

Proses Fermentasi pada Produksi Bioetanol Dedak Padi dengan Hidrolisis Enzimatis

Miftakhu Falaah* dan Heny Kusumayanti

Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Departemen Industri, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto Tembalang Semarang, Indonesia
Email: falaah09@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya harga bahan bakar dan menurunnya cadangan bahan bakar fosil memaksa untuk mencari sumber-sumber energi yang murah sebagai biofuel, seperti bioetanol dapat mengurangi efek negatif dari penggunaan bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Bioetanol dapat terbuat dari biomassa yang mengandung gula, pati dan selulosa. Dedak padi merupakan hasil samping dari penggilingan padi dan menyumbang $\pm 11\%$ dari berat padi. Dalam hal ini dedak padi karbohidrat yang cukup tinggi untuk diolah menjadi bioetanol. Sementara untuk meningkatkan kadar etanol, proses terpenting dalam produksi bioetanol adalah proses fermentasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu pengoptimalan proses fermentasi meliputi pH dan waktu pada pembuatan bioetanol dari ekstrak dedak padi dengan penambahan urea dan NPK sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini menggunakan dedak padi yang dihidrolisis, kemudian difermentasi menggunakan *saccharomyces cerevisiae* dengan penambahan nutrisi urea dan NPK, dan di distilasi untuk dimurnikan. Pengoptimalan pH dan waktu pada proses fermentasi serta penambahan nutrisi urea dan NPK diharapkan mampu meningkatkan kadar bioetanol yang dihasilkan. Hasil data dihitung dengan menggunakan metode perhitungan faktorial desain untuk mengetahui variabel paling berpengaruh.

Kata Kunci: Bioetanol, Dedak Padi, Fermentasi, Urea, NPK

Abstract

Fermentation Process in Rice Bran Bioethanol Production with Enzymatic Hydrolysis

*Rising fuel prices and declining fossil fuel reserves force to find cheap energy sources as biofuels, such as bioethanol can reduce the negative impact of using non-renewable fossil fuels. Bioethanol can be produced from biomass containing sugar, starch and cellulose. Rice bran is a by product of rice milling and accounts for $\pm 11\%$ of the weight of rice. In this case the carbohydrate rice bran is high enough so that it can be processed into bioethanol. Meanwhile, to increase ethanol content the most important process in manufacture of bioethanol is fermentation process. The purpose of this study is to optimize the fermentation process including pH and time in manufacture of bioethanol from rice bran extract with addition of urea and NPK as a source of nutrients for growth *saccharomyces cerevisiae*. This study used rice bran which was hydrolyzed, then fermented using *saccharomyces cerevisiae* with addition of urea and NPK nutrients, and then distilled to be purified. Optimizing pH and time in the fermentation process as well as adding urea and NPK nutrients are expected to increase levels of bioethanol produced. The results of the data are calculated using the design factorial calculation method to determine the most influential variable.*

Keywords: Bioethanol, Fermentation, Rice Bran, Urea, NPK

PENDAHULUAN

Untuk mengurangi bahan bakar fosil yang tak terbarukan dibutuhkanlah bahan bakar alternatif. Salah satunya menggunakan bahan baku yang ada didekat kita yang dapat diolah menjadi bioetanol. Bioetanol adalah etanol yang dibuat dari sumber hayati seperti tebu, sari buah sorgum, singkong, garut, ubi jalar, jagung, beras, jerami dan kayu (Murniati *et al.*, 2018). Bahan baku untuk produksi bioetanol meliputi komponen yang mengandung pati, karbohidrat, glukosa dan selulosa.

Produk yang dihasilkan dari padi meliputi jerami, sekam, beras, dan dedak padi. Sebagai salah satu hasil samping dari penggilingan padi dan menyumbang $\pm 11\%$ berat beras, dedak padi biasanya hanya digunakan sebagai pakan ternak. Produksi padi di Indonesia pada tahun 2019 menurut data dari Badan Pusat Statistik mencapai 54,60 juta ton, yang berarti produksi dedak padi mencapai ± 6 juta ton. Dalam hal ini dedak padi mengandung karbohidrat yang cukup tinggi. Dedak padi memiliki karbohidrat utama antara lain hemiselulosa (8,7-11,4 %), selulosa (9-12,8 %), pati (5-15 %) dan β -glucan (1 %) (Nasir *et al.*, 2009). Dengan produksi yang begitu banyak dan memiliki kadar karbohidrat yang cukup tinggi maka dari itu dedak padi dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol.

Proses mengubah pati menjadi etanol terdiri dari tiga langkah. Pretreatment, sakarifikasi atau hidrolisis menjadi monosakarida, fermentasi monosakarida menjadi etanol. Selain itu, etanol disuling dan didehidrasi untuk memperbaikinya menjadi etanol murni (Hermiati *et al.*, 2017). Untuk meningkatkan kadar etanol, proses yang paling utama dalam produksi bioetanol adalah proses fermentasi. Selama proses ini, ragi memecah molekul glukosa menjadi alkohol. Proses ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah waktu fermentasi dan pH. Waktu menentukan kondisi optimum jamur untuk dapat berkembang dan pH menentukan pertumbuhan jamur, laju fermentasi, dan pembentukan produk (Nasrun *et al.*, 2017).

Pada proses fermentasi bioetanol pada umumnya menggunakan *saccharomyces cerevisiae* dimana bakteri ini akan tumbuh dengan baik. Didalam dalam penggunaannya ragi

memerlukan nutrisi untuk dapat bekerja agar bisa berkembang dan bekerja dengan baik seperti unsur C (karbohidrat), unsur N (nitrogen, ZA, urea, amonia, pepton), dan unsur P (NPK dan TSP) (Harahap, 2003).

Tujuan dari penelitian ini yaitu pengoptimalan proses fermentasi meliputi pH dan waktu pada pembuatan bioetanol dari ekstrak dedak padi dengan penambahan urea dan NPK sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae*. Pengoptimalan pH dan waktu pada proses fermentasi serta penambahan nutrisi urea dan NPK diharapkan mampu meningkatkan kadar bioetanol yang dihasilkan.

METODOLOGI

Bahan Baku yang dibutuhkan dalam pembuatan *bioetanol* adalah dedak padi, *enzyme α -amylase*, NaOH, *saccharomyces cerevisiae*, urea, dan NPK, sedangkan untuk alat yang digunakan adalah ayakan 60 mesh, gelas beaker, pipet tetes, kertas saring, pH meter, gelas ukur, erlenmeyer, corong kaca, pendingin reflux, labu leher tiga, labu alas bulat.

Proses Penyiapan Awal Bahan Baku

Bersihkan dedak padi dengan ayakan ukuran 60 mesh. Analisa kadar air dan kadar abu dedak padi. Lalu siapkan 200 gr dedak padi ditambah dengan 1 liter air, homogenkan. Panaskan hingga suhu 100 °C. Saat suhu mencapai 60-70 °C, tambahkan *enzyme α -amylase* sebanyak 1 mL/kg. Analisa pH dan gula tereduksi. Lalu atur pH sesuai variabel.

Fermentasi

Tambahkan *saccharomyces cerevisiae* 3 gr pada setiap sampel. Tambahkan urea dan NPK sesuai variabel pada setiap sampel. Diamkan pada suhu kamar selama variabel waktu yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Distilasi

Siapkan alat distilasi dan masukkan larutan hasil fermentasi ke dalam labu leher tiga. Panaskan cairan hasil fermentasi pada suhu 78-80 °C selama 90 menit. Mengukur volume destilat dan kadar bioetanol yang dihasilkan. Mengukur kadar bioetanol dengan berat jenis dengan cara:

Menghitung volume piknometer:

$$V \text{ piknometer } (c) = \frac{b - a \text{ (gram)}}{p \text{ aquadest}}$$

Menghitung berat jenis larutan :

$$p \text{ destilat} = \frac{d - a \text{ (gram)}}{c}$$

Keterangan : a = berat piknometer kosong; b = berat piknometer dengan aquadest; c = volume piknometer; d = berat piknometer dengan distilat

Menghitung kadar bioetanol dengan memplotkan berat jenis ke Tabel konversi berat jenis-kadar bioetanol (Sirait, 1979). Variabel faktorial desain dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Faktorial Desain

Run	pH	Urea NPK (%)	Waktu Fermentasi (hari)
1	5	0,5	2
2	7	0,5	2
3	5	2,5	2
4	7	2,5	2
5	5	0,5	4
6	7	0,5	4
7	5	2,5	4
8	7	2,5	4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui kadar air, abu, dan gula tereduksi pada sampel dedak padi. Dalam produksi bioetanol salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah kadar air dan abu karena dapat menghambat jamur dalam berkembangbiak saat proses fermentasi. Kadar abu bahan baku pembuatan bioetanol tidak boleh lebih dari 10% untuk kadar abu dan kadar air juga tidak boleh melebihi 14%. Kadar abu yang tinggi mengganggu proses fermentasi dan dapat menimbulkan kerak pada alat selama proses distilasi (Arif, *et al.*, 2018). Dapat dilihat pada Tabel 2 didapatkan kadar air sebesar 9% dan kadar abu dedak padi sebesar 6%. Dengan kadar abu masih layak untuk dijadikan sebagai bahan baku untuk bioetanol. Kemudian dilakukan proses hidrolisis menggunakan *enzyme α-amylase*. Enzim amilolitik seperti amilase dan glukamilase digunakan sebagai substrat pada proses fermentasi (Arif *et al.*,

2018). Kadar gula tereduksi dilakukan dengan metode *Luff Schoorl*. Karena metode ini sering digunakan dengan alasan memiliki kesalahan sebesar 10% untuk mengukur kadar gula tereduksi, selain itu lebih mudah dilakukan dan menghemat biaya (Ifmaily, 2018).

Didapatkan hasil gula tereduksi pada dedak padi sebesar 3,33%. Total kadar gula yang dari proses hidrolisis tersebut masih tergolong rendah, hal ini dikarenakan tidak semua bahan yang terkandung dalam dedak dapat terhidrolisis melalui proses enzimatik terutama serat (Arif *et al.*, 2018). Dimana kandungan didalam dedak tidak hanya pati (amilosa dan amilopektin) tetapi juga serat (selulosa dan hemiselulosa), sementara enzim α-amilase dan glukamilase hanya dapat mengurai rantai α-1,4 dan α-1,6-glikosida pada amilosa dan amilopektin. Oleh karena itu, glukosa pada selulosa yang terikat pada rantai β-1,4 glikosida tidak dapat dipecah. Namun mengingat kandungan gula total maka proses produksi bioetanol terus berlanjut.

Selanjutnya dilakukan proses netralisasi, fermentasi, dan distilasi. Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode faktorial desain. Dimana, metode ini hanya membutuhkan jumlah percobaan yang sedikit untuk mengetahui efek-efek pada variabel. Selain itu kondisi optimum yang diperoleh lebih tepat karena mengikutsertakan faktor interaksinya. Pada metode ini nantinya diperoleh variabel yang paling berpengaruh. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Karakteristik Dedak Padi

Parameter	% Kadar
Kadar Air	9 %
Kadar Abu	6 %
Gula Tereduksi	3,33 %

Tabel 3. Hasil Uji Bioetanol Dedak Padi

Run	Volume (mL)	% Kadar Bioetanol	Densitas
1	10	24	0,969
2	14	26	0,954
3	16,5	27	0,953
4	17,5	30	0,948
5	18,5	23	0,959
6	24	25	0,956
7	30	26	0,955
8	40	28	0,951

Efek Variabel dengan Volume Bioetanol

Volume bioetanol didapatkan setelah proses distilasi. Dapat dilihat pada Tabel 4 efek utama dan efek interaksi pada variabel pH, konsentrasi, dan waktu terhadap volume bioetanol.

Tabel 4. Efek Variabel dengan Volume Bioetanol

Run	Volume (mL)	Efek	Hasil	% P
1	10	rata-rata	21,3125	-
2	14	p (pH)	5,125	64,28
3	16,5	c (%)	9,375	78,57
4	17,5	t (hari)	13,625	92,85
5	18,5	pc	0,375	7,142
6	24	ct	4,375	50
7	30	pt	2,625	35,71
8	40	pct	1,875	21,42

Ditunjukkan pada Gambar 1 hubungan P dengan nilai efek. Dimana, nilai P didapat dari rumus $P = 100 (i-0,5)/m$.

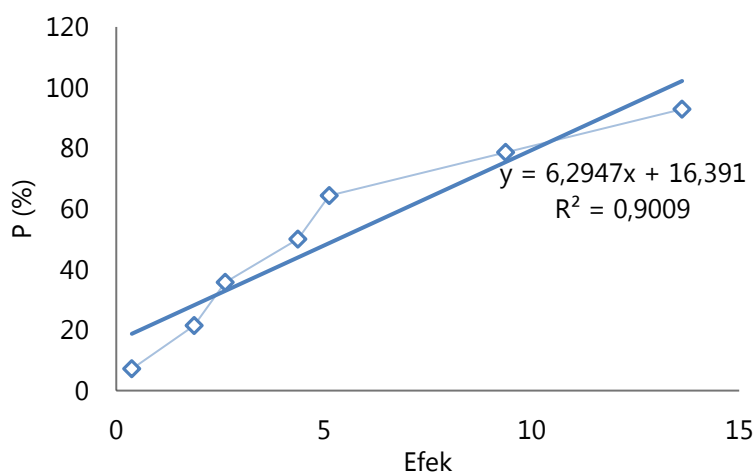
Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa efek waktu merupakan titik terjauh dengan nilai sebesar 13,625. Dengan demikian variabel waktu merupakan variabel paling berpengaruh pada volume bioetanol. Dalam penelitian ini didapatkan volume minimal bioetanol pada perlakuan pH 5, konsentrasi urea NPK 0,5 %, dan waktu fermentasi selama 2 hari didapatkan volume bioetanol sebesar

10 mL. Sementara, untuk volume bioetanol terbesar pada perlakuan pH 7, konsentrasi urea NPK 2,5 %, dan waktu fermentasi selama 4 hari didapatkan volume bioetanol sebesar 40 mL Hal ini menunjukkan bahwa efek waktu fermentasi sangat berpengaruh pada hasil volume bioetanol.

Menurut (Arif *et al.*, 2018) tinggi rendahnya volume bioetanol dipengaruhi oleh besarnya konsumsi gula, pertumbuhan yeast, dan lama fermentasi. Seiring lamanya waktu fermentasi produksi bioetanol juga semakin meningkat. Namun, ketika kondisi optimal tercapai, produksi bioetanol cenderung menurun. Penurunan konsentrasi bioetanol diduga karena konversi bioetanol yang dihasilkan menjadi asam organik seperti asam asetat, cuka, dan ester.

Efek Variabel dengan % Kadar Bioetanol

Dapat dilihat pada Tabel 5 efek utama dan efek interaksi pada variabel pH, konsentrasi, dan waktu terhadap kadar bioetanol. Dalam penelitian ini didapatkan volume bioetanol terbesar pada perlakuan pH 7, konsentrasi urea NPK 2,5 %, dan waktu fermentasi selama 4 hari didapatkan % kadar bioetanol sebesar 28 %. Dengan demikian menunjukkan bahwa efek waktu fermentasi sangat berpengaruh pada hasil volume bioetanol. Gambar 2. dapat dilihat bahwa efek waktu merupakan titik terjauh dengan nilai sebesar 3,25. Dengan demikian variabel konsentrasi urea dan NPK merupakan variabel paling berpengaruh pada % kadar bioetanol.



Gambar 1. Hubungan Normal Probability dengan Efek (Volume Bioetanol)

Pada penelitian ini, dihasilkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 28 %. Penelitian dengan hasil serupa oleh (Putri, 2018) didapatkan kadar etanol sebesar 15-47 %. Hal ini dapat terjadi karena proses pemurnian bioetanol pada penelitian ini masih menggunakan satu tahap distilasi sederhana. Untuk mendapatkan etanol murni dengan kadar diatas 95% dilakukan dengan 2 tahap yaitu destilasi dan dehidrasi etanol dikarenakan campuran air dan etanol membentuk campuran azerotrop (Erawati, 2008). Seperti pada penelitian (Delly *et al.*, 2016) yang menggunakan distilasi 2 tahap didapatkan kadar etanol 76-92 %.

Efek Variabel dengan Densitas Bioetanol

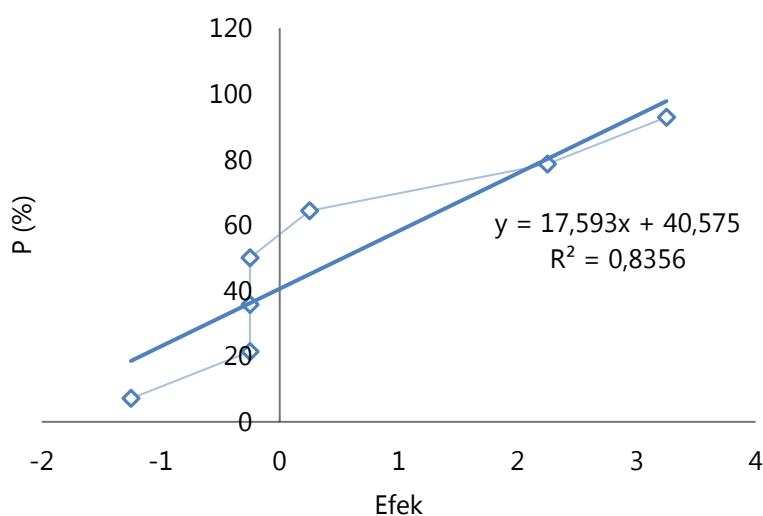
Dapat dilihat pada Tabel 6 efek utama dan efek interaksi pada variabel pH, konsentrasi, dan waktu terhadap densitas. Gambar 3 dapat dilihat bahwa efek interaksi pH dan waktu merupakan titik terjauh dengan nilai sebesar 0,00325. Namun untuk variabel yang paling berpengaruh yaitu variabel waktu dimana didapatkan hasil -0,00075. Dengan demikian variabel waktu merupakan variabel paling berpengaruh pada densitas. Dalam penelitian ini didapatkan densitas minimal bioetanol pada perlakuan pH 7, konsentrasi urea NPK 2,5 %, dan waktu fermentasi selama 2 hari dengan densitas sebesar 0,948. Sementara, untuk densitas bioetanol terbesar pada perlakuan pH 5, konsentrasi urea NPK 0,5 %, dan waktu fermentasi selama 2 hari dengan densitas sebesar 0,969.

Densitas berhubungan langsung dengan kandungan kadar bioetanol produk. Jika densitas produk mendekati standar SNI, maka kadar bioetanol produk juga akan meningkat (Putri, 2018). Etanol memiliki densitas sebesar 0,794 (SNI 7390-2008). Pada penelitian ini densitas yang paling mendekati densitas bioetanol yaitu pada perlakuan pH 7, konsentrasi urea NPK 2,5 %, dan waktu fermentasi selama 2 hari dengan densitas sebesar 0,948.

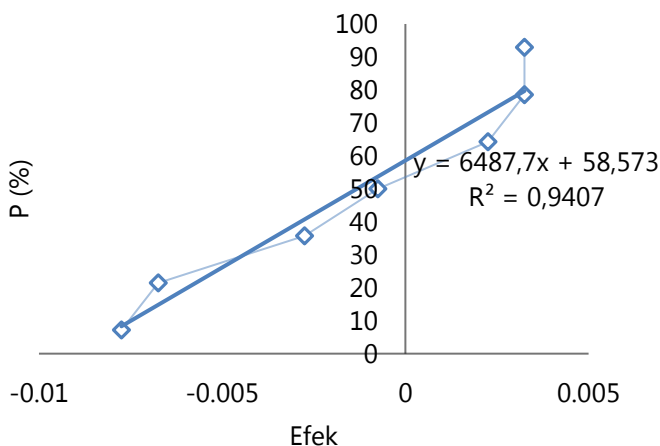
Dengan demikian dari efek volume bioetanol, % kadar bioetanol, dan densitas bioetanol bahwa variabel waktu fermentasi sangat berpengaruh pada proses produksi bioetanol karena didapatkan efek variabel waktu fermentasi yang paling besar.

Tabel 5. Efek Variabel dengan % Kadar Bioetanol

Run	Kadar Biotanol (%)	Efek	Hasil	% P
1	24	rata-rata	26,125	-
2	26	p (pH)	2,25	78,57
3	27	c (%)	3,25	92,85
4	30	t (hari)	-1,25	7,142
5	23	pc	0,25	64,28
6	25	ct	-0,25	21,42
7	26	pt	-0,25	35,71
8	28	pct	-0,25	50



Gambar 2. Grafik Hubungan Normal Probability dengan Efek (% Kadar Bioetanol)



Gambar 3. Grafik Hubungan Normal Probability dengan Efek (Densitas Bioetanol)

Tabel 6. Efek Variabel dengan Densitas Bioetanol

Run	Densitas Bioetanol	Efek	Hasil	% P
1	0,969	rata-rata	0,955625	-
2	0,954	p (pH)	-0,00675	21,42
3	0,953	c (%)	-0,00775	7,142
4	0,948	t (hari)	-0,00075	50
5	0,959	pc	0,00225	64,28
6	0,956	ct	0,00325	78,57
7	0,955	pt	0,00325	92,85
8	0,951	pct	-0,00275	35,71

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa produksi bioetanol dari dedak padi terdiri dari beberapa proses yaitu, proses analisis bahan baku, hidrolisis (proses mengkonversi karbohidrat yang didapat menjadi glukosa menggunakan *enzyme α-amylase*), fermentasi (proses mengkonversi glukosa menjadi etanol dengan bantuan mikroba), destilasi (proses pemurnian bioetanol). Seiring lamanya waktu fermentasi produksi bioetanol juga semakin meningkat. Namun saat setelah kondisi optimum tercapai, produksi bioetanol cenderung akan menurun. Untuk mendapatkan etanol murni dengan kadar diatas 95% dilakukan dengan 2 tahap yaitu destilasi dan dehidrasi etanol

dikarenakan campuran air dan etanol membentuk campuran azerotrop. Etanol memiliki densitas SNI 7390-2008 sebesar 0,794. Maka dari itu densitas yang paling mendekati densitas SNI bioetanol yaitu pada perlakuan run 4 dengan densitas sebesar 0,948. Dari efek volume bioetanol, % kadar bioetanol, dan densitas bioetanol bahwa variabel waktu fermentasi paling berpengaruh pada proses produksi bioetanol karena didapatkan efek variabel waktu fermentasi yang paling besar.

DAFTAR PUSTAKA

Arif, A., Budiyanto, A., Diyono, W. & Richana, N. 2018. Optimasi Waktu Fermentasi Produksi Bioetanol dari Dedak Sorghum Manis (*Sorghum Bicolor L*) melalui Proses Enzimatis. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(2):67-78. doi: 10.21082/jpasca.v14n2.2017.67-78.

Delly, J., Zenius, A. & Hasbi, M. 2016. Analisa Bioetanol Dari Nira Aren Menggunakan Destilasi Fraksinasi Ganda Sebagai Bahan Bakar, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(2):1-7.

Erawati, E. 2008. Pemurnian Etanol dengan Metode Saline Extractive Distillation. Laporan Penelitian. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Harahap, H. 2003. Produksi Alkohol. Repository, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. pp. 147-173.

- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T.C., Suparno, O. & Prasetya, B. 2017. Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4):121–130. doi: 10.21082/jp3.v29n4.2010.p121-130.
- Ifmaily, I. 2018. Penetapan Kadar Pati Pada Buah Mangga Muda (*Mangifera Indica L.*) Menggunakan Metode Luff Schoorl, *Jurnal Katalisator*, 3(2):106-113. doi: 10.22216/jk.v3i2.3406.
- Murniati, M., Handayani, S.S. & Risfianty, D.K. 2018. Bioetanol dari Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus*), *Jurnal Pijar Mipa*, 13(2): 155-150. doi: 10.29303/jpm.v13i2.761.
- Nasir, S., Fitriyanti, F. & Kamila, H. 2009. Ekstraksi Dedak Padi Menjadi Minyak Mentah Dedak Padi (Rice-Bran Oil) dengan Menggunakan Pelarut n-Hexane dan Ethanol, *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 18(1): 37–44.
- Nasrun, N., Jalaluddin, J. & Mahfuddhah, M. 2017. Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2): 1-10. doi: 10.29103/jtku.v4i2.68.
- Putri, R.D. 2018. Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Nangka Dengan Metode Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cereviseae*, *Jurnal Integrasi Proses*, 7(1):32–38. doi: 10.36055/jip.v7i1.2893.
- Sirait, Midian. 1979. Daftar Dosis Farmakope Indonesia Edisi III. *Poltekkes Palembang Jurusan Farmasi*.