nutrisi selama fermentasi, oleh sebab itu pertumbuhan eksponensial hanya berlangsung selama beberapa generasi. Hal ini berarti, fase eksponensial yang singkat maka fase selanjutnya adalah fase kematian sehingga faktor waktu yang terlalu lama akan mendukung proses pembusukan. Hasil analisis sidik ragam kadar bioetanol hasil fermentasi kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis sidik ragam kadar bioetanol (%) hasil proses fermentasi limbah serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

| Sumber Keragaman | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | Fhitung | F tabel | |
|------------------|---------------|----------------|----------------|---------|---------|-----------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Perlakuan | 8 | 20,023 | 2,503 | 1,874 | tn | 2,51 3,71 |
| A | 2 | 15,713 | 7,857 | 5,882 | * | 3,55 6,01 |
| B | 2 | 1,495 | 0,748 | 0,560 | tn | 3,55 6,01 |
| Interaksi AB | 4 | 2,814 | 0,704 | 0,527 | tn | 2,93 4,58 |
| Galat | 18 | 24,044 | 1,336 | | | |
| Total | 26 | 44,067 | | | | |

Keterangan : *= berpengaruh nyata
tn= tidak berpengaruh nyata

Tabel di atas menunjukkan bahwa faktor A memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar bioetanol hasil fermentasi dan pada faktor B dan interaksi AB tidak berpengaruh nyata terhadap kadar etanol hasil fermentasi.

Hal ini menunjukkan bahwa bayaknya waktu fermentasi pada penelitian ini belum mencapai waktu yang optimal. Pendapat lain menurut (Sari *et al.*, 2008) menyatakan bahwa lamanya waktu fermentasi yang baik

untuk pembuatan bioetanol adalah 3 hari. Penambahan tingkat pemberian banyaknya ragi dan lamanya waktu fermentasi benar-benar berpengaruh dalam peningkatan dan penurunan nilai kadar bioetanol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Nilai volume bioetanol hasil fermentasi dari limbah serbuk gergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) yaitu volume tertinggi pada perlakuan A₃B₁ sebesar 11,091 ml dan volume terendah pada kombinasi perlakuan A₁B₁ sebesar 5,243 ml dengan nilai rata-rata yaitu 8,191 ml sedangkan nilai kadar bioetanol hasil fermentasi dari limbah serbuk gergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) berkisar antara 7,185 % - 9,896 % dengan kombinasi perlakuan A₁B₂ memiliki nilai kadar bioetanol terendah dan kombinasi perlakuan A₃B₁ memiliki nilai kadar bioetanol tertinggi sehingga didapat nilai rata-rata sebesar 8,690% .

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pemurnian etanol yang dihasilkan. Ada kemungkinan peningkatan kadar etanol setelah dilakukan pemurnian etanol. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode yang sesuai dengan sampel yang akan digunakan, sehingga kadar bioetanol yang dihasilkan dapat maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Fardiaz, S.1992. Mikrobiologi Pangan 1, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Jodoamidjojo, R. M., E. G., Said dan L. Hartoto. 1989. Biokonversi. Bogor. Pusat Antar Universitas Bioteknologi
- Kadambini. 2006. *Process Optimization For The Production of Ethanol Via Fermentation*. Deemed University. Patiala

KESDM. 2008. "Peta Potensi Limbah Biomassa Pertanian dan Kehutanan Sebagai Basis Data Pengembangan Energi Terbarukan." *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan* 12.2):123-130.

Knauf, M. And M. Moniruzzaman. 2004. Lignocellulosic Biomnass Processing: A Derspective. Intl. Sugar J. 106 (1263): 147-150

Lieke. 2007. Teknologi fermentasi. Yogyakarta : Graha Ilmu

Lynd, L.R. 1996. Overview and Evaluation Of Fuel Ethanol from Cellulosic Biomass : Technology, economics, the environment, and policy Ann. Rev. Energy Environ. 21: 403-465

Perrin, D.D.,and Armagero W, L. 1988. *Purification of Laboratory Chemicals*. Edisi III. Pergamon Press Ple. Oxford. United Kingdom.

Sari, I. M., Noverita dan Yulneriwarni. 2008. *Pemanfaatan Jerami Padi dan Alamgalang dalam Fermentasi Etanol Menggunakan Kapang Trichoderma viride dan khamir Saccharomycess cerevisiae*. Vis Vitalis.5 (2) : 55-62

Sutariningsih, S. E. & Yuni, S. 1989. Biokonversi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi UGM. Yogyakarta.

Susanto E. 2003. *Pengaruh Variasi Penambahan Ragi dan Lamanya Waktu Fermentasi Terhadap Hasil Fermentasi Etanol dari Serbuk Gergajian Kayu Ilin (Eusideroxylon zwageri T et B)*. Universitas Lambung Mangkuat. Banjarbaru. (skripsi)

Waluyo L. 2007. *Mikrobiologi Umum*. UMM Press. Malang