PENGARUH PENAMBAHAN KONSENTRASI *SACCAROMYCES CEREVISIAE* TERHADAP PRODUKSI BIOETANOL DARI LIMBAH BIOMASSA PELEPAH SAWIT

Maya Ratna Sari[1)]; David Andrio[2)]; Sri Rezeki Muria[3)]

[1)]Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau

[2)]Dosen Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau

[3)] Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. H.R Soebrantas Km 12,5, Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : mayanababan45@gmail.com

ABSTRACT

Oil palm frond juice (OPFJ) has the potential as a promising bioethanol forming substrate because of the simple high sugar composition with a total COD content of 36.364 g / L. In this study, the microorganisms used were S. cerevisiae, the best fungi for bioethanol fermentation This study aims to determine the effect of inoculum concentration of S. cerevisae on the fermentation of the oil palm frond juice (OPFJ) for the process of bioethanol formation, allowance for COD, formation for Volatile Suspended Solid (VSS).The study was conducted using 250 ml erlenmeyer with a working volume of 150 ml with a ratio of S.cerevisae as much as 10%; 20%; 30% and 40% (v/v) with a OPFJ substrate content; 90%; 80%: 70% and 60% (v/v) at 100 rpm for 72 hours. Based on the results of the study, the highest efficiency of COD dissolved as a 50%, respectively. VSS growth is 168 m/L/hour with efficiency of growth is 41% through Reactor R1 (S.cerevisiae: Substrate = 30:70). It produces the highest bioethanol formation with the 10 % addition of S. cerevisiae (v/v) of 25,42 mg/L with the efficiency of bioethanol formation is 83% with stirring 100 rpm at 48 hours.

***Keywords** : Fermentation, Bioethanol, Juice Oil Palm Fronds, Saccaromyces cerevisiae*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) di berbagai negara di dunia dalam beberapa tahun terakhir ini mengalami peningkatan tajam, tidak hanya pada negara-negara maju saja, tetapi juga di negara berkembang termasuk Indonesia (Susanti dkk., 2011). Lebih dari 80% kebutuhan energi tersebut dipenuhi oleh bahan bakar fosil yang berasal dari minyak bumi dan gas alam (Isa dan Kusmiati, 2013). Peningkatan kebutuhan bahan bakar fosil ini menyebabkan penurunan cadangan minyak dunia sehingga bahan bakar fosil menjadi langka dan harganyapun semakin meningkat. Salah satu upaya untuk mengurangi konsumsi masyarakat terhadap BBM adalah memanfaatkan energi alternatif terbarukan. Salah satu energi alternatif terbarukan dan ramah lingkungan adalah bioetanol (Byadgi dan Kalburgi., 2015). Bioetanol merupakan sumber energi alternatif yang terbuat dari proses fermentasi bahan-bahan alami oleh bantuan mikroorganisme (Jeon,2007).

Saat ini banyak ditemukan pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar campuran (aditif) dari bensin yang sering disebut dengan gasohol E-10.Gasohol E-10 merupakan campuran antara bensin dengan 12-25% bioetanol murni (Byadgi dan Kalburgi, 2015). Karena bioetanol memiliki senyawa alkohol yang ramah lingkungan dan dapat terurai (*biodegradable*) (Ramu, 2015), maka berpotensi untuk dijadikan energialternatif.

Menurut Srimachai dkk., 2013 bahan baku generasi pertama pembuatan bioetanol lebih banyak bersumber dari tanaman yang mengandung pati seperti jagung dan gandum. Namun, seiring berkembangnya teknologi muncullah generasi kedua bioetanol yaitu yang berasal dari biomassa, salah satunya pelepah sawit. Umumnya, limbah pelepah sawit dibiarkan begitu saja membusuk tanpa ada perlakuan pengolahan. Oleh sebab itu, perlunya pengolahan lebih lanjut pelepah sawit, sehingga diperoleh manfaat dengan aplikasi dan nilai ekonomi yang tinggi karena tidak mengganggu sumber makanan (Saad dkk., 2011). Menurut Zahari dkk (2012) komposisi gula tersebar hampir merata diseluruh tangkai PS dengan jumlah total rata-rata yaitu sebesar 76,09 g/l. JPS juga mengandung glukosa, sukrosa, dan fruktosa masing-masing sebesar 48 g/l; 10 g/l; dan 3 g/l (Abdullah dkk., 2015). Dikarenakan JPS dapat memberikan nutrisi yang baik untuk pertumbuhan bakteri selama fermentasi karena adanya jumlah gula yang tinggi (glukosa, sukrosa, dan fruktosa), mineral dan nutrisi maka memiliki potensi untuk digunakan sebagai substrat poli (3-hidroksibutirat) dan bioetanol (Zahari dkk., 2012, 2014).

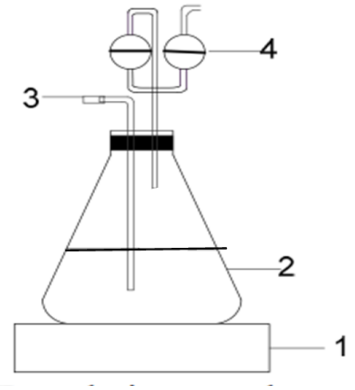
Secara kimiawi bioetanol dikenal sebagai etil alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme seperti: *Neurospora, monila, Paecilomyces, dan Fusarium sp, S. cerevisiae* (Umamaheswari dkk., 2010). Biasanya *S. cerevisiae* dipilih untuk produksi bioetanol karena sangat baik dalam melakukan fermentasi dan kemampuannya untuk tumbuh dengan cepat dibawah kondisi anaerobik (Manurung, 2016) dan efisiensi tinggi dalam fermentasi gula menjadi bioetanol (Lee dan Hali, 2014). Roehr (2000) menyatakan, pH pertumbuhan *S. cerevisiae* yang baik antara 3,5 – 6,0 dan waktu kerja optimal *S. cerevisiae* selama 24 sampai 72 jam (Wahonom dkk., 2011).

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi inokulum *S.cerevisiae* pada fermentasi JPS terhadap proses pembentukkan bioetanol dengan rasio 10%; 20%; 30% dan 40% (v/v). Fermentasi dilakukan pada suhu ruangan dan pengadukkan 100 rpm selama 72 jam (Wardani, 2013).

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari mesin *press* tebu konvensional; gelas ukur; autoclave, oven, *furnace*, inkubator, timbangan digital, alat-alat gelas, pH universal, *Erlenmeyer* 250 ml. Rangkaian bioreaktor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian bioreaktor penelitian. (1)*shaker*, (2*) erlenmeyer flask*; (3) titik sampling; (4) leher angsa (*air sealer*)

Substrat yang digunakan adalah jus pelepah sawit (JPS) dan dapat dilihat karakteristiknya pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Substrat Jus Pelepah Sawit

Parameter[a]	Nilai[a]
pH	5
VSS	45.264
COD Terlarut	2.000

[a]= Semua parameter dalam mg/L, kecuali pH

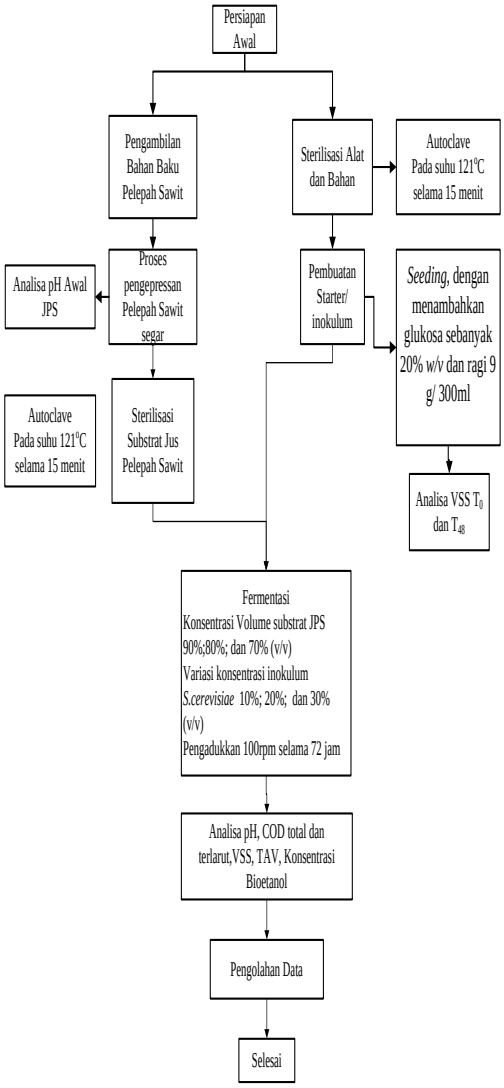
Sumber : Hasil karakteristik

Inokulum yang digunakan adalah *Saccaromyces cerevisiae* yang berasal dari ragi roti. Bahan-bahan kimia lain

yang digunakan adalah untuk keperluan analisa sesuai dengan metode analisa SM 5220 C untuk COD dan SM 2540 D untuk VSS.

2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Dimulai dari persiapan alat dan bahan kemudian dilakukan uji karakteristik awal untuk substrat, *seeding*, dan proses fermentasi. Penelitian dilakukan secara duplo dengan menggunakan tiga buah reaktor untuk tiga variasi penambahan inokulum *Saccaromyces cerevisiae.*

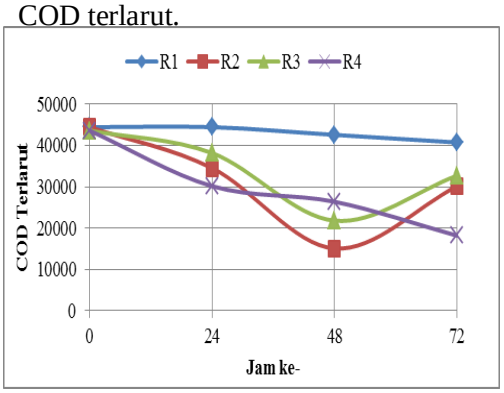


Gambar 2. Diagram Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi *S.cerevisiae* Terhadap Penyisihan COD Terlarut

Hasil analisis COD terlarut dilakukan untuk menggambarkan penyisihan substrat yang terdapat dalam reaktor, dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, pada masing-masing reaktor terlihat pola penyisihan bahan organik, diketahui konsentrasi COD terlarut mengalami penurunan pada semua reaktor pada jam ke-0 hingga jam ke-72 kecuali Reaktor R3, yang menandakan kandungan organik yang terdapat didalam substrat mulai dicerna oleh mikroorganisme (Gerardi, 2003). Pada Reaktor R3 dengan penambahan *S.cerevisiae* 30% (v/v) mengalami kenaikkan COD terlarut pada jam ke-72. Hal ini menandakan adanya senyawa kompleks yang tidak terlarut menjadi senyawa polimer yang terdapat pada JPS dan degradasi mikroorganisme yang mati pada proses adaptasi dengan lingkungan baru, sehingga meningkatkan konsentrasi COD terlarut.



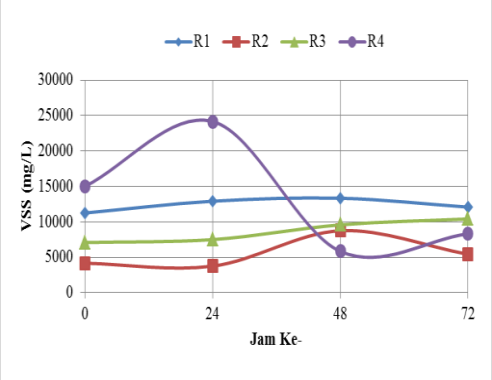
Keterangan:

R1: *S. cerevisiae* : substrat = 10 : 90
R2: *S. cerevisiae* : substrat = 20 : 80
R3: *S. cerevisiae* : substrat = 30 : 70
R4: *S. cerevisiae* : substrat = 40 : 60

Gambar 3. Grafik hubungan variasi penambahan *S. cerevisiae* pada substrat jus pelepah sawit terhadap COD terlarut pada tahap Penelitian Utama

3.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi *S.cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan *Volatile Suspended Solid* (VSS)

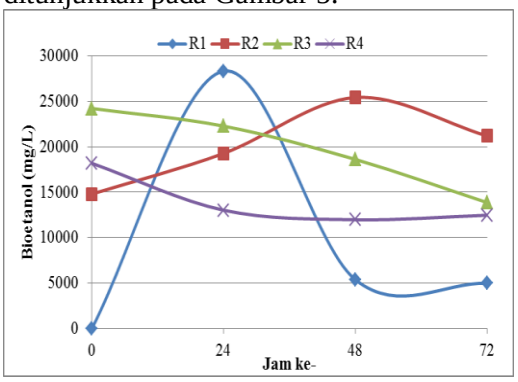
Analisa VSS dilakukan untuk menggambarkan pertumbuhan *S.cerevisiae* yang terdapat dalam reaktor. Berdasarkan Gambar 4**,** pada jam ke-0 hingga jam ke-48 terjadi peningkatan konsentrasi VSS pada semua reaktor kecuali pada rekator R3. Hal ini mengindikasikan bahwa *S.cerevisiae* bekerja dengan baik dalam mendegradasi substrat JPS. Selain itu, terjadinya fase eksponensial dimana perubahan sangat cepat terhadap konsentrasi *S.cerevisiae*. kondisi ini tergantung terhadap konsentrasi nutrient yang ada. Pada reaktor R1 dan R3 terjadi penurunan konsentrasi VSS pada jam ke-72 yang disebabkan karena pertumbuhan *S.cerevisiae* telah memasuki *death phase* atau fase kematian dimana kondisi nutrient substrat JPS mulai habis sehingga konsentrasi *S.cerevisiae* yang tumbuh semakin lambat dan tidak ada penambahan konsentasi *S.cerevisiae* yang dapat mengubah substrat menjadi bioetanol, sehingga nilai VSS yang dihasilkan cenderung turun**.** Wahono dkk., (2011) menyatakan bahwa waktu kerja optimal *S.cerevisiae* adalah selama 72 jam, setelah jam ke-72 proses fermentasi telah selesai dilakukan karena *S.cerevisiae* telah mati, sehingga apabila proses fermentasi dilanjutkan tidak akan berjalan efektif.



Gambar 4. Grafik hubungan variasi penambahan *S. cerevisiae* pada substrat jus pelepah sawit terhadap VSS pada tahap Penelitian Utama

3.3 Pengaruh Konsentrasi *S.cerevisiae* terhadap Pembentukkan Bioetanol dari Substrat Jus Pelepah Sawit (JPS)

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi inokulum *S.cerevisiae* terhadap pembentukkan bioetanol yang dihasilkan. Variasi dilakukan dengan tiga ratio yaitu penambahan konsentrasi *S. cerevisiae* masing-masing sebesar 10%, 20%, 30% dan 40% (v/v) dan substrat JPS sebesar 90%, 80%, 70% dan 60% (v/v). Pengujian bioetanol dilakukan menggunakan Gas Chromotografi (GC) dengan satuan mg/L yang mempresentasikan konsentrasi bioetanol dalam larutan. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh dari masing-masing reaktor ditunjukkan pada Gambar 5.



Keterangan:
R1: *S. cerevisiae* : substrat = 10 : 90
R2: *S. cerevisiae* : substrat = 20 : 80
R3: *S. cerevisiae* : substrat = 30 : 70
R4: *S. cerevisiae* : substrat = 40 : 60

Gambar 5. Grafik hubungan variasi penambahan *S. cerevisiae* pada substrat jus pelepah sawit terhadap pembentukkan bioetanol pada tahap Penelitian Utama

Berdasarkan Gambar 5 pada Reaktor R1 menunjukkan bahwa konsentrasi bioetanol dari jam ke 0 sampai jam ke-48 mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan terjadinya proses fermentasi yang berarti pada tahap ini substrat dari JPS dikonversi menjadi bioetanol (Christy dkk., 2014).

Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi bioetanol adalah penambahan konsentrasi *S.cerevisiae*. Konsentrasi bioetanol semakin meningkat dengan meningkatnya

penambahan konsentrasi *S.cerevisiae* (Wardani, 2013). Namun, dari hasil penelitian ini diperoleh data dengan penambahan 10% (v/v) *S.cerevisiae* menghasilkan bioetanol yaitu 25.415 mg/L/Jam yang lebih tinggi daripada penambahan konsentrasi inokulum 40% (v/v). Hal ini dikarenakan konsentrasi nutrisi yang tersedia tidak sebanding dengan konsentrasi *S.cerevisiae*, sehingga *S.cerevisiae* kekurangan makanan yang mengakibatkan kinerja *S.cerevisiae* menurun dan mengakibatkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga akan menurun (Nasrun, 2015). Berdasarkan nutrisi untuk pertumbuhan dan aktivitas *S.cerevisiae* terpenuhi pada proses fermentasi, sehingga dapat menghasilkan bioetanol yang tinggi. Kadar bioetanol yang tinggi dapat dihasilkan dari pemberian mikroorganisme yang optimal. Laju pembentukkan dan persentase peningkatan bioetanol serta beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan juga menunjukkan peningkatan konsentrasi bioetanol seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Nilai Bioetanol pada Penelitian Utama

Reaktor	Bioetanol *in*	Bioetanol *out*	Laju Pembentukkan (mg/L/Jam)	Efisiensi Peningkatan (%)
R1	28325	4975	847	83
R2	25415	14792	443	43
R3	24211	13853	431	42
R4	18172	11961	259	33

Keterangan:
R1: *S. cerevisiae* : substrat = 10 : 90
R2: *S. cerevisiae* : substrat = 20 : 80
R3: *S. cerevisiae* : substrat = 30 : 70
R4: *S. cerevisiae* : substrat = 40 : 60

Tabel 3. Perbandingan Persentase Peningkatan Bioetanol

Peneliti	Substrat	Inokulum	Konsentrasi Max Bioetanol (mg/L)	Efisiensi Bioetanol (%)
Farias dkk (2014)	Jus Sorgum Manis	*S.cerevisiae*	72,42	94
Wardani dkk (2013)	Tetes Tebu	*S.cerevisiae*	87.92	85
Abdullah dkk (2015)	Jus Pelepah Sawit	*S.cerevisiae*	18,67	75
Srimachai dkk (2015)	Jus Pelepah Sawit	*S.cerevisiae*	11.50	77
Penelitian ini (2019)	Jus Pelepah Sawit	*S.cerevisiae*	28,33	83

Berdasarkan Tabel 3 perbandingan dengan bahan bahan baku lainnya menggunakan *S.cerevisiae*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa JPS memiliki potensi sebagai substrat non-makanan fermentasi bioetanol. Hal ini dikarenakan pemanfaatan gula dan

bioetanol hasilnya yang sebanding dengan bahan baku lainnya seperti jus sorgum manis dan tetes tebu.

4. Kesimpulan

Variasi penambahan konsentrasi inokulum *S.cerevisiae* berpengaruh terhadap pembentukan bioetanol yang berasal dari substrat jus pelepah sawit, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu penambahan konsentrasi *S.cerevisiae* berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan COD terlarut, pembentukan VSS, dan bioetanol pada proses fermentasi. Efisiensi tertinggi penyisihan COD terlarut sebesar 50%, pertumbuhan VSS sebesar 168 mg/L/jam melalui reaktor R1 (Penambahan *S.cerevisiae* : Substrat JPS = 10%:90% v/v), dan konsentrasi bioetanol tertinggi sebesar 83% diperoleh melalui reaktor R1 (Penambahan *S.cerevisiae* : Substrat JPS = 10%:90% v/v) pada jam ke-48.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, S.S., Shirai, Y., Bahrin, E.K., Hasa, M,A., 2015. Fresh Oil Palm Frond Juice As a Renewable, Non-food, Non-cellulosic and Complete Medium for Direct Bioethanol Production. *Industrial Crops and Products. 63, 357-361.*

Andrio, D., Handajani, M., dan Syafila, M., 2012. The potential of ethanol production from high strength organic wastewater on acidogenic phase: a preliminary study. *The 5th AUN/SEED-net regional conference on global environment,* Bandung, November 21st-22nd 2012.

Byadgi, A.S., Kalburgi, B.P., 2015. Production of Bioethanol from Waste Newspaper. *Procedia Environmental Sciences, Vol.35, Hal.555-562.*

Christy, M. P., Gopinath, L. R., and Divya, D. 2014. A Review on Anaerobic Decomposition and Enhancement of Biogas Production through Enzymes and Microorganisms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 34, hlm. 167-173.

Deublin, D. and Steinhauser, A. 2008. Biogas from Waste and Renewable Resources: an Introduction. Germany: Wiley-VCH.

Dworkin, M., Falkow, S., dan Rosenberg, E., Schleifer, K. H., dan Stackebrandt, E. 2006. The Prokaryotes: a Handbook on the Biology of Bacteria. Third Edition. Vol 1. Jerman: Springer Science+Business Media.

Frazier, W. C., 1967. *Food Microbiology*. Mc. Braw Hill Book Company,Inc: New York.

Gerradi, H. Michael. 2003. *The Microbiologi of Anaerobic Digester*. Willwy Interscince. New Jersey.

Hassan, Abu O. ; Ishida, M. ; Mohammed Shukri, I. ; Tajuddin, Z. A., 1996. Oil-palm fronds as a roughage feed source for ruminants in Malaysia. *Extension Bulletin - ASPAC, Food & Fertilizer Technology Center, Vol. 420.*

Imtiyaz, I., Rezagama, A., dan Luvita, V. 2016. Pengolahan BOD, COD, TSS dan pH Pada Limbah Industri MSG *(Monosodium Glutamate*) Menggunakan Teknologi *Advanced Oxidation Processes* (O_3/H_2O_2 dan Fenton). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 5, No. 1, hlm. 1-9.

Irfan, M. 2013. Pengembangan Produksi Bioetanol dari Limbah Pertanian. *Kutubkhanah*. Vol. 16, No. 1, hlm. 1- 6.

Jeon, B.Y. (2007). Development of a serial bioreactor system for direct ethanol production from strach using *Aspergillus niger and Saccharomyces cerevisiae. Biotechnology and Bioprocess Engineering 12: 566-573.*