

EFEKTIFITAS PENAMBAHAN RAGI DAN PUPUK TERHADAP KADAR ALKOHOL BIOETANOL DENGAN BAHAN BAKU JAMBU CITRA

Endah Dwi Hastuti*, Erma Prihastanti*, Sri Haryanti*

*Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan
Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRACT

Improvement of bioethanol production using various raw materials had been developed. Jambu citra is one of the raw materials abundantly available. Least of information concerning the production treatment to provide qualified bioethanol product becomes the problem in optimizing the productivity of bioethanol. This research aimed to study the alcohol concentration produced from bioethanol production using jambu citra wastes and to study the optimum composition of yeast and fertilizer to produce bioethanol with good alcohol concentration. This research was conducted through experiment including treatment of control (without yeast and fertilizer), 1R1P (45 gr yeast + 45 gr fertilizer), 2R1P (90 gr yeast + 45 gr fertilizer), 1R2P (45 gr yeast + 90 gr fertilizer), dan 2R2P (90 gr yeast + 90 gr fertilizer) for each 100 gr of jambu citra samples and 3 days of fermentation period. The result showed that alcohol concentration of each treatment was 2,2% (control); 5,3% (1R1P); 6,7% (2R1P); 5,3% (1R2P); dan 4,0% (2R2P). To extract bioethanol resulted from the fermentation process, the extraction periods required for each treatment was 80.3 minutes; 71.3 minutes; 70.7 minutes; 62.0 minutes and 85.0 minutes for treatment control, 1R1P, 2R1P, 1R2P dan 2R2P respectively. The volume of alcohol resulted from each treatments was 5.0 ml; 11.7 ml; 7.8 ml; 11.6 ml dan 8.5 ml. The combination of yeast and fertilizer required to optimize the production of bioethanol from 100 gr of jambu citra wastes was by adding 45 gr of yeast and 90 gr of fertilizer.

Keywords: *bioethanol, jambu citra, yeast, fertilizer*

ABSTRAK

Pengembangan bioetanol dari berbagai jenis bahan telah banyak dikembangkan. Salah satu bahan yang banyak tersedia adalah jambu citra. Kurangnya informasi mengenai perlakuan produksi untuk mendapatkan bioetanol yang berkualitas menjadi kendala dalam optimalisasi produktivitas bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kadar alkohol yang dihasilkan dari pembuatan bioetanol dengan bahan limbah jambu citra dan mengetahui komposisi ragi dan pupuk yang optimal untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol yang paling baik. Penelitian dilakukan melalui percobaan yang meliputi perlakuan kontrol (tanpa ragi dan pupuk), 1R1P (45 gr ragi + 45 gr pupuk), 2R1P (90 gr ragi + 45 gr pupuk), 1R2P (45 gr ragi + 90 gr pupuk), dan 2R2P (90 gr ragi + 90 gr pupuk) dengan sampel jambu citra yang digunakan seberat 100 gr dengan waktu fermentasi selama 3 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar alkohol dari masing-masing perlakuan tersebut adalah 2,2% (kontrol); 5,3% (1R1P); 6,7% (2R1P); 5,3% (1R2P); dan 4,0% (2R2P). Untuk mengekstrak bioetanol yang dihasilkan, dibutuhkan waktu selama 80,3 menit; 71,3 menit; 70,7 menit; 62,0 menit dan 85,0 menit masing masing pada perlakuan kontrol, 1R1P, 2R1P, 1R2P dan 2R2P. Volume alkohol yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan tersebut adalah 5,0 ml; 11,7 ml; 7,8 ml; 11,6 ml dan 8,5 ml. Kombinasi ragi dan pupuk untuk mendapatkan bioetanol yang paling optimal adalah dengan penambahan 45 gr ragi dan 90 gr pupuk pada 100 gr limbah jambu citra.

Kata-kata Kunci: *bioetanol, jambu citra, ragi, pupuk*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan bahan bakar serta menurunnya produksi minyak bumi (Prametha dan Legowo, 2013). Limbah pertanian merupakan salah satu sumber bahan baku bagi pembuatan bioetanol. Beberapa limbah pertanian yang telah dikaji potensinya diantaranya adalah ampas tebu (Hermiati *et al.*, 2010) kulit nanas (Prametha dan Legowo, 2013), serta jerami padi dan alang-alang (Sari *et al.*, 2008). Kandungan karbohidrat yang tinggi dari berbagai jenis limbah pertanian merupakan sumber bioetanol yang potensial (Sukaryo *et al.*, 2013).

Menipisnya cadangan dan melambungnya harga bahan bakar minyak berbahan fosil mendorong pengembangan sumber bahan bakar alternatif terbarukan (Mulyani dan Las, 2008). Disisi lain, kebutuhan bahan bakar minyak semakin hari semakin meningkat (Jamaran, 2008). Untuk mengatasi permasalahan kelangkaan bahan bakar minyak tersebut, pemanfaatan bahan-bahan organik sebagai sumber bahan bakar secara aktif dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang tidak terbarukan (Mulyani dan Las, 2008).

Tantangan yang muncul dari pembuatan bioetanol dengan bahan baku limbah adalah efektifitas produksi (Elevri

dan Putra, 2006). Salah satu faktor yang menentukan tingkat produktivitas bioetanol adalah kadar alkohol yang dihasilkan (Anwar *et al.*, 2012). Semakin tinggi kadar alkohol dari bioetanol yang dihasilkan maka produksi bioetanol semakin efektif. Kadar alkohol yang dihasilkan dari pembuatan bioetanol ditentukan oleh kandungan karbohidrat dari bahan baku yang digunakan (Anwar *et al.*, 2012). Hal ini berarti setiap jenis bahan yang digunakan untuk membuat bioetanol akan memiliki kandungan karbohidrat dan kadar alkohol yang bervariasi (Azizah *et al.*, 2012).

Limbah pertanian merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari kegiatan pertanian baik dari kegiatan panen hingga pemasaran, bahkan setelah mengalami proses konsumsi. Hal ini berarti bahwa limbah pertanian dapat ditemukan di seluruh tempat. Limbah pertanian tersebut dapat berupa sayuran, buah-buahan, ataupun makanan pokok seperti nasi dan gandum. Limbah pertanian pada umumnya digunakan sebagai pakan ternak (Utomo dan Widjaja, 2004; Febriana dan Liana, 2008). Menurut Anindyawati (2010), limbah pertanian banyak mengandung lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang dapat menghasilkan berbagai jenis produk, salah satunya adalah bahan bakar cair (etanol).

Pertanian jambu citra saat ini tengah berkembang di beberapa daerah di Indonesia merupakan salah satu bahan baku potensial untuk pembuatan bioetanol. Sayangnya, buah-buahan dapat dengan mudah mengalami kerusakan baik secara fisik maupun secara kimiawi (Rachmawati, 2010; Herdiana, 2011). Sifat buah yang tidak tahan lama dan dengan mudah mengalami pembusukan jika telah rusak secara fisik merupakan salah satu alasan yang menjadikan limbah buah-buahan sebagai bahan baku potensial bagi pembuatan bioetanol.

Proses penting dalam pembuatan bioetanol adalah proses fermentasi (Thamrin *et al.*, 2011). Proses fermentasi dengan penambahan ragi dan pupuk diperlukan untuk merubah karbohidrat menjadi alkohol (Fauzi *et al.*, 2012). Untuk mendapatkan fermentasi yang sempurna, diperlukan kadar ragi dan pupuk yang cukup. Karena bahan baku bioetanol memiliki kandungan karbohidrat yang bervariasi, maka masing-masing jenis bahan baku membutuhkan komposisi ragi dan pupuk yang berbeda-beda. Sehingga, untuk mendapatkan hasil fermentasi yang optimal diperlukan informasi yang relevan mengenai komposisi ragi dan pupuk yang optimal dalam proses fermentasi bioetanol.

Bervariasinya jenis bahan baku bioetanol khususnya yang berasal dari limbah pertanian membutuhkan informasi

yang sesuai terkait dengan kadar alkohol yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar alkohol yang dihasilkan dari pembuatan bioetanol dengan bahan baku limbah jambu citra serta untuk mengetahui komposisi ragi dan pupuk yang paling optimal untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol yang paling baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui uji coba dengan melibatkan perlakuan peragian dan pemupukan. Percobaan dilakukan pada skala laboratorium dengan melibatkan 5 perlakuan. Jumlah sampel yang digunakan dalam percobaan yaitu 100 gram limbah jambu citra. Uji coba dalam penelitian ini melibatkan kombinasi penambahan ragi masing-masing dengan konsentrasi 45 gr (1R) dan 90 gr (2R); serta pupuk masing-masing dengan konsentrasi 45 gr (1P) dan 90 gr (2P). Pupuk yang digunakan dalam penelitian merupakan pupuk kombinasi antara kompos dan NPK dengan komposisi 50% + 50% + 50%

Limbah jambu citra yang telah diambil sari patinya kemudian dilakukan likuifikasi dengan penambahana enzim alpha amilasi dan dipanaskan hingga suhu 90°C hingga mendidih. Kemudian didinginkan hingga suhu 60°C dilanjutkan dengan penambahan enzim glukoamilasi

dan didinginkan kembali hingga suhu ruang (28 - 30°C). Penambahan ragi dan pupuk dilakukan setelah larutan mencapai suhu kamar. Komposisi ragi dan pupuk yang ditambahkan yaitu 1R + 1P (1R1P); 2R + 1P (2R1P); 1R + 2P (1R2P) dan 2R+ 2P (2R2P) serta perlakuan kontrol tanpa penambahan ragi maupun pupuk.

Larutan pati yang telah ditambahkan dengan ragi dan pupuk kemudian didiamkan selama 3 hari dalam tabung fermentasi. Setelah 3 hari, tabung tersebut dibuka dan dilakukan penyulingan untuk mengekstrak etanol yang dihasilkan. Untuk mengukur kadar alkohol yang dihasilkan dari proses pembuatan bioetanol tersebut, kemudian etanol yang dihasilkan diukur waktu destilasi yang dibutuhkan, volume bioetanol dan kadar alkoholnya dengan alkoholmeter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar alkohol dari masing-masing sampel uji. Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh kadar alkohol pada sampel kontrol sebesar 2,2%; sedangkan pada sampel 1R1P sebesar 5,3%; pada sampel 2R1P sebesar 6,7%; sampel 1R2P sebesar 5,3% dan sampel 2R2P sebesar 4,0%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan 90 gr ragi dan 45 gr pupuk pada sari pati 100 gr limbah jambu citra menghasilkan bioetanol

dengan kadar alkohol yang paling tinggi. Sementara sampel tanpa penambahan ragi dan pupuk menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol paling rendah.

Hasil pengukuran terdapat waktu destilasi bioetanol menunjukkan adanya variasi pada perlakuan penelitian. Waktu destilasi bioetanol yang dihasilkan dari perlakuan kontrol selama 80,3 menit, sedangkan pada perlakuan 1R1P membutuhkan waktu selama 71,3 menit. Pada perlakuan 2R1P bioetanol yang dihasilkan membutuhkan waktu destilasi selama 62,0 menit dan 70,7 menit untuk perlakuan 1R2P, serta 85,0 menit untuk perlakuan 2R2P. hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan 45 gr ragi dan 90 gr pupuk pada 100 gr limbah jambu citra menghasilkan waktu destilasi bioetanol yang paling cepat, sedangkan penambahan 90 gr ragi dan 90 gr pupuk menghasilkan bioetanol yang membutuhkan waktu destilasi paling lama.

Data volume bioetanol yang dihasilkan dari penelitian menunjukkan volume sebesar 5,0 ml; 11,7 ml; 7,8 ml; 11,6 ml dan 8,5 ml masing-masing untuk perlakuan kontrol, 1R1P, 2R1P, 1R2P dan 2R2P. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan 45 gr ragi dan 45 gr pupuk pada 100 gr limbah jambu citra menghasilkan volume bioetanol paling tinggi, sedangkan pembuatan bioetanol dengan limbah jambu citra tanpa

penambahan ragi dan pupuk menghasilkan bioetanol dengan volume paling rendah.

Ragi merupakan salah satu komponen penting dalam proses fermentasi. Ragi merupakan mikroba yang mampu merubah glukosa menjadi bioetanol (Raudah dan Ernawati, 2012). Jumlah ragi yang dibutuhkan dalam pembuatan bioetanol berbeda-beda tergantung dari jenis bahan yang digunakan. Dalam penelitiannya, Komarayati *et al.* (2011) menunjukkan bahwa jumlah ragi yang dibutuhkan dalam fermentasi pati sagu, empulur sagu dan serat sagu berbeda-beda, demikian pula dengan kadar etanol yang dihasilkan.

Menurut Hapsari dan Pramashinta (2013), jumlah ragi yang digunakan dalam fermentasi bioetanol berpengaruh terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Semakin tinggi jumlah ragi yang digunakan, maka kadar alkohol yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Namun berdasarkan penelitian Komarayati *et al.* (2011), banyaknya jumlah ragi yang digunakan tidak selalu diikuti dengan kadar alkohol dari hasil fermentasi yang tinggi. Terdapat batasan terhadap jumlah ragi yang dapat digunakan untuk mendapatkan kadar alkohol yang optimal. Elevri dan Putra (2006) menyebutkan bahwa kelebihan ragi justru akan menghambat produksi alkohol karena glukosa lebih banyak dimanfaatkan

untuk pertumbuhan biomassa mikroorganisme.

Faktor lain yang mempengaruhi kadar alkohol bioetanol adalah lama fermentasi. Waktu fermentasi bioetanol bervariasi terhadap jenis bahan baku yang digunakan. Santi (2008) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa waktu optimal yang dibutuhkan untuk fermentasi jambu mete adalah 6 jam. Sementara berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fauzi *et al.* (2012), limbah kakao membutuhkan waktu selama 168 jam untuk mencapai fase logaritmik terhadap kadar alkohol yang dihasilkan.

Dalam fermentasi bioetanol, pupuk ditambahkan sebagai tambahan nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme fermentasi (Susmiati, 2011). Jumlah nutrisi yang dibutuhkan selama proses fermentasi berlangsung berbeda-beda tergantung dari jenis bahan baku bioetanol yang digunakan serta jumlah ragi yang digunakan. Hal ini dikarenakan pada bahan baku yang digunakan telah terdapat nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme fermentasi.

Jumari *et al.* (2009) menyebutkan bahwa salah satu nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme fermentasi adalah Fosfor. Sedangkan dalam berbagai uji coba pembuatan bioetanol, pupuk jenis NPK merupakan pupuk yang paling banyak digunakan. Sebuah penelitian yang

dilakukan oleh Utomo dan Palupi (2013) menunjukkan bahwa untuk fermentasi bioetanol yang optimal dengan bahan baku umbi ganyong sebanyak 500 gram dibutuhkan jumlah pupuk NPK sebanyak 20 gr, dimana rata-rata kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 29,33%.

Kombinasi dari berbagai faktor dalam proses fermentasi bioetanol yang meliputi jumlah ragi, waktu fermentasi dan jumlah pupuk menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Jumari *et al.* (2009) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kombinasi antara waktu fermentasi yang lama dan jumlah ragi yang banyak akan menghasilkan etanol dengan kadar alkohol yang tinggi. Sementara berdasarkan penelitian Putra *et al.* (2013), perbandingan antara ragi dan NPK sebesar 3 : 4 menghasilkan kadar alkohol paling baik bagi fermentasi bioetanol dengan bahan baku kulit singkong.

Destilasi merupakan proses pemurnian yang dilakukan untuk mengekstraksi bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi. Laju destilasi dalam pembuatan etanol berperan dalam laju produksi bioetanol itu sendiri (Bisowarno *et al.*, 2010). Laju destilasi etanol sendiri dipengaruhi oleh kadar alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Semakin tinggi kandungan etanol yang dihasilkan, maka laju destilasi relatif semakin cepat.

Hal ini dikarenakan proses destilasi etanol dilakukan melalui proses penguapan dimana titik didih etanol telah tercapai pada suhu 78,32°C (Kurniawan *et al.*, 2010). Destilasi etanol bertujuan untuk memisahkan etanol dari larutan yang masih mengandung banyak air. Dengan proses destilasi tersebut, etanol yang dihasilkan dapat mencapai kadar 96% (Novitasari *et al.*, 2012).

Volume bioetanol merupakan pengukuran yang paling akhir dilakukan. Volume bioetanol murni dihasilkan dari proses destilasi larutan fermentasi (Novitasari *et al.*, 2012). Hasil fermentasi yang optimal akan menghasilkan volume bioetanol dalam jumlah yang relatif tinggi. Semakin baik proses fermentasi yang berlangsung, maka volume glukosa yang terkonversi menjadi etanol juga akan semakin tinggi, sehingga volume bioetanol yang dihasilkan juga semakin banyak (Firdausi *et al.*, 2013).

Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa efektifitas pembuatan bioetanol ditentukan oleh berbagai faktor, diantaranya yaitu kadar alkohol, waktu destilasi dan volume alkohol yang dihasilkan. Produksi bioetanol semakin optimal apabila proses fermentasi menghasilkan kadar alkohol yang tinggi, waktu destilasi yang sedikit dan volume alkohol yang tinggi. Namun, semua itu bervariasi berdasarkan bahan yang

digunakan serta peragian dan pemupukan yang diterapkan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tersebut, maka proses pembuatan bioetanol yang paling optimal dengan 100 gr limbah jambu citra adalah dengan penambahan 45 gr ragi dan 90 gr pupuk. Perlakuan tersebut menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol 5,3% dengan volume 11,6 ml serta membutuhkan waktu destilasi selama 62 menit.

KESIMPULAN

Penambahan ragi dan pupuk dalam fermentasi bioetanol dengan bahan baku limbah jambu citra secara nyata mempengaruhi kadar alkohol, waktu destilasi dan volume bioetanol yang dihasilkan. Perlakuan yang optimal untuk menghasilkan bioetanol adalah dengan penambahan 45 gr ragi dan 90 gr pupuk dalam setiap 100 gr limbah jambu citra. Pembuatan bioetanol dengan perlakuan tersebut menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol 5,3% dan volume 11,6%. Sedangkan waktu destilasi yang dibutuhkan hanya selama 62 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Anindyawati, T. 2010. Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian untuk Pupuk Organik. *Berita Selulosa* 45(2): 70 – 77.

Anwar, M.S., A.N. Al-Baarri dan A.M. Legowo. 2012. Volume Gas, pH dan Kadar Alkohol pada Proses Produksi

Bioetanol dari *Acid Wey* yang Difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 1(4): 143 – 146.

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

Bisowarno, B.H., B. Girisuta, P. Wijaya dan Sussy. 2010. Simulasi Kolom Distilasi Ekstraktif untuk Proses Dehidrasi Etanol Menggunakan Etilen Glikol-Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta, 26 Januari 2010.

Elevri, P.A. dan S.R. Putra. 2006. Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang. *Akta Kimindo* 1(2): 105 – 114.

Fauzi, A.R., D. Haryadi dan S. Priyanto. 2012. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Efektivitas Adsorben dalam Pembuatan Bioetanol *Fuel Grade* dari Limbah Pod Kakao (*Theobroma cacao*). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 1(1): 179 – 185.

Febriana, D. dan M. Liana. 2008. Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Pakan Ruminansia pada Peternak Rakyat di Kecamatan Rengat Barat Kabupaten Indragiri Hulu. *Jurnal Peternakan* 5(1): 28 – 37.

Firdausi, N.Z., N.B. Samodra dan Hargono. 2013. Pemanfaatan Pati Singkong Karet (*Manihot glaziovii*) untuk Produksi Bioetanol *Fuel Grade* Melalui Proses Distilasi-Dehidrasi Menggunakan Zeolit Alam. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2(3): 76 – 81.

Herdiana, N. 2011. Pengurangan *Chilling Injury* pada Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum*) Melalui

- Aloe vera* Coating Selama Penyimpanan Dingin. Jurnal Penyuluhan Pertanian 6(1): 24 – 33.
- Hermiati, E., D. Mangunwidjaja, T.C. Sunarti, O. Suparno dan B. Prasetya. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol. Jurnal Litbang Pertanian 29(4): 121 – 130.
- Jamaran, I. 2008. Model Pengembangan Agroindustri Cocodiesel di Daerah Terpencil. J. Tek. Ind. Pert. 18(1): 1 – 12.
- Jumari, A., W.A. Wibowo, Handayani dan I. Ariyani. 2009. Pembuatan Etanol dari Jambu Mete dengan Metode Fermentasi. Ekuilibrium 7(2): 48 – 54.
- Komarayati, S., I. Winarni dan Djarwanto. 2011. Pembuatan Bioetanol dari Empulur Sagu (*Metroxylon* spp.) dengan Menggunakan Enzim. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 29(1): 20 – 32.
- Kurniawan, R., Salafudin, H. Nugraha dan Sandi F. 2010. Produksi Etanol Secara Sinambung dengan Sel Tertambat Menggunakan Bioreaktor Tangki Berpengaduk. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Semarang, 4 – 5 Agustus 2010.
- Mulyani, A. dan I. Las. 2008. Potensi Sumber Daya Lahan dan Optimalisasi Pengembangan Komoditas Penghasil Bioenergi di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian 27(1): 31 – 41.
- Novitasari, D., D. Kusumaningrum dan T.D. Kusworo. 2012. Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Adsorpsi dan Distilasi Adsorpsi dengan Adsorbent Zeolit. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri 1(1): 1 – 7.
- Prametha, N.M. dan A.M. Legowo. 2013. Pemanfaatan Susu Kadaluwarsa dengan Fortifikasi Kulit Nanas untuk Produksi Bioetanol. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 2(1): 30 – 35.
- Putra, H.P., G.N. Fitri dan N. Awaludin. 2013. Optimalisasi Waktu Fermentasi dan Penggunaan Ragi dalam Pembuatan Bioethanol dari Kulit Singkong. Prosiding Seminar Nasional Menuju Masyarakat Madani Lestari. 449 – 454.
- Rachmawati, M. 2010. Pelapisan Chitosan pada Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) sebagai Upaya Memperpanjang Umur Simpan dan Kajian Sifat Fisiknya Selama Penyimpanan. Jurnal Teknologi Pertanian 6(2): 45 – 49.
- Raudah dan Ernawati. 2012. Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika dari Proses *Pulping* untuk Pembuatan Bioetanol. Jurnal Reaksi 10(21): 12 – 21.
- Santi, S.S. 2008. Pembuatan Alkohol dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mete oleh Khamir *Sacharomyces cerevesiae*. Jurnal Penelitian Ilmu Teknik 8(2): 104 – 111.
- Sari, I.M., Noverita dan Yulneriwarni. 2008. Pemanfaatan Jerami Padi dan Alang-Alang dalam Fermentasi Etanol Menggunakan Kapang *Trichoderma viride* dan Kamir *Saccharomycess cerevisiae*. Vis Vitalis 1(2): 55 – 62.
- Sukaryo, B. Jos dan Hargono. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). Momentum 9(2): 41 – 45.
- Sumiati, Y. 2011. Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu untuk Produksi Bioetanol. Agrountek 5(1): 9 – 15.
- Thamrin, R., M.J.R. Runtuwene dan M.S. Sangi. 2011. Produksi Bio-Etanol dari Daging Buah Salak (*Salacca zalacca*). Jurnal Ilmiah Sains 11(2): 248 – 252.
- Utomo, B.N. dan E. Widjaja. 2004. Limbah Padat Pengolahan Minyak Sawit sebagai Sumber Nutrisi Ternak Ruminansia. Jurnal Litbang Pertanian 23(1): 22 – 28.
- Utomo, W. dan A.E. Palupi. 2013. Pengaruh Penambahan Pupuk NPK pada Fermentasi Umbi Ganyong (*Canna edulis* Kerr) untuk Menghasilkan Bioetanol sebagai Extender Premium. JTM 2(2): 8 – 15.