

Introduksi Pembuatan Bioetanol Berbasis Pati dan Limbah Sagu di Kecamatan Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan

Dindin Hidayatul Mursyidin*¹, Tanto Budi Susilo², Badruzsaufari¹, Yudhi Ahmad Nazari³,
Abubakar Tuhuloula⁴

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat

²Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat

³Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat

⁴Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

*Penulis korespondensi: dindinhidayatul@ulm.ac.id

Received: 25 April 2024 / Accepted: 30 Mei 2024

Abstract

Sago starch and waste are two raw materials with a good prospect of being developed into bioethanol. This activity aimed to transfer knowledge and technology for making bioethanol from starch and sago waste in Sungai Tabuk District, Banjar Regency, South Kalimantan. This activity was done through socialization and technical assistance in producing bioethanol from starch and sago waste for the target community, including monitoring and evaluation activities. In its implementation, as many as 24 local farmers who are members of the sago cooperative in the local area participated enthusiastically in the activity. Their enthusiasm can be seen from the atmosphere of the discussion, the technical implementation, and the results of the questionnaire they filled out. In assisting in bioethanol production, the farming community uses distillation equipment specially designed and made by the implementation team. As a result, through this activity, the insight and skills of sago farmers in Sungai Tabuk District, Banjar Regency, South Kalimantan have increased in utilizing sago starch and waste in bioethanol. However, the target community needs further assistance to prepare a pilot project for producing bioethanol from starch and sago waste on a small industrial scale. Finally, good cooperation and synergy between the university implementation team and the target community is very necessary for the sustainability of the program.

Keywords: Bioethanol, Sago palm, Agricultural waste, Destillator

Abstrak

Pati dan limbah sagu merupakan salah satu bahan baku yang memiliki prospek sangat baik untuk dikembangkan menjadi bioetanol. Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan transfer ilmu dan teknologi pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu di Kecamatan Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan. Kegiatan ini dilaksanakan melalui sosialisasi dan pendampingan teknis pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu kepada masyarakat sasaran, termasuk kegiatan monitoring dan evaluasinya. Dalam pelaksanaannya, sebanyak 24 orang petani lokal yang merupakan anggota koperasi sagu di wilayah setempat mengikuti kegiatan tersebut dengan antusias. Antusiasme mereka terlihat dari suasana diskusi, pelaksanaan teknis dan hasil kusioner yang mereka isi. Dalam pendampingan pembuatan bioetanol, masyarakat petanimggunakan alat destilator yang dirancang dan dibuat khusus oleh tim pelaksana. Alhasil, melalui kegiatan ini wawasan dan keterampilan petani sagu di Kecamatan Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan meningkat untuk memanfaatkan pati dan limbah sagu menjadi bioetanol. Namun, perlu dilakukan pendampingan lebih lanjut untuk menyusun proyek pilot pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu skala industri kecil oleh masyarakat sasaran. Terakhir, kerjasama dan sinergi yang baik antara tim pelaksana perguruan tinggi dengan masyarakat sasaran sangat diperlukan untuk keberlanjutan program.

Kata kunci: Bioetanol, Sagu, Limbah pertanian, Destilator

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi dunia dari minyak bumi (BBM) dari tahun ke tahun semakin berkurang. Padahal minyak bumi merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan. Hal ini karena hampir 80% kebutuhan energi (bahan bakar) dunia disuplay dari minyak bumi. Pada tahun 2010, cadangan minyak bumi dunia diperkirakan hanya tinggal 25% dari total minyak bumi yang tersedia. Sementara cadangan minyak bumi di Indonesia diperkirakan hanya tinggal 10.73×10^9 barrel (Puppan, 2002). Oleh karena itu, pencarian sumber energi baru untuk memenuhi kebutuhan energi pada masa mendatang mutlak dilakukan.

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang dapat dijadikan pengganti bahan bakar minyak yang sekarang ada. Bioetanol adalah jenis bahan bakar alternatif yang berasal dari bahan-bahan alami (biomassa) yang memiliki banyak kelebihan dibandingkan minyak bumi, terutama ramah terhadap lingkungan. Bahan bakar ini mempunyai angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan bensin, sehingga dapat menggantikan fungsi bahan aditif, seperti *metil tertiary butyl ether* (MTBE). Disamping itu, bioetanol merupakan bahan bakar yang tidak beracun, tidak mengakumulasi gas karbondioksida (CO_2) dan relatif kompatibel dengan mobil bensin atau diesel (Sa´nchez & Cardona, 2008).

Secara umum, bioetanol dapat diproduksi dari berbagai pati umbi-umbian, seperti ubi kayu atau singkong, jagung, kentang, dan sagu. Namun, dari berbagai sumber tersebut, pati sagu merupakan bahan baku yang sangat potensial untuk dikonversi menjadi bioetanol. Menurut Flach (1997), pati sagu mengandung karbohidrat dengan jumlah relatif tinggi, sebesar 85,90%, dibandingkan ubi kayu atau singkong (23,70%), jagung (71,70%), atau kentang (23,70%). Awg-Adeni et al. (2010), melaporkan bahwa selain pati, limbah atau ampas sagu juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol karena masih mengandung amilosa sebesar 66% dan selulosa (14%).

Melihat potensinya, ketersediaan sagu dan limbahnya untuk bahan baku bioetanol relatif besar. Di Indonesia sebagai contoh, masih tersedia sekitar 1,4 juta hektar perkebunan sagu yang tersebar di beberapa wilayah, terutama Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua (Flach, 1997). Secara khusus di Kalimantan Selatan, meskipun perkebunan sagu di wilayah ini memiliki luas relatif lebih kecil dibandingkan wilayah lainnya di Indonesia, namun produksinya mampu mencapai 9,2 ton per hektar, atau lebih tinggi 0,2 ton dari produksi sagu Papua (Ditjen Bina Produksi Pertanian, 2003).

Pada tahun 2015, luas perkebunan sagu di Kalimantan Selatan mencapai lebih dari 6,5 ribu hektar, dimana kabupaten Banjar merupakan wilayah yang menghasilkan produk tepung sagu terbesar dengan produksi mencapai 867 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016). Jika diasumsikan, 10 ton pati sagu kering dapat dikonversi menjadi 6 kilo-liter bioetanol (Gusmayanti et al., 2010), maka kabupaten Banjar diperkirakan mampu menghasilkan bioetanol sebanyak 520,2 kilo-liter.

Oleh karena itu, pengembangan bioetanol dari pati dan limbah sagu merupakan hal yang sangat penting dan menarik dilakukan. Hal ini karena sagu merupakan jenis tanaman yang mudah dibudidayakan, tidak memerlukan persyaratan tertentu untuk tumbuh, dan mampu tumbuh pada tanah yang kurang subur, misalnya lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan. Disamping itu, sagu bukan merupakan sumber pangan utama untuk pemenuhan kebutuhan karbohidrat penduduk Indonesia. Sehingga jika dikonversi menjadi bioetanol atau produk lain, maka tidak akan berpengaruh secara signifikan terhadap ketahanan pangan nasional (Gusmayanti et al., 2010).

Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan introduksi mengenai pembuatan bioetanol berbasis pati dan limbah sagu kepada masyarakat lokal petani sagu di Kecamatan Sungai Tabuk, Kalimantan Selatan melalui kegiatan sosialisasi dan pendampingan teknis pembuatan bioetanol secara langsung. Dalam kegiatan sosialisasi, penggunaan media

interaktif melalui audio-visual dan *leaflet* atau *booklet* akan dilakukan dengan tujuan agar masyarakat sasaran dapat dengan mudah menerima informasi dari tim pelaksana kegiatan. Adapun dalam kegiatan pendampingan, metode praktek langsung akan dilakukan untuk memudahkan dan meningkatkan partisipasi aktif dari masyarakat sasaran untuk membuat bioetanol secara langsung. Metode evaluasi melalui kuisioner dan monitoring langsung ke lapangan akan dilakukan pula untuk mengamati keberlanjutan program.

2. METODE

Dalam kegiatan ini dilaksanakan beberapa tahap kegiatan, dengan prosedur lengkap sebagai berikut:

Persiapan

Tahap ini meliputi perizinan dan koordinasi dengan mitra petani sagu di Kecamatan Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan, koordinasi dengan institusi tim pelaksana (program studi dan fakultas), pengadaan alat dan bahan penunjang kegiatan, serta diskusi dalam tim untuk pembagian tugas dan rekrutmen mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan.

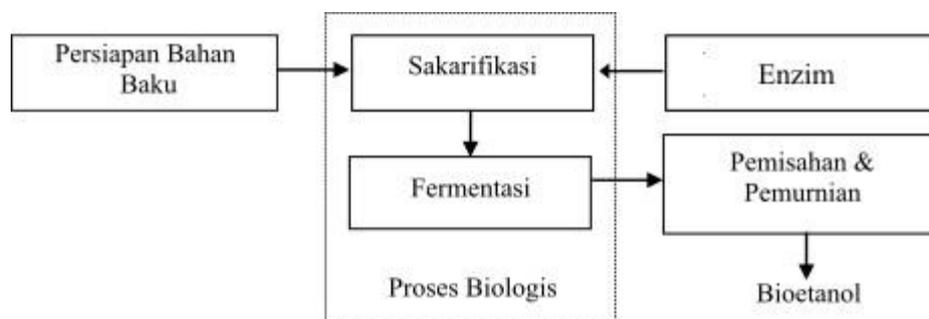
Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan meliputi kegiatan pembuatan bioetanol dari tepung dan limbah sagu, sosialisasi dan pendampingan teknis pembuatan bioetanol bagi petani sagu di Kecamatan Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan, dengan penjabaran kegiatan sebagai berikut:

Pembuatan bioetanol

Pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu dilakukan secara sederhana dengan beberapa tahapan kegiatan, meliputi penyiapan bahan, sakarifikasi dan fermentasi, serta pemisahan dan pemurnian bioetanol dari senyawa lain (Gambar 1).

Bahan baku (pati sagu) dilarutkan dan dicampur dengan dengan enzim. Setelah itu campuran dimasak hingga menjadi bubur, dan setelah menjadi bubur campuran didinginkan untuk proses selanjutnya (sakarifikasi). Proses sakarifikasi dilaksanakan pada temperatur 40-60°C menggunakan beberapa enzim yang didapatkan dari kapang/jamur *Aspergillus niger*. Adapun proses fermentasi dilaksanakan tanpa adanya udara (*anaerob*) pada temperatur 30°C dan pH 5,0 menggunakan fermentor. Proses fermentasi ini menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Proses terakhir, pemisahan dan pemurnian bioetanol dari senyawa lain menggunakan metode destilasi (Purwadi, 2007).



Gambar 1. Proses pembuatan bioetanol. Diadaptasi dari Purwadi (2007)

Sosialisasi dan pendampingan

Kegiatan ini dilakukan secara langsung kepada mitra petani sagu melalui ceramah dan praktek langsung pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu, mengikuti prosedur sebelumnya. Sosialisasi dan pendampingan kegiatan juga dilakukan terhadap pihak-pihak yang terlibat (terkait), terutama aparat pemerintahan kecamatan setempat.

Penyelesaian

Tahap penyelesaian meliputi kegiatan monitoring dan evaluasi, serta penyusunan dan pengandaan laporan kegiatan. Adapun penjabaran dua kegiatan adalah sebagai berikut:

Monitoring dan evaluasi

Evaluasi dilakukan melalui kuisisioner yang diisi oleh masyarakat petani sagu untuk mengetahui keberhasilan transfer ilmu dan teknologi pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu. Kuisisioner diisi pada saat sebelum dan setelah kegiatan (ceramah dan pendampingan) berlangsung. Melalui kuisisioner ini, akan diketahui seberapa besar pemahaman dan kemampuan masyarakat sasaran untuk mengonversi pati dan limbah sagu menjadi bioetanol. Disamping itu, hasil kuisisioner juga akan diketahui permasalahan-permasalahan yang dihadapi dan tindak lanjut untuk kegiatan berikutnya.

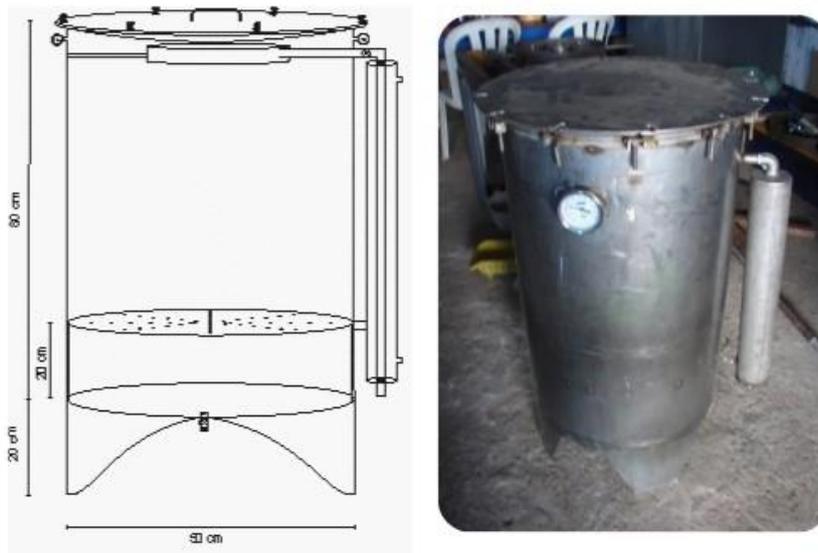
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh rangkaian kegiatan pendampingan bagi masyarakat sasaran (petani sagu di Kec. Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan) untuk memanfaatkan pati dan limbah sagu menjadi bioetanol secara umum berjalan lancar. Berikut adalah hasil dari beberapa rangkaian kegiatan tersebut.

Rancang Bangun Alat Pembuat Bioetanol

Tim pelaksana telah merancang dan membuat alat pembuat bioetanol (destilator portabel) yang terbuat dari *stainless steel* (Gambar 2). Alat ini mempunyai kapasitas maksimal untuk menampung bahan baku pembuatan bioetanol lebih kurang 150 liter. Penggunaan bahan *stainless steel* pada alat ini dilakukan dengan pertimbangan supaya alat tidak mudah berkarat dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama oleh para petani sagu. Disamping itu, penggunaan kapasitas maksimal bahan baku dalam alat tersebut dilakukan dengan harapan agar produksi bioetanol dapat optimal dan efisien dilakukan oleh masyarakat sasaran. Dengan kata lain, masyarakat petani sagu dapat memproduksi bioetanol dalam skala kecil (rumah tangga).

Alat pembuat bioetanol juga dilengkapi dengan termometer skala yang menempel langsung pada badan alat dan destilator. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi ketika memonitor suhu pada saat mendestilasi bioetanol. Sebagai tambahan, bahwa alat pembuat bioetanol ini merupakan alat sederhana yang tidak menggunakan energi listrik sebagai pemanas. Sumber panas dihasilkan melalui kompor gas yang diletakkan di bawah alat tersebut. Di masa mendatang, barangkali alat tersebut dapat dimodifikasi pada bagian penghasil sumber panas, dengan tidak menggunakan gas namun memanfaatkan bahan baku (semacam kayu bakar) yang ada di sekitar petani. Atau bila memungkinkan dengan membuat briket dari limbah sagu yang dihasilkan dari proses pengolahan sagu. Meskipun hal tersebut memerlukan kajian lebih lanjut. Penggunaan energi listrik hanya diaplikasikan pada pompa air untuk mengalirkan air sebagai pendingin kondensor pada saat destilasi berlangsung.

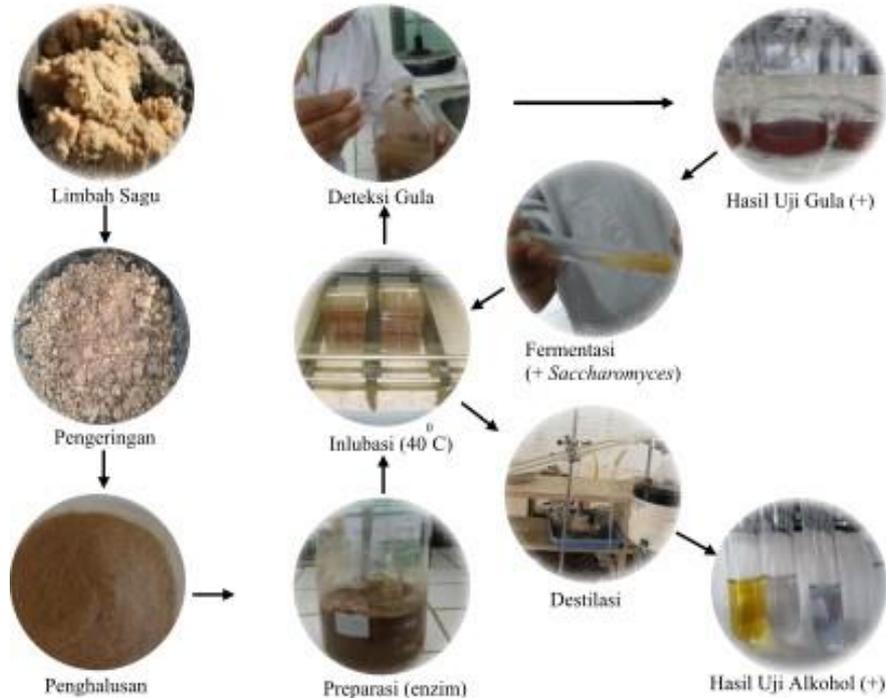


Gambar 2. Rancangan alat (kiri) dan alat pembuat bioetanol (kanan) yang siap digunakan oleh masyarakat sasaran

Uji Coba Pembuatan Bioetanol Skala Laboratorium

Uji coba pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu dilakukan oleh tim pelaksana dan dibantu oleh beberapa orang mahasiswa. Uji coba tersebut dilakukan di Laboratorium Dasar FMIPA Universitas Lambung Mangkurat. Gambar 3 memperlihatkan aktivitas kegiatan uji coba pembuatan bioetanol di laboratorium. Secara umum kegiatan uji coba pembuatan bioetanol ini berjalan dengan baik (sukses). Ada beberapa kegiatan yang dilakukan dalam tahap uji coba ini, diantaranya persiapan bahan, sakarifikasi dan fermentasi, serta destilasi bioetanol. Pada tahap persiapan, bahan baku berupa pati dan limbah sagu diperoleh langsung dari petani sagu di Kec. Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan. Pati dan limbah sagu tersebut kemudian dikeringkan dan dipreparasi lebih lanjut dengan penambahan enzim (sakarifikasi). Penambahan enzim dilakukan pada saat pati dan limbah sagu telah dibuat menjadi bubur (masing-masing dengan konsentrasi 10%). Sakarifikasi pati sagu menggunakan enzim α -amilase, sementara limbah sagu menggunakan α -amilase dan selulase. Proses sakarifikasi ini dilakukan dengan menggunakan waterbath shaker pada suhu 60°C (untuk α -amilase) dan 40°C (untuk selulase), selama 24 jam. Setelah itu, kandungan gula diukur secara kualitatif menggunakan pereaksi *fehling*. Hasilnya, larutan pati dan limbah sagu dapat dikonversi menjadi gula ditandai perubahan warna larutan menjadi hijau tua dan terbentuknya endapan berwarna merah bata (Gambar 3).

Tahap berikutnya adalah fermentasi, dilakukan dengan menambahkan biakan *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti). Kegiatan ini dilakukan menggunakan waterbath shaker pada suhu 40°C, selama 24 jam, dengan tujuan untuk mengubah gula yang telah terbentuk dari proses sebelumnya menjadi bioetanol. Hasil kegiatan ini, terlihat pula bahwa setelah 24 jam, keberadaan gula dalam larutan mampu dikonversi menjadi bioetanol, hal ini diperlihatkan melalui uji kualitatif keberadaan alkohol menggunakan pereaksi Kalium Permanganat (positif ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi biru). Hasil uji coba ini, selanjutnya dijadikan acuan untuk kegiatan sosialisasi dan pendampingan teknis pembuatan bioetanol di masyarakat.



Gambar 3. Uji coba pembuatan bioetanol dari limbah sagu di Laboratorium Dasar Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

Sosialisasi dan Pendampingan Teknis Pembuatan Bioetanol

Sosialisasi dan pendampingan teknis pembuatan bioetanol berbasis pati dan limbah sagu telah dilaksanakan oleh tim pelaksana. Gambar 4 dan 5 memperlihatkan suasana kegiatan sosialisasi dan pendampingan teknis pembuatan bioetanol tersebut. Kegiatan ini diikuti oleh 24 orang peserta, terutama anggota masyarakat yang tergabung dalam koperasi sagu di wilayah tersebut. Dalam kegiatan ini, 4 orang mahasiswa terlibat aktif untuk membantu kelancaran pelaksanaan (Gambar 4). Dalam kegiatan ini pula, masyarakat yang mengikuti kegiatan sosialisasi terlihat sangat antusias untuk menyimak pemaparan pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu. Bahkan dalam sesi diskusi, banyak dari warga masyarakat yang mengajukan pertanyaan, hal ini dilatarbelakangi karena minimnya wawasan mereka untuk memanfaatkan serta mengonversi pati dan limbah sagu menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Selama bertahun-tahun, para petani di wilayah ini telah mengolah sagu menjadi pati (tepung), namun mereka tidak mengetahui bahwa tepung yang mereka hasilkan ternyata dapat dikonversi menjadi bioetanol. Begitu pula dengan limbah sagu, selama ini mereka tidak memanfaatkan limbah tersebut karena langsung dibuang ke sungai begitu saja.



Gambar 4. Kegiatan sosialisasi pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu di Kec. Sungai Tabuk, Kalimantan Selatan (kanan: 4 orang mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan)

Dalam kegiatan sosialisasi pembuatan bioetanol (Gambar 4), media audio-visual, leaflet maupun *booklet* (terlampir) juga digunakan untuk mendukung lancarnya kegiatan tersebut. Oleh karena itu, masyarakat sasaran lebih mudah untuk menerima transfer ilmu dan teknologi dari tim pelaksana. Adapun dalam kegiatan pendampingan teknis (Gambar 5), hanya beberapa peserta saja yang dilibatkan (sekitar 7 orang), hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa orang-orang inilah yang nantinya akan menjalankan proyek pilot pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu. Kegiatan pendampingan teknis ini dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat pembuat bioetanol yang dirancang dan dibuat oleh tim pelaksana.



Gambar 5. Pendampingan teknis pembuatan bioetanol bagi masyarakat petani sagu di Kec. Sungai Tabuk, Kalimantan Selatan, menggunakan alat yang dirancang dan dibuat tim pelaksana

Monitoring dan Evaluasi

Hasil monitoring dan evaluasi (rekapitulasi kuisisioner) memperlihatkan bahwa kegiatan sosialisasi dan pendampingan teknik pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu sangat penting dan bermanfaat bagi masyarakat petani sagu di Kec. Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan. Hal ini diperlihatkan oleh hasil yang dibagikan kepada masyarakat serta kemampuan mereka untuk memproduksi bioetanol dari pati dan limbah sagu yang ada di sekitar mereka. Meskipun bioetanol yang dihasilkan oleh petani sagu belum diketahui kadarnya dengan pasti, namun sebagai gambaran bahwa hal tersebut adalah langkah maju untuk memberdayakan dan membuka cakrawala baru bagi para petani di Kec. Sungai Tabuk, Kalimantan Selatan. Ke depan, barangkali desa ini dapat dijadikan desa binaan, sehingga terjalin harmonisasi yang baik dan kuat antara mitra perguruan tinggi (tim pelaksana) dan petani sagu, serta pihak-pihak lainnya.

4. KESIMPULAN

Kegiatan sosialisasi dan pendampingan teknis pembuatan bioetanol dari pati dan limbah sagu untuk masyarakat petani sagu di Kec. Sungai Tabuk, Kab. Banjar, Kalimantan Selatan terlaksana dengan baik. Secara umum, petani sagu di wilayah tersebut meningkat wawasan dan kemampuannya untuk mengonversi pati dan limbah sagu menjadi bioetanol. Oleh karena itu, kedepan diharapkan terjalin kerjasama yang baik antara tim pelaksana (mitra perguruan tinggi) dengan masyarakat petani sagu di wilayah tersebut untuk membuat proyek pilot pembuatan bioetanol berbasis pati dan limbah sagu, dan dihasilkan produk bioetanol komersial untuk mendukung peningkatan kesejahteraan masyarakat setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, atas dana hibah IbM yang telah diberikan untuk pelaksanaan kegiatan ini (Nomor. 009/SP2H/KPM/DIT.LITABMAS/V/2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2000). *TTG Budidaya Pertanian: Sagu (Metroxylon sp.)*. Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Jakarta.
- Awg-Adeni, D. S., Abd-Aziz, S., Bujang, K., & Hassan, M. A.. (2010). Bioconversion of sago residue into value added products. *African Journal of Biotechnology*, 9(14), 2016-2021.
- Direktorat Jendral Perkebunan. (2016). *Statistik Perkebunan Indonesia 2015- 2017 (Sagu)*. Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan, Jakarta.
- Flach, M. (1997). *Sago palm Metroxylon sagu Rottb. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome-Italy. 76.
- Gusmayanti, E., Maherawati, Krisnohadi, A., & Sholahuddin. (2010). Simulating Bioethanol Production from Sago Palm Grown on Peatland of West Kalimantan, Indonesia. *AFITA, International Conference, The Quality Information for Competitive Agricultural Based Production System and Commerce*, 4-7 October 2010.
- McClatchey, W., Manner, H. I., & Elevitch, C. R. (2006). *Metroxylon amicarum, M. paulcoxii, M. sagu, M. salomonense, M. vitiense and M. warburgii (sago palm)*, ver 2.1. In: C.R. Elevitch (ed.) *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawaii.
- Mursyidin, D. H. (2007). Ubi kayu dan bahan bakar terbarukan. *Banjarmasin Post*, 29 Desember 2007.
- Puppan, D. (2002). Environmental Evaluation of Biofuels. *Periodica Polytechnica Ser. Soc. Man. Sci.* 10(1), 95-116.
- Purwadi, R. (2007). *Bioethanol : Bahan Bakar Terbarukan*. Makalah Presentasi Workshop Bioetanol. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Sa´nchez, O. J. & Cardona, C. A. (2008). Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. *Bioresource Technology*, 99, 5270-5295.
- Tarigan, D. D. (2001). Sagu Memantapkan Swasembada Pangan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 23(5), 1-3.