



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS ANDALAS

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

KAMPUS LIMAU MANIS PADANG-25163 Telp. (0751) 72772, 777413 Fax (0751)777413

e-mail : sekretariat@fateta.unand.ac.id

Nomor : 0910 /UN.16.11.D/KP/2015
Lamp. :
Hal : Orasi Ilmiah Dies Natalis ke 7 FATETA

Padang, 24 April 2015

Kepada Yth,

Sdr. Dr. Ir. Alfi Asben, MSi

Dosen Fakultas Teknologi Pertanian Univ. Andalas
Di
Tempat

Dengan hormat,

Berdasarkan Rapat Senat tanggal 30 Maret 2015 diharapkan kepada saudara untuk dapat menyampaikan Orasi Ilmiah pada acara Rapat Senat dan Pimpinan Dies Natalis ke 7 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas 2015, mohon makalah sudah bisa disiapkan paling lambat hari Jum'at tgl 8 Mei 2015 dan diserahkan ke Dekan untuk kemudian di cetak.

Demikian kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Dekan, 

Prof. Dr. Ir. Santosa, MP
NIP. 19640728 198903 1003



DIES NATALIS
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN KE -7
UNIVERSITAS ANDALAS



SERTIFIKAT

Diberikan kepada:

Dr. Ir. Alfi Asben, M.Si

sebagai

Penyampai Orasi Ilmiah

dengan judul:

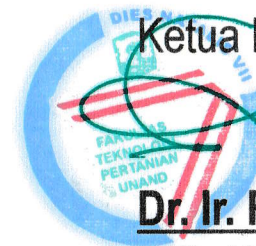
**Produksi Bioetanol dari Ampas Sagu
sebagai Alternatif Penyediaan Biofuel**

Pada Sidang Terbuka Senat, Guru Besar dan Pimpinan
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas
Convention Hall Universitas Andalas, 18 Mei 2015



Dekan,

Prof. Dr. Ir. Santosa, MP
NIP. 196407281989031003



Ketua Panitia,

Dr. Ir. Feri Arlius, M.Sc
NIP. 196712251993021001



**PRODUKSI BIOETANOL DARI AMPAS SAGU
SEBAGAI ALTERNATIF PENYEDIAAN BIOFUEL**

Oleh :

Dr. ALFI ASBEN



ORASI ILMIAH

Disampaikan pada :

**SIDANG TERBUKA SENAT, GURU BESAR DAN PIMPINAN
DALAM RANGKA DIES NATALIS
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN KE-7
TANGGAL 18 MEI 2015**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIV. ANDALAS
PADANG**

Yang terhormat :

- *Bapak Rektor dan Segenap Pimpinan Universitas Andalas*
- *Bapak Dekan di Lingkungan Universitas Andalas*
- *Bapak Dekan dan Segenap Pimpinan Fakultas Teknologi Pertanian*
- *Bapak Ketua dan Anggota Senat Fakultas Teknologi Pertanian*
- *Guru Besar dan Bapak-Ibu Staf Pengajar di Fakultas Teknologi Pertanian*
- *Bapak Walikota Padang*
- *Direktur Utama Semen Padang*
- *Direktur Utama Bank Nagari*
- *Ketua Bappeda Sumatera Barat*
- *Kepala Dinas seluruh SKPD dilingkungan Pemprov. Sumatera Barat*
- *Para Undangan, Tenaga Akademik, Mahasiswa dan Hadirin yang saya hormati,*

Assalamu a'laikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Salam sejahtera bagi kita semua.

Puji dan syukur kita ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga kita dapat hadir pada Acara Dies Natalis Fakultas Teknologi Pertanian Univ. Andalas yang ke-7 pada hari yang berbahagia ini.

Bapak, Ibu dan hadirin yang saya muliakan,

Selanjutnya pada kesempatan yang berbahagia ini, izinkanlah saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul "**Produksi Bioetanol dari Ampas Sagu Sebagai Alternatif Penyediaan Biofuel**"

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan energi berbasis fosil (bahan bakar minyak / BBM) didunia semakin berkurang dari waktu ke waktu. Manusia selalu berusaha untuk dapat memenuhi kebutuhan akan energinya, tetapi ketersediaan sumber energi berbasis fosil ini terus menurun. Di Indonesia, sumber energi berbasis fosil (bahan bakar minyak) ini diperkirakan hanya cukup untuk 23 tahun lagi dengan sumber daya yang ada sebesar 86.9 milyar barel dan cadangan sekitar 9.1 milyar barel (ESDM 2006), sedangkan konsumsi bahan bakar minyak terus meningkat dari tahun ke tahun. Mengingat kemampuan produksi minyak nasional yang semakin menurun, maka diperlukan pengembangan bahan bakar minyak alternatif dengan penggunaan *input* yang seminimal mungkin. Salah satu energi alternatif dalam pemenuhan bahan bakar minyak adalah energi non fosil yang dikenal dengan nama biofuel. Biofuel dapat dipilah/dibagi berupa bioetanol, biodiesel dan bio oil dan *Pure Plant Oil* (PPO), dimana dari ke empat jenis biofuel ini yang umum dan sering dibicarakan dan dikaji orang adalah bioetanol dan biodiesel. Pada tulisan ini dibahas lebih lanjut mengenai bioetanol.

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Sebagai bahan biofuel, bioetanol dapat dijadikan bahan bakar nabati yang ditujukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap premium lewat produk gasohol. Gasohol adalah bentuk biofuel dimana dilakukan pencampuran (substitusi) premium dengan bioetanol (fuel grade) pada perbandingan tertentu. Bruce dan Palfreyman (1998) menyatakan bioetanol dapat diproduksi dari sumber daya yang dapat diperbaharui seperti produk/hasil pertanian dan bio-massanya. Sumber daya yang dapat diperbaharui ini dikategorikan ke dalam bahan-bahan berbasis gula (gula bit, gula tebu, dan sorgum), pati (biji-bijian yaitu: jagung, gandum, beras; dan umbi-umbian yaitu kentang, ketela pohon, ubi jalar; serta batang: sagu) dan lignoselulosa (tandan kosong kelapa sawit, kayu, jerami, bagas, limbah sagu, dan sebagainya)

Diversifikasi pangan-termasuk penyediaan karbohidrat- telah mendorong dalam meng-optimalkan pemanfaatan tanaman pangan utama yang banyak

dihasilkan di Indonesia, termasuk tanaman sagu. Sagu yang banyak terdapat di Indonesia mulai diperhatikan, dimana telah mulai ada usaha untuk mendorong tanaman ini untuk dapat dibudidayakan secara lebih baik. Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) merupakan tanaman asli Indonesia yang diyakini berasal dari daerah sekitar danau Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua (dalam Bintoro, 2008). Secara alamiah Indonesia memiliki potensi areal sagu terbesar di dunia dengan luas areal sekitar 1.398 juta ha atau 56.5% dari 2.474 juta ha areal sagu dunia, disusul oleh Papua New Guinea sebesar 41.2%. Dari areal sagu sebesar 1.389 juta ha, terdapat hutan sagu sebesar 1.250 juta ha dan lahan sagu *semi cultivated* sebesar 148 ribu ha di Indonesia (Flach 1997; Balitbanghut 2005). Diperkirakan sekitar 10% dari hutan sagu yang dilaporkan ini telah mengalami konversi menjadi lahan pertanian, perkebunan, tempat tinggal, dan lainnya. Di sisi lain telah mulai dilakukan pembudidayaan sagu seperti pertanaman sagu di Selat Panjang dan Bengkalis Riau (Bintoro, 2008), ataupun rencana investasi pengelolaan sagu beberapa perusahaan swasta nasional dan bekerjasama dengan perusahaan luar negeri di Papua dan Papua Barat.

Ramalatu (1981) melaporkan pada pengolahan sagu, perbandingan tepung dengan ampas sagu adalah 1 : 6, sedangkan menurut Asben *et al.*, (2012a) saat ini perbandingan tersebut telah semakin mengecil menjadi 1 : 4 atau 5. Ampas sagu yang merupakan limbah hasil pengolahan pati sagu ini dapat mencemari air dan tanah karena belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan limbah sagu dalam bentuk produk yang lebih bermanfaat lainnya, akan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Pengujian mikroskopik menggambarkan bahwa sejumlah besar pati terperangkap dalam bahan lignoselulosa ampas sagu (Chew dan Shim 1993). Kandungan pati dalam ampas sagu masih didapati sekitar 30-45% dengan kadar serat sebesar 30-35% (Bujang 2011); sedangkan Asben *et al.*, (2012a) melaporkan pada ampas sagu terdapat pati sebesar 51.53%, selulosa 21.53% dan hemiselulosa 14.24%.

Potensi ampas sagu di Indonesia sangat tinggi. Berdasarkan data lahan potensial pohon sagu seluas 706.765 ha dengan produktifitas 5.803.447 ton/tahun (Hutapea, 1990) yang ada di Indonesia, diperkirakan akan tersedia 23.213.988 - 29.617.485 ton/tahun ampas sagu basah (Asben *et al.*, 2012a). Agar didapat

suatu nilai tambah yang tinggi, diperlukan teknologi pemanfaatan limbah biomassa ampas sagu menjadi produk yang memberi manfaat yang lebih luas.

Indonesia yang memasuki kondisi sebagai net importir dalam penyediaan bahan bakar minyak untuk pemenuhan kebutuhan energi nasional seperti premium, membutuhkan bahan alternative untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penyediaan biofuel dalam bentuk bioetanol dapat menjadi salah satu alternative mengatasi kondisi tersebut. Ampas sagu yang merupakan bahan lignoselulosa mengandung pati, dan diperoleh melalui proses pengolahan pati dari pohon sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) menjanjikan untuk dapat dipromosikan sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol. Produksi bioetanol dari ampas sagu ini bisa menjadi suatu alternatif dalam pemenuhan salah satu kebutuhan bahan bakar minyak nasional dalam bentuk gasohol.

Tulisan ini bertujuan untuk menginformasikan alternatif penyediaan salah satu jenis biofuel melalui proses produksi bioetanol dari limbah hasil pertanian berupa ampas sagu.

Bapak, Ibu dan para hadirin yang berbahagia,

Selanjutnya saya akan mencoba untuk membahas mengenai :

II. BIOFUEL SEBAGAI ALTERNATIF PEMECAHAN PERMASALAH ENERGI NASIONAL

2.1 Kondisi Bioenergi (Biofuel) Dunia dan Nasional

Bioenergi adalah sumber energi terbarukan yaitu sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik. Bioenergi mempunyai sifat *renewable*, ramah lingkungan, mengeliminasi efek rumah kaca, kontinuitas bahan baku terjamin, dan proses produksi cukup sederhana.

Bioenergi merupakan bahan bakar alternatif terbarukan yang prospektif untuk dikembangkan, tidak hanya karena harga minyak bumi dunia melonjak naik (tidak stabil) seperti sekarang ini, tetapi juga karena terbatasnya produksi minyak bumi Indonesia. Pengembangan bioenergi ini semakin mendesak untuk segera dilaksanakan, salah satu bentuknya adalah biofuel.

Masalah energi telah menjadi masalah semua negara. Hal tersebut terlihat dari peningkatan jumlah negara di dunia yang secara serius mulai memperkenalkan biofuel khususnya bioetanol dan biodiesel antara lain Argentina, Australia, Brazil, Kanada, Amerika Serikat dan beberapa negara lainnya. Bioenergi terutama biodiesel dan bioetanol (bio fuel) merupakan alternatif untuk menyelesaikan masalah ketersediaan bahan bakar yang saat ini masih tergantung pada bahan bakar minyak. Pengembangan biofuel di Kawasan Eropa didominasi oleh biodiesel sedangkan Amerika dan Asia lebih didominasi oleh bioetanol.

Di Indonesia biofuel sebagai energi alternatif telah di sediakan Pertamina yaitu dalam bentuk BioSolar dan BioPremium. BioSolar Pertamina terdiri dari campuran 95 % Solar dan 5 % Fatty Acid Methyl Ester (FAME) atau BioSolar B-5, sedangkan BioPremium E-5 terdiri dari campuran 95 % Premium dan 5 % Ethanol Murni. BioPremium di dunia juga dikenal dengan nama gasohol. Biosolar dan Bio Premium telah dijual pada beberapa SPBU milik Pertamina (Hambali *et al.*, 2008). Penyediaan BioSolar dan BioPremium ini akan meningkat sesuai road map pengembangan bioenergi di Indonesia.

2.2 Bioetanol sebagai Bahan Biofuel

Secara umum biofuel dapat dikategorikan menjadi empat jenis bahan bakar, yaitu biodiesel, bioetanol, *Pure Plant Oil* (PPO), dan bio oil. Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar pengganti minyak solar dan minyak diesel industri yang dihasilkan dari minyak nabati atau hewani dari proses esterifikasi dan transesterifikasi. Bioetanol yang dihasilkan dari kelompok bahan karbohidrat dengan proses fermentasi yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak bensin pada kendaraan bermotor. *Pure Plant Oil* (PPO) dihasilkan dari proses pemurnian minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar solar pada mesin diesel putaran rendah dan sedang. Bio-oil merupakan bahan bakar yang diperoleh dari proses pirolisis cepat dari biomassa sebagai pengganti minyak bakar dan kerosine (minyak tanah) (Hambali *et al.*, 2008).

Pengembangan bioetanol sebagai pemenuhan bahan bakar minyak memiliki beberapa keuntungan yaitu penggunaan bioetanol sebagai campuran premium (gasohol) menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah terhadap lingkungan karena kandungan oksigennya dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Bioetanol juga mampu meningkatkan bilangan oktan dan mengurangi penggunaan aditif bertimbang yang berbahaya terhadap lingkungan hidup.

Bahan-bahan biomassa penghasil biofuel (bioetanol)

Bahan-bahan untuk menghasilkan biofuel terutama untuk penghasil bioetanol diusahakan dan diutamakan dari bahan-bahan yang tidak bersaing dengan kebutuhan pangan yaitu dari biomassa yang banyak terdapat di alam.

Harjito *et al.*, (2009) menyatakan, biomassa dapat meliputi produk utama, produk samping, sisa maupun limbah dari pemetikan, pengolahan dan pemanfaatan hasil panen industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan dan perikanan). Ada tiga kelompok utama biomassa yang dapat dijadikan sumber energi : 1) Sisa atau produk samping pemanenan hasil industri budidaya, misalnya jerami, ranting dan cabang pohon penghasil kayu, dan tandan kosong sawit; 2) Produk samping atau limbah pengolahan dan pemanfaatan hasil-panen industri budidaya, misalnya bagas, sekam padi, sabut sawit, tetes, ampas dan limbah cair produksi pati, limbah cair pabrik kelapa sawit, dan sampah organik. (3) Produk utama industri budidaya yang dikhususkan sebagai perkebunan energi (*energy plantation*), misalnya nira tebu untuk pembuatan alkohol (di Brasil), minyak jarak pagar untuk pembuatan biodiesel, dan biomassa pohon cepat tumbuh seperti *miscanthus*, poplar dan willow (di Eropa) untuk bahan bakar pembangkit tenaga listrik

Berdasarkan pengertian biomassa di atas, di Indonesia potensi biomassa ini sangatlah melimpah dan beragam seperti ketersediaan serbuk gergaji, tandan kosong buah sawit, sekam, jerami, bagas, ampas sagu, sabuk buah pinang, kulit kakao, dan lainnya. Bahan-bahan ini potensial digunakan untuk menghasilkan bioetanol sebagai salah satu bentuk biofuel.

Bioetanol dan syarat sebagai biofuel

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dari sumber daya hayati dengan cara fermentasi menggunakan bantuan *S. cerevisiae*. Etanol memiliki berat jenis 0.7937 g/ml ($t = 15.56\text{ }^{\circ}\text{C}$); titik didih $78.32\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 766 mmHg. Sifat kimia dari etanol adalah larut dalam air dan eter, mempunyai panas pembakaran 328 Kkal (Paturau 1981). Etanol mempunyai sifat mudah terbakar dan mudah menguap.

Bioetanol adalah salah satu bentuk dari biofuel. Bioetanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) merupakan cairan biokimia yang dihasilkan melalui proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme Ristek (2006). Campuran bioetanol dengan bensin (premium) dikenal dengan istilah gasohol. Etanol berdasarkan kadar alkoholnya terbagi menjadi tiga *grade* yaitu *grade* industri dengan kadar alkohol 90-95%, netral dengan kadar alkohol 96-99.5% (umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi), dan *grade* bahan bakar dengan kadar alkohol di atas 99.5-100%. Bioetanol yang termasuk biofuel adalah bioetanol dalam *grade* bahan bakar (*fuel grade*).

Hanbali *et al.*, (2008) menyatakan di dunia Internasional di kenal 2 (dua) jenis etanol untuk bahan bakar yaitu hydrous ethanol dan anhydrous ethanol. Hydrous ethanol merupakan etanol yang banyak digunakan di negara Brazil dengan aplikasi E100 (100% etanol) dan modifikasi pada mesin kendaraan. Sedangkan anhydrous ethanol dibagi menjadi tiga yaitu : 1) *Oxygenate*, merupakan anhydrous ethanol yang diaplikasikan dalam bentuk E3 (3% etanol dan 97% bensin). Manfaat dari *oxygenate* adalah sebagai pengganti MTBE (metil tertiary butyl ether); 2) *Extender*, diaplikasikan dalam bentuk E3-E15 (20) (substitusi bensin 3-15%). Etanol ini digunakan untuk mensubstitusi bensin tanpa memerlukan modifikasi pada mesin kendaraan; dan 3) *Flexi fuel*, merupakan aplikasi etanol untuk E10 and for FFV E-85. Gasohol ini memerlukan operasi mesin khusus pada bensin biasa E10 hingga E85. penggunaan *flexi fuel* digabung dengan teknologi *Flexi-Fuel Vehicles* (FFV) terbukti secara keseluruhan dapat mengurangi emisi CO_2 dibandingkan dengan mesin bensin biasa. Jenis kendaraan yang menggunakan *flexi fuel* adalah Volvo, Renault, Ford.

2.3 Regulasi Pemerintah Terkait Biofuel

Pengembangan bioenergi atau bahan bakar nabati sebagai sumber energi alternatif sangat strategis untuk mengatasi permasalahan yang ada. Kebijakan pemerintah merupakan bagian dari kekuatan daya dukung untuk mencapai keberhasilan pengembangan bioenergi di Indonesia

Dalam mengamankan penyediaan energi nasional, pemerintah Indonesia telah membuat kebijakan melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti Bahan Bakar Minyak. Salah satu alternatif sumber energi yang mendapat perhatian besar dari pemerintah adalah bioenergi atau bahan bakar nabati, yaitu dengan diterbitkannya Instruksi Presiden No.1 Tahun 2006 tertanggal 25 Januari 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain. Kebijakan pemerintah untuk mendukung pengembangan Bahan Bakar Nabati (BBN) ini juga telah dituangkan dalam bentuk Deklarasi, sampai kepada penunjukkan Tim Kerja Tingkat Nasional. Adanya regulasi yang baik dan kuat serta dapat diaplikasikan dilapangan akan sangat mendorong dalam program penyediaan bahan bakar nabati (bioenergi) termasuk biofuel.

Bapak, Ibu dan para hadirin yang saya hormati,

Berikutnya saya akan membahas dan menguraikan mengenai :

III. PRODUKSI BIOETNOL DARI AMPAS SAGU

3.1 Sagu, Ampas Sagu dan Kandungannya

Balitbanghut (2005) melaporkan areal sagu di Indonesia umumnya tersebar di Papua, Maluku, Riau, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara. Diperkirakan 90% areal sagu Indonesia berada di Papua. Lahan sagu berupa hutan sagu terdapat sebesar 1.250 juta ha dengan lahan sagu semi budidaya terdapat sekitar 148 ribu ha. Lahan semi budi daya ini tersebar di

wilayah kepulauan Riau, Mentawai, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua.

Batang sagu berbentuk silinder dan merupakan bagian yang terpenting karena sebagai gudang penyimpanan pati/karbohidrat. Pada umur 3-11 tahun tinggi batang bebas daun sekitar 3-16 m, bahkan mencapai tinggi 20 m. Diameter batang sagu sekitar 50 cm bahkan dapat mencapai 80-100 cm, umumnya diameter bagian bawah lebih besar dan mengandung pati tinggi dibandingkan dengan bagian atas (Alfon dan Bustaman 2005). Djoefrie (2003) menyatakan, pengolahan batang sagu menjadi pati sagu hanya 16-28%. Lebih lanjut ditambahkan Alfon dan Bustaman (2005), Ekstraksi sagu secara tradisional menghasilkan tepung sagu basah maksimal 150 kg/hari, rendemen hasil hanya 20-26%. Syakir (2005) menyatakan hasil ikutan pengolahan sagu berupa kulit batang dan ampas sekitar 72%, merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal dan dapat menimbulkan pencemaran.

Ampas sagu merupakan salah satu limbah pengolahan pati sagu yang mempunyai kandungan bahan yang spesifik, yaitu disamping disusun oleh lignoselulosa juga terdapat kandungan pati yang cukup tinggi. Bintoro (1990) melaporkan kandungan ampas sagu sebagai berikut: protein kasar 0.62%, lemak 0.4%, abu 4.65%, pati 72.45%, dan ADF 13.42%. Asben *et al.* (2012a), melaporkan kandungan ampas sagu sebagai berikut : Selulosa 21.53 %, hemiselulosa 14.26%, pati 51.53%, protein 1.3%, lemak 1.7 % dan bahan ekstraktif 4.75% berdasarkan perhitungan berat kering. Kandungan pati ampas sagu ini bisa dipisahkan lagi, dimana sebelumnya tidak dapat dipisahkan secara fisik dan mekanis lewat ekstraksi pati sagu. dapat Ekstraksi lebih lanjut dapat dilakukan lewat suatu rekayasa perlakuan fisik-kimia dan biologi (enzimatik). Pemisahan bagian pati dari bahan lignoselulosa ampas sagu dapat dipermudah dengan menggunakan perlakuan awal (*prereatment*)

Pre-treatment limbah hasil pertanian yang mengandung lignoselulosa umumnya dilakukan untuk mempermudah terjadinya konversi enzimatik dari selulosa menjadi glukosa dan gula sederhana lainnya. Proses pre-treatment ampas sagu dapat meliputi pengeringan dan pengecilan ukuran, sehingga mempermudah mendapatkan bagian yang diinginkan. *Pre-treatment* ini akan dapat membantu

memisahkan komponen seperti pati yang terikat kuat pada material dengan lebih baik. Banyak metode *pre-treatment* yang dapat memisahkan dan mendegradasi ikatan dan bahan yang mengandung lignoselulosa.

3.2 Proses dan Teknik Produksi Bioetanol

Penyediaan hidrolisat secara hidrotermal-enzimatik

Proses penyediaan hidrolisat dari ampas sagu dilakukan dari beberapa tahapan proses, diawali dari pendekatan metode *pre-treatment* karena ampas sagu merupakan bahan lignoselulosa berpati. *Pre-treatment* ampas sagu untuk mempermudah pemisahan dan konversi komponen pati. Proses ekstraksi ampas sagu untuk memisahkan bagian pati secara maksimal dari ampas sagu dapat dilakukan dengan menggunakan panas. Rekayasa proses secara fisik menggunakan panas (termal), yang diikuti hidrolisis enzimatik pada ampas sagu dikenal sebagai hidrotermal-enzimatik. Metode hidrolisis hidrotermal-enzimatik ini dilakukan untuk mendapatkan hidrolisat mengandung gula yang tinggi dari pati ampas sagu, dimana bagian selulosa dan hemiselulosa dipisahkan untuk penggunaan lebih lanjut. Proses hidrotermal merupakan pemisahan pati yang sekaligus merupakan proses gelatinisasi pada pati ampas sagu. Perlakuan pemisahan dan gelatinisasi pati ampas sagu dirancang dengan menggunakan panas yang lebih tinggi dari proses gelatinisasi yang umumnya dilakukan. Perlakuan panas secara fisik (termal) ini akan dapat meningkatkan pemisahan kandungan pati yang terikat cukup kuat pada bagian lignoselulosa dalam limbah ampas sagu. Hidrolisat hasil hidrolisis konversi pati ampas sagu dalam penyediaan gula sederhana dapat dilanjutkan dengan enzimatik. Ampas sagu dalam produksi bioetanol, dijadikan hidrolisat yang mengandung gula sederhana dengan 2 metode yang berbeda yaitu : 1) Hidrotermal -enzimatik dan 2) Hidrolisis menggunakan asam.

Terdapat tiga tahapan pada metode hidrolisis-enzimatik ampas sagu, yaitu: tahap gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Tahap gelatinisasi merupakan pembentukan suspensi kental dari granula pati, tahap likuifikasi yaitu proses hidrolisis pati parsial yang ditandai dengan menurunnya viskositas dan sakarifikasi yaitu proses lebih lanjut dari hidrolisis untuk menghasilkan glukosa.

Pada tahap likuifikasi terjadi pemecahan ikatan α -1,4 glikosidik oleh enzim α -amilase pada bagian dalam rantai polisakarida secara acak sehingga dihasilkan glukosa, maltosa, maltodekstrin dan α -limit dekstrin. Pada proses likuifikasi, α -amilase hanya akan memecah ikatan α -1,4 yang terdapat pada amilosa menghasilkan polimer yang dikenal sebagai dekstrin. Ikatan 1,6 dalam amilopektin tidak bisa dihidrolisis oleh enzim ini (Meyer 1973). Menurut Kulp (1975), α -amilase pada amilopektin menghasilkan glukosa, maltosa, dan oligosakarida dengan jumlah monomer 4 atau lebih yang semuanya mempunyai ikatan α -1,6-glikosidik. Setelah terjadi likuifikasi, selanjutnya bahan akan mengalami proses sakarifikasi oleh enzim amiloglukosidase (glukoamilase). Amiloglukosidase merupakan eksoenzim yang terutama memecah ikatan α -(1,4) dan α -(1,6) secara lambat dengan melepaskan unit-unit glukosa dari ujung non reduksi molekul amilosa dan amilopektin untuk memproduksi 6-D-Glukosa.

Hasil hidrolisis ampas sagu yang didapatkan dari beberapa perlakuan dengan metode hidrotermal menggunakan ampas sagu 4 %, memberikan hasil terbaik pada hidrolisat dengan perlakuan suhu 115 °C selama 15 menit dengan autoclave (proses gelatinisasi). Hidrolisat yang dihasilkan menghasilkan gula pereduksi 0.610 g/L, total gula 0,64 g/L, pati 18.18 g/L, dengan kandungan selulosa 46.99 % dan rendemen residu ampas sagu 39.73%.

Hidrolisat ampas sagu hasil hidrolisis hidrotermal dilanjutkan dengan proses likuifikasi dan sakarifikasi. Kandungan hidrolisat hasil proses likuifikasi dan sakarifikasi ditampilkan pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Kandungan hidrolisat ampas sagu hasil proses likuifikasi dan sakarifikasi hidrolisat ampas sagu hasil hidrolisis hidrotermal

No	Perlakuan	Gula Pereduksi (g/L)	Total Gula (g/L)	DP	DE (%)
1.	Likuifikasi	7.10	21.78	3.07	32.60
2.	Sakarifikasi	20.39 ^a	23.55 ^a	1.16	86.58

Hidrolisat ampas sagu hasil sakarifikasi ini telah bisa digunakan untuk proses produksi bioetanol. Hanya perlu peningkatan konsentrasi kandungan gula (gula pereduksi atau total gula) minimal sampai konsentrasi 100 g/L atau 10%.

Penyediaan hidrolisat secara hidrolisis asam

Hidrolisis asam dapat digunakan untuk memecah komponen polisakarida menjadi monomer-monomer. Proses hidrolisis yang sempurna akan memecah selulosa dan pati menjadi glukosa, sedangkan hemiselulosa akan terpecah menjadi pentosa dan heksosa. Asam sulfat (H₂SO₄) dan asam klorida (HCl) merupakan asam yang dapat digunakan sebagai katalis dalam proses hidrolisis. Hidrolisis asam merupakan proses yang berlangsung secara acak dan tidak terpengaruh dengan adanya ikatan α -1,6-glikosidik. Pemotongan rantai pati oleh asam tidak teratur dibandingkan pemotongan rantai oleh enzim, sehingga hasilnya adalah campuran antara dekstrin, maltosa, dan glukosa (Chaplin dan Buckle 1990). Kelemahan dari hidrolisis asam adalah timbulnya senyawa inhibitor seperti hidroksimetil furfural (HMF) dan furfural yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam proses fermentasi untuk menghasilkan etanol. Suhu, waktu, dan konsentrasi asam yang digunakan selama proses hidrolisis sangat mempengaruhi proses terbentuknya komponen HMF dan furfural (Palmqvist dan Hagerdal 2000). Keuntungan hidrolisis asam adalah waktu proses lebih singkat, teknologi sederhana, pengaturan kondisi proses yang lebih mudah, dan biaya yang lebih murah karena tidak melibatkan enzim.

Penyediaan hidrolisat ampas sagu secara hidrotermal-enzimatik yang telah dilakukan dibandingkan dengan penyediaan hidrolisat dengan metode hidrolisis asam (H₂SO₄ 0.25 M) pada kondisi hidrolisis yang sama (ampas sagu 4%, 115 °C selama 15 dalam autoclave), dengan kandungan selulosa 40.26% dan rendemen residu ampas sagu 30.03% Perlakuan diberikan dengan pemekatan sampai konsentrasi ampas sagu diperkirakan 20%. Hidrolisat yang dihasilkan pada konsentrasi ampas sagu 4% mengandung gula pereduksi 18.20 g/L, total gula 23.83 g/L, DP 1.31 dan DE 76.34%. Pemekatan sampai kandungan ampas sagu menjadi 20% meningkatkan kandungan hidrolisat yang dihasilkan. Hasil hidrolisat ampas sagu pada konsentrasi 20% yaitu gula pereduksi 88.07 g/L, total

gula 115.42 g/L, dengan DP 1.31 dan DE 76.29 (Asben *et al.*, 2012b) Konsentrasi kandungan hidrolisat pada konsentrasi ampas sagu 20% ini sudah cukup untuk memproduksi bio etanol.

Potensi hidrolisat dari selulosa ampas sagu

Bagian selulosa dari hasil pemisahan pati ampas sagu baik secara hidrotermal-enzimatik maupun hidrolisis asam, dapat juga dihidrolisis menjadi hidrolisat yang mengandung gula. Selulosa dari bagian ampas sagu dapat dikonversi menjadi glukosa dengan cara hidrolisis sakarifikasi berat (dapat menggunakan HCl konsentrasi yang lebih tinggi) dan dilanjutkan dengan menggunakan enzim yang sesuai (selulase). Penggunaan enzim-enzim selulase secara langsung maupun dengan memanfaatkan mikroorganisme penghasil enzim tersebut dapat dilakukan bersamaan dalam proses fermentasi bioetanol (*Simultaneous saccharification and fermentation* (SSF) dan *Simultaneous saccharification and co-fermentation* (SSCF)). Bagian residu selulosa ampas sagu dapat juga direkayasa dalam konversi menjadi hidrolisat yang mengandung glukosa dengan proses satu tahap menggunakan kapang *Trichoderma reesei*. Komponen utama dari sistem enzim selulase *T. reesei* adalah tipe kedua dari enzim selobiohidrolase yang dinamakan CBH I dan CBH II, dengan jumlah total mencapai 80% dari total protein selulase yang dihasilkan (Lynd *et al.* 2002 diacu dalam Anonim 2009). Penyediaan hidrolisat dari selulosa (hemiselulosa) bahan berlignoselulosa (termasuk ampas sagu) masih dalam kajian dan tahap penelitian yang mendalam.

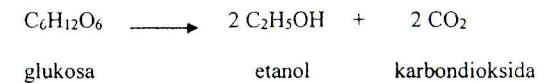
Hidrolisat ampas sagu sebagai hasil proses hidrolisis ampas sagu baik dari konversi pati ampas sagu pada umumnya, maupun dari proses konversi bagian selulosa ini akan dapat diproduksi menjadi bioetanol.

Proses fermentasi hidrolisat ampas sagu

Secara umum proses fermentasi dari hidrolisat ampas sagu yang mengandung gula-gula sederhana (glukosa) dilakukan dengan bantuan *Saccharomyces sp* atau *Zymomonas mobilis*. *S. cerevisiae* yang merupakan khamir yang paling populer dalam pengolahan makanan memproduksi alkohol

dari bahan pati dan gula (Paturau 1981). Menurut Rehm dan Reed (1981), *S. cerevisiae* sering dipakai pada fermentasi etanol karena menghasilkan kadar etanol yang tinggi, toleran terhadap kadar etanol yang tinggi, maupun pada suhu tinggi, tetap stabil selama kondisi fermentasi, dan dapat bertahan hidup pada pH rendah.

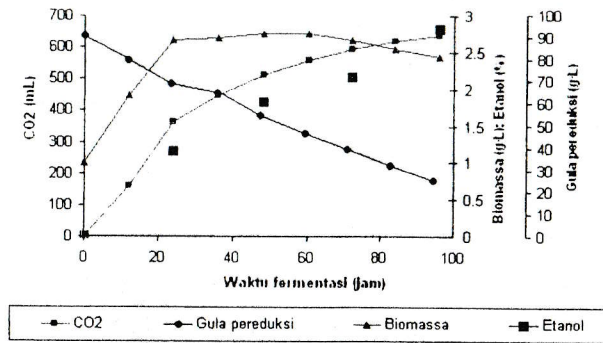
Monomer gula dari hidrolisat ampas sagu dapat diubah secara anaerobik menjadi alkohol oleh *S. cerevisiae*. Secara teoritis, setiap molekul glukosa diubah menjadi 2 molekul etanol dan 2 molekul CO₂ menurut persamaan Gay Lussac seperti berikut (Amerine *et al.*, 1987):



atau dalam dasar berat, 51.1% gula diubah menjadi etanol, dan 48.9% diubah menjadi karbondioksida. Akan tetapi pada kenyataannya hasil tersebut tidak dapat tercapai karena adanya hasil sampingan, berupa penggunaan gula untuk pertumbuhan dan metabolisme khamir.

Hasil penelitian proses fermentasi dari hidrolisat ampas sagu menjadi bioetanol dari 2 metode yaitu hidrotermal-enzimatik dan hidrolisis asam (konsentrasi ampas sagu 20%; kadar gula pereduksi ± 100 g/L), ternyata gula pereduksi pada kedua jenis hidrolisat sebagai substrat untuk produksi bioetanol tidak habis dikonsumsi pada akhir proses fermentasi. Sisa gula pereduksi untuk metode hidrotermal enzimatik adalah 23.96 g/L, dan dengan metode hidrolisis asam adalah 42.12 g/L. Adanya sisa gula pereduksi ini diduga - salah satunya - karena terdapatnya inhibitor berupa HMF pada masing-masing hidrolisat. Kadar HMF pada hidrolisat hidrotermal-enzimatik sebesar 0.24 mg/100 g sampel (0.0025 mg/mL B_j 1.0148), jauh lebih kecil dibanding yang dikandung dalam hidrolisat dengan metode hidrolisis H₂SO₄ 0.25 M yaitu 2.49 mg/100 g sampel (0.0264 mg/mL, B_j 1.0618). HMF dapat mempengaruhi *S.cerevisiae* dalam mengkonsumsi gula pereduksi sebagai substrat untuk pertumbuhannya, yang akhirnya mempengaruhi pembentukan etanol yang berkaitan dengan efisiensi penggunaan substrat dan rendemen etanol yang dihasilkan.

Adapun pola proses fermentasi bioetanol dari hidrolisat ampas sagu dengan metode hidrotermal-enzimatik dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini.



Gambar 2. Pola proses fermentasi bioetanol dari hidrolisat ampas sagu dengan metode hidrotermal-enzimatik (A3 20%).

Berdasarkan perhitungan Yp/s (produk yang terbentuk per unit massa nutrient yang dikonsumsi) untuk hidrolisat ampas sagu secara hidrotermal-enzimatik, maka pada penggunaan gula pereduksi 100 g/L akan didapatkan kadar etanol sebesar 41.9 g/L atau 4.19% (b/v). Pada hidrolisat ampas sagu metode H₂SO₄ 0.25 M kadar etanol sebesar 40.9 g/L atau 4.09% (b/v). Presscot dan Dunn (1981) menyatakan etanol dengan kadar sekitar 5% (v/v) mulai dapat mempengaruhi aktivitas khamir, tetapi alkohol berantai panjang dengan kadar di atas 5% (v/v) akan menghambat aktivitas khamir tersebut (Reed dan Pepler 1973). Etanol dengan konsentrasi tinggi merupakan racun bagi khamir. Etanol pada konsentrasi tinggi dapat mendenaturasi protein dan melarutkan lemak, sehingga dinding sel khamir menjadi rusak dan selanjutnya khamir akan mati (Fiechter 1982).

Hidrolisat ampas sagu dengan metoda hidrolisis hidrotermal-enzimatik mempunyai efisiensi penggunaan substrat yang lebih tinggi dibanding hidrolisat ampas sagu dengan metode H₂SO₄ yaitu 73.21% dan 58.52% masing-masingnya. Kandungan gula pada hidrolisat dengan metoda hidrotermal-enzimatik lebih banyak dikonsumsi oleh *S. cerevisiae* sehingga dapat memberikan kadar etanol

yang lebih tinggi. Hal ini tidak terlepas dari kandungan komponen tertentu yang mengganggu perkembangan *S. cerevisiae* pada hidrolisat.

Rendemen etanol dari hidrolisat yang berasal dari bagian pati ampas sagu dihitung menurut metoda Badger 92012). Rendemen etanol ampas sagu dengan menggunakan substrat hidrolisat netode hidrotermal-enzimatik lebih tinggi dibandingkan substrat hidrolisat metode H₂SO₄ 0.25 M. Rendemen etanol dari substrat hidrolisat metode hidrotermal-enzimatik (A3 20%) adalah sebesar 16.7% (b/b), sedangkan substrat dari hidrolisat metode H₂SO₄ 0.25M (D 20%) adalah 11.6% (b/b). Nilai rendemen etanol dari ampas sagu ini lebih tinggi dari nilai rendemen etanol rumput laut yaitu 10.38% (b/b) (Devis 2008.) dan sekam padi sebesar 9.3% (b/b) (Sukumaran *et al.* 2009).

Nilai Tambah Ampas Sagu

Sa'id dan Intan (2000) menyatakan nilai tambah agroindustri adalah nilai yang tercipta dari kegiatan mengubah *input* pertanian menjadi produk pertanian atau yang tercipta dari kegiatan mengolah hasil pertanian menjadi produk akhir. Analisis nilai tambah ampas sagu menggunakan metode Hayami (Hayami *et al.* 1987). Nilai tambah dihitung untuk hidrolisat sebagai bahan baku produksi bioetanol yang lebih baik, yaitu hidrolisat perlakuan hidrotermal-enzimatik.

Hasil perhitungan nilai tambah ampas sagu adalah terhadap hidrolisat yang mengandung gula (10%) dan *by-product* berupa residu selulosa kering. Nilai tambah yang diperoleh dari setiap kg *output* yang dihasilkan (hidrolisat ampas sagu dan residu selulosa ampas sagu) adalah sebesar Rp 444.79 atau sebesar 41.54%. Peningkatan nilai tambah dari ampas sagu akan mendorong dalam penyediaan bahan baku ampas sagu untuk dapat diproses menjadi bioetanol.

Hadirin yang saya hormati,

Bioetanol yang diperoleh dari ampas sagu perlu pemurnian. Teknik purifikasi/pemurnian yang ada dapat mendorong bioetanol yang dihasilkan dari ampas sagu sampai pada *grade* bahan bakar (*fuel grade*) seperti produksi bioetanol dari bahan baku lainnya. Potensi sagu Indonesia yang besar dengan

diikuti potensi ampas sagu yang besar - baik dengan memanfaatkan bagian pati ataupun selulosa dan hemiselulosa merupakan suatu alternatif yang sangat mungkin dalam penyediaan biofuel dalam bentuk bioetanol demi pemenuhan kebutuhan energi nasional terutama dalam bentuk gasohol. Diperkirakan dari potensi ampas sagu yang ada di Indonesia dapat diproduksi sebanyak 436 689.81 -560 911.45 ton/thn bioetanol untuk bahan biofuel, dimana potensi ampas sagu yang dimanfaatkan adalah 70%. Perkiraan produksi bioetanol ini, baru sumbangan bioetanol dari bagian pati ampas sagu, belum termasuk bioetanol dari bagian selulosa/hemiselulosa ampas sagu.

Ketersediaan bioetanol sebagai bahan biofuel dalam aplikasinya sangat memerlukan kebijakan dan regulasi yang kuat dari pemerintah. Perlu perhatian dan kebijakan bioenergi dari pemerintah yang lebih jelas, dan mendorong terhadap produksi dan penggunaan bahan bakar nabati dalam pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak nasional.

Penutup

Ampas sagu telah dapat diproduksi menjadi bioetanol terutama dari bagian patinya. Potensi bioetanol dari ampas sagu sebagai alternatif penyediaan bahan biofuel cukup besar, hal ini berdasarkan luasan tanam sagu dan potensi limbah ampas sagu yang tersedia di Indonesia. Bioetanol dari ampas sagu dengan pemurnian lanjut dapat disediakan dalam bentuk *fuel grade* bagi bahan biofuel.

Akhir kata, saya mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian Bapak dan Ibu serta hadirin semuanya, dan permohonan maaf disampaikan jikalau ada kekurangan dan kesalahan dalam penyampaian orasi ilmiah ini. Saya tutup dengan mengucapkan Wabillahi taufik wal hidayah, wassalamu a'laikum warahmatullahi wabarakatuhh.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfons JB, Bustaman S. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Sagu di Maluku*. Maluku: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Amerine MA, Berg HW, Kunkee RE, Ough CS, Singleton VI, Webb AD. 1987. *Technology of Wine Making*. Connecticut: The AVI Publishing Co. Inc.
- Anonim. 2009. *Trichoderma reesei*. <http://malicemrc.wordpress.com/2009/02/24/trichoderma-reesei/>. [15 Oktober 2009].
- Asben A, Irawadi T.T, Syamsu K, dan Haska N. 2012a. Kajian Potensi dan Pemanfaatan Limbah Ampas Sagu Setelah Pretreatment. *Jurnal Lumbang. Politeknik Pertanian Payakumbuh*. Vol 11 (1). Januari 2012. Hal 1-11.
- Asben A, Irawadi T.T, Syamsu K, dan Haska N. 2012b. Pretreatment dan Hidrolisis Lanjut Ampas Sagu Dengan H₂SO₄ 0.25 M dalam Penyediaan Hidrolisat Mengandung Gula Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. Vol 16 (2). September 2012. Hal 20-28.
- [Balitbanghut] Badan Penelitian Pengembangan Kehutanan. 2005. *Potensi Hutan Sagu, Kendala Pemanfaatan dan Prospek Pengembangannya [Makalah]*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan.
- Badger PC. 2002. Etanol from cellulose : A general review. In: Janick and Whikpey, editors. *Trends in new crops and new uses (Reprinted)*. Alexandria: ASHS Press.
- [RISTEK] Badan Riset dan Teknologi Indonesia. 2006. Paper Tentang Bioetanol. [terhubung berkala] <http://www.ristek.go.id>. [27 Oktober 2007].
- Bintoro HMH, Hariyanto B, Horigone T, Marangkey MP, Sakaguchi E, Takamura Y. 1990. Feeding value of pith and pith residue from sago Palm. *Okayama: Proceeding Takahashi-Shi Nutrition Conference*. hlm 1-12.
- Bintoro HMH. 2008. *Bercocok Tanam Sagu*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB Bekerjasama dengan Universitas Tokyo. IPB Press.
- Bintoro HMH. 2011. Progress of Sago Research in Indonesia. Di dalam: Siregar IZ, Sudaryanto T, Ehara H, Suwardi, Lubis I, Ardie SW, editor. *Sago for food Security, Bio-energy, and Industry from Research to Market. Proceeding of The 10th International Sago Symposium*. Bogor. October 29-30 2011. Bogor: Bogor Agricultural University-The Indonesian Sago Palm Society. hlm 36-41.
- Bruce A, Palfreyman JW. 1998. *Forest Product Biotechnology*. London: Taylor and Francis LTD.
- Bujang K. 2011. Potential of sago for commercial production of sugar. Di dalam: Siregar IZ, Sudaryanto T, Ehara H, Suwardi, Lubis I, Ardie SW, editor. *Sago for food Security, Bio-energy, and Industry from Research to Market. Proceeding of The 10th International Sago Symposium*. Bogor. October 29-30 2011. Bogor: Bogor Agricultural University-The Indonesian Sago Palm Society. hlm 36-41.
- Chaplin MF, Buckle C. 1990. *Enzyme Technology*. New York: Cambridge University Press.
- Chew TY, Shim YL. 1993. Management of Sago Processing Wastes. In: Yeoh BG, Chee KS, Phang SM, Isa Z, Idris A, Mohamed M, eds. *Waste management in*

- Malaysia – current status and prospects for bioremediation. Kuala Lumpur: Ministry of Science, Technology and the Environment.
- Devis FH. 2008. Bioetanol Berbahan Dasar Ampas Rumput Laut *Kapaphucus alvarezii* [Skripsi]. Bogor: Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Djoefrie MHB. 2003. Potensi Pemanfaatan Sagu Untuk Industri dan Pangan. Di dalam: Akuba RH, Mahmud Z, Karmawati, Lolong AA, Lay A, editor. *Sagu Untuk Ketahanan Pangan*. Manado, 6 Oktober 2003, Manado: Prosiding Seminar Sagu Nasional. hlm 16-19.
- [ESDM] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2006. Kebijakan Energi Nasional dalam Konteks Pengembangan Biofuel di Indonesia. [Makalah disampaikan pada Simposium Biodiesel Indonesia]. Jakarta. 5-6 September 2006. Jakarta: Institut Pertanian Bogor dan Forum Biodiesel Indonesia.
- Fiechter A. 1982. *Advances In Biochemical Engineering*. Berlin: Springer-Verlag.
- Flach M. 1997. *Sago Palm Metroxylon sago Rottb*. Rome: IPGRI.
- Hayami Y, Kawagoe T, Marooka Y, Siregar M. 1987. *Agricultural Marketing and Processing in Upland Java. A Prespective From A Sunda Village*. Bogor: CGPRT Center.
- Harjito, Kaidir, dan Wahyudi D. 2008. Proses Produksi Bio-oil dengan Teknologi Pirolisis Cepat. SBRC-Institut Pertanian Bogor. 56 hal
- Kulp K. 1975. Karbohidrat. In: Reed G, ed. *Enzymes in Food Processing*. 2nd ed. New York: Academic Press.
- Meyer LH. 1973. *Food Chemistry*. New York: Reinhold Publ.
- Paturau JM. 1981. *By-Product of The Cane Sugar Industrial : An Introduction to Their Industrial Utilization*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co.
- Presscot SC, Dunn CG. 1981. *Industrial Microbiology*. New York: Mc.Graw-Hill
- Ramalatu F J. 1981. Distribusi dan Potensi Pati Beberapa Sagu (*Metroxylon* sp) di Daerah Seram Barat [Karya Ilmiah]. Bogor: Fakultas Pertanian /Kehutanan yang Berafiliasi dengan Fakultas Pertanian IPB.
- Rehm HJ, Reed G. 1981. *Biotechnology*, Vol.1: Microbial Fundamental. Weinheim: Verlag Chemie GmbH.
- Reed G, Peppler HJ. 1973. *Yeast Technology*. Connecticut: The AVI Publ.
- Sa'id EG, Intan AH. 2000. Menghitung nilai tambah produk agribisnis. *Komoditas* 11(19): 48.
- Sukumaran RK, Singhania RR, Pandey A. 2005. Microbial cellulases production, application and challenges. *J Sci Indust Res* 65: 832-844.
- Syakir M. 2005. Potensi Limbah Sagu Sebagai Amelioran dan Herbisida Nabati pada Tanaman Lada Perdu [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

CURICULUM VITAE

Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Ir. Alfi Asben, MSI
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	196804251994031002
5	NIDN	0025046807
6	Tempat, Tanggal Lahir	Bukittinggi, 25 April 1968
7	E-mail	alfi_asben@yahoo.com
8	Nomor Telepon/HP	081363449690
9	Alamat Kantor	Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Kampus Limau Manis. Padang 25163
10	Nomor Telepon/Faks	(0751) 72772
11	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S1= 63, S2= 2
12	Mata Kuliah yang Diampu (S1)	Mikrobiologi Pangan
		Teknologi Fermentasi
		Pengantar Agroindustri
		Kimia Analitik
		Mikrobiologi Umum
Mata Kuliah yang Diampu (S2)	Mikrobiologi Pangan Lanjut	
	Teknologi Pengolahan Bioteknologi Industri	

Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Andalas	Insitut Pertanian Bogor	Institut Perta. Bogor
Bidang Ilmu	Teknologi Pangan	Teknologi Industri Pertanian	Teknologi Industri Pertanian

Tahun Masuk-Lulus	1987- 1992	1995-1999	2007 - 2012
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengaruh tingkat konsentrasi Mg(OH) ₂ dan HCl terhadap beberapa faktor mutu petai (<i>Parkia speciosa</i> Hassk) botol setelah penyimpanan satu bulan	Kajian proses isolasi dan pemurnian biosurfaktan dari isolat lokal <i>B. licheniormis</i> BMN 14.	Rekayasa proses produksi hidrolisat dari ampas sago sebagai substrat untuk pembuatan bioetanol
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Nurhaida Hamzah	Dr. Ir. M. Romli MSc	Pro. Dr. Ir. Tun Tedja Irawadi, MS

Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian
1	2010	Study of Sago Hampas' Cellulose Conversion to Glucose In Batch Fermentation
2	2011	Hibah Doktor
3	2012	Isolasi dan Identifikasi Jamur Penghasil Glukoamilase dari Ampas Sagu
4	2013	Formulasi Media (Kombinasi Ampas dengan Pati Sagu dan Sumber Nitrogen) dalam Produksi Glukoamilase Menggunakan <i>Gliocladium</i> KE.
5	2014	Kajian Pembuatan Tablet Effervescent Probiotik Ekstrak Daun Senduduk (<i>melastoma malabathricum</i> . linn) Sebagai Minuman Fungsional
6	2014	Rekayasa Peralatan dan Proses Penyamakan Kulit Kambing dengan Gambir Skala Industri Kecil (anggota)
7	2014	Studi Tingkat Pertumbuhan Beberapa Jamur Untuk Konsumsi Pada Media Pertumbuhan Dan Bibit Sebar Berbasis Limbah
8	2015	Rekayasa proses pembuatan biobriket dengan penggunaan perekat ataupun tanpa perekat dari limbah tandan kosong

		kelapasawit yang telah mengalami proses pengempaan dan defiberasi(anggota)
9	2015	Kajian Karakterisasi dan Stabilitas Pigmen Alami dan Lovastatin yang Dihasilkan <i>Monascus purpureus</i> pada Substrat Umbi-umbian

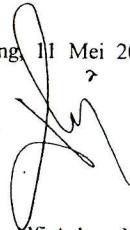
Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Symposium of JENESYS Programme 2009. Custruction of Bio-refinery Network Based by Collaboration with Agriculture and Technology in Southeast Asia.	<i>Study of Sago Hampas' Cellulose Conversion to Glucose In Batch Fermentation</i>	March 26 th , 2010. Tokyo University of Agriculture and Technology.
2	<i>The 10th International Sago Symposium</i>	Study of Sago Hampas' Cellulose Conversion to Glucose In Batch Fermentation	29-30 Oktober 2011, IPB-Bogor
3	International conference on sustainable, agriculture, food, and energy (SAFE)	Isolation and Identification of Glucoamilase Producer Fungus from Sago Hampas	12-14 Mei 2012 Unand- Padang
4	Seminar Nasional tentang Kebijakan dan Penembangan Teknologi Hilirisasi Dalam Upaya Peningkatan Nilai Tambah Produk Pertanian,	Pengaruh Perbandingan Pelarut Air Dalam Maserasi Daun Senduduk Terhadap Komponen Kimia dan Antimikroba Ekstrak Daun Senduduk	03 Desember 2014 Politeknik Negeri Payakumbuh

5	International Conference on Quality Improvement and Development of Food Product (QID-Food 2015)	The Effect of Coating Matrix and Drying Method on Encapsulation Process of <i>Lactobacillus casei</i> against its Dried Preparation	18 April 2015
---	--	---	---------------

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Padang, 11 Mei 2015



Dr. Ir. Alfi Asben, MSi