

## LIMBAH SAGU: POTENSI LOKAL UNTUK MEDIA PUPUK HAYATI

(Sago Waste: Local Waste Product for Biofertilizer Media)

Reginawanti Hindersah<sup>1</sup>, A. Marthin Kalay<sup>2</sup>, Agus Jacob<sup>2</sup> dan Abraham Talahaturuson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor Kabupaten Bandung (40600), email: [reginawanti@unpad.ac.id](mailto:reginawanti@unpad.ac.id)

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Budidaya Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Jl. Ir. Putuhena, Kampus Poka Ambon

Telp. 0911-322499, Fax. 0911-322498, email: [marthinkalay@yahoo.com](mailto:marthinkalay@yahoo.com)

### ABSTRACT

Sago starch production leaves solid and liquid wastes that has not been used optimally. Both organic substances still contains a lot of nutrients, and could be processed into raw material for bio-fertilizers media. Solid waste, known as ela sago, has been developed into compost while the liquid waste did not. The objective of this study was to verify volume ratio of liquid inoculant of *Azotobacter chroococcum* in solid inoculant produced from ela sago; and determine the concentration of sago waste water as a growth medium of biofertilizer *A. chroococcum*. This study confirms population of *A.chroococcum* and *T. harzianum* in ela sago compost reached  $10^6$  cfu/g and  $10^8$  cfu/g consecutively following enrichment with either 2% or 4% of *A. chroococcum* liquid inoculant. Sago wastewater can used support *A.chroococcum* growth. This study proved that waste from sago starch production could be used as a natural medium for biofertilizer.

**Key words:** *Azotobacter*, Biofertilizer medium, Sago waste, *Trichoderma*

## PENDAHULUAN

Sumberdaya genetik unggulan lokal Maluku, Sagu (*Metroxylon sagu*) ditebang, dikupas kulitnya dan empulurnya diolah menjadi tepung sagu. Ekstraksi fraksi padat untuk mengeluarkan pati dari batang sagu yang dihancurkan membutuhkan air. Proses ini dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan sebanyak mungkin pati, dan menyisakan limbah berupa ampas sagu (ela sagu) dan limbah cair. Keduanya masih mengandung sejumlah substansi penting sehingga dapat dimanfaatkan sebagai input organik dalam pertanian berkelanjutan. Penggunaan limbah sagu tidak hanya sekedar mengurangi polusi pengolahan sagu tetapi juga menyediakan solusi ekonomis untuk pengelolaan limbah sagu.

Kandungan nutrisi di ampas sagu termasuk sangat rendah, dengan komposisi 0,62 % protein kasar; 0,4 % lemak; 4,65 % abu; dan 72,45 % pati (Bintoro *et al.*, 1990). Pengelolaan limbah padat sagu yang telah dilakukan oleh Universitas Pattimura adalah mengkomposkannya secara aerob bersama dengan pupuk kandang, sampah organik, dolomit dan aktivator EM4 untuk dijadikan kompos ela sagu.

Pengelolaan limbah sagu saat ini lebih diarahkan pada limbah padat. Pada hal, Pengolahan sagu memerlukan banyak air, sehingga limbah cair sagu dapat mencapai 94-97 % (Awg-Adeni *et al.*, 2010) dengan rasio C:N sebesar 105:0,12 (Phang *et al.*, 2000). Di dalam empulur dan ampas sagu terdapat sejumlah kecil polisakarida bukan pati (*non-starch polysaccharide*) yaitu selulosa, hemiselulosa dan

lignin. Dengan memperhatikan komposisi empulur dan limbah padat sagu, di dalam limbah cair sagu kemungkinan besar akan terdapat gula-gula sederhana sehingga dapat dijadikan media pertumbuhan bakteri pupuk hayati. Dalam produksi pupuk hayati, gula sederhana seperti glukosa dan sukrosa adalah sumber karbon dan energi bakteri heterotrof. Namun, kadar nitrogen yang rendah mungkin dapat menghambat proliferasi bakteri, diperlukan penambahan sumber nitrogen untuk memperkecil C/N.

Dalam pertanian berkelanjutan penggunaan mikroba menjadi penting untuk antara lain menurunkan penggunaan bahan kimia pengendali penyakit dan dosis pupuk anorganik. Fungi *Trichoderma harzianum* dikenal sebagai agen biokontrol yang bekerja melalui mekanisme mikoparasitisme, antibiosis, kompetisi untuk nutrisi dan ruang, induksi resistensi dan inaktivasi enzim patogen (Harman, 2014). *Trichoderma* dan *Paecilomyces* mampu menurunkan penyakit busuk akar selada sampai 100 % (Setyowati *et al.*, 2003). Mikoba penting lainnya dalam pertanian ramah lingkungan adalah *Azotobacter* yang meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme fiksasi nitrogen setara 20-40 kg N ha<sup>-1</sup> (Arjumend, 2006), memproduksi hormon sitokinin (Hindersah *et al.*, 2003), giberelin (Hindersah dan Simarmata, 2004) dan auksin (Wedhastri, 2002), serta menghasilkan eskopolisakarida (Hindersah *et al.*, 2006, Gauri *et al.*, 2012).

Produksi inokulan berbasis bahan alami sangat penting untuk dapat menghasilkan agen hayati berharga cukup murah untuk dapat

terbeli petani. Potensi bahan organik dalam pertanian berkelanjutan tidak sebatas karbon tanah, kompos dapat dijadikan media padat pembawa agen hayati maupun pupuk hayati. Dijelaskan oleh Uddin (2012), gambut, pupuk kotoran dan kompos dapat digunakan sebagai *carrier* bakteri *Rhizobium* BAU 107. Kascing yang diperoleh dari cacing tanah (*Perionyx excavatus*) cocok untuk digunakan sebagai *carrier* bakteri *Azotobacter* pempfiksasi nitrogen dan populasinya terus meningkat setelah inkubasi 60 hari (Packialakshmi and Riswana, 2014). Universitas Pattimura telah mengembangkan Bokelas Plus yaitu kompos ela sagu yang diperkaya *Trichoderma harzianum*.

Belum diperoleh informasi mengenai proliferasi bakteri potensial di dalam limbah cair sagu. Penelitian pendahuluan ini penting dilakukan untuk mendapatkan informasi viabilitas kedua mikroba di limbah sagu. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan dosis inokulan cair *A. chroococcum* dalam produksi inokulan padat pupuk hayati berbasis bokelas plus dan menetapkan konsentrasi biakan murni *A. chroococcum* yang diinokulasikan pada limbah cair sagu sebagai media perbanyak pupuk hayati.

## BAHAN DAN METODE

Bahan biologis yang diteliti, *Azotobacter chroococcum* disediakan oleh Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran; dan *Trichoderma harzianum* dari Laboratorium Nematologi Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Kompos ela sagu komersial dibeli dari produsen kompos di Kota Ambon, dengan C

organik 28,7 %; C/N 14; N total 1,14 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.11 %, K<sub>2</sub>O 4,32 %, mikro nutrisi Fe, Cu, Zn dan Mn, dan kadar air 27,52 %. Limbah cair sagu diperoleh dari lokasi produksi tepung sagu di Waai Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah dengan pH 6,8.

Penelitian terdiri atas dua bagian yaitu (1) penetapan dosis kultur cair *A. chroococcum* untuk memperkaya inokulan padat - berbasis ela sagu - agen hayati hayati *T. harzianum*, dan (2) Penetapan dosis biakan murni *A. chroococcum* pada produksi inokulan cair berbasis limbah cair sagu.

### **Penetapan dosis kultur cair *A. chroococcum* untuk memperkaya inokulan padat *T. harzianum***

Biakan murni *T. harzianum* dipersiapkan di media padat ela sagu-sekam-dedak steril dengan perbandingan 1:1:1 (v:v:v) di dalam petridish, yang telah diinkubasi pada suhu kamar selama 10 hari. Biakan murni *T. harzianum*, kepadatan 10<sup>11</sup> konidiospora/g, diproduksi pada media organik mengandung ela sagu, sekam dan dedak (1:1:1; v:v:v) dengan waktu inkubasi 10 hari pada suhu kamar. *A. chroococcum* diperbanyak dalam kultur cair media Vermani dengan nitrogen (Vermani *et al.*, 1997) selama 3 hari pada suhu 30 °C di dalam inkubator, dan disimpan selama 3 bulan. Kultur cair *A. chroococcum* ini mengandung 10<sup>7</sup> cfu ml<sup>-1</sup>.

Kompos ela sagu diperkaya dengan inokulan *T. harzianum*, sebanyak 10 % (v:v) biakan murni *T. harzianum* diinokulasikan ke kompos ela sagu dan diinkubasi selama 3 hari. Kepadatan spora *T. Harzianum* di dalam kompos ela

sagu setelah inkubasi adalah  $10^8$  spora/g. Populasi *Azotobacter* kompos yang telah diperkaya agen hayati ini adalah  $8,7 \times 10^3$  cfu g<sup>-1</sup>.

Percobaan laboratorium dilakukan tanpa rancangan yang menguji efek dosis kultur cair *A. chroococcum* terhadap daya hidupnya di dalam kompos ela sagu yang diperkaya *T. harzianum* (Bokelas Plus). Sebanyak 100 g kompos diinokulasi dengan 2 % dan 4 % (v/b) kultur cair bakteri *Azotobacter*. Inokulan disemprotkan merata ke permukaan inokulan padat *Trichoderma* dan dihomogenasi dengan spatula baja tahan karat. Inokulan padat diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari, saat dilakukan pengukuran kepadatan sel bakteri dengan metode tidak langsung. Sebanyak 1 g inokulan diencerkan sampai  $10^{-6}$  di dalam *buffer* NaCl fisiologis. Sebanyak 0,2 mL suspensi dari pengenceran  $10^{-5}$  dan  $10^{-6}$  masing-masing dimasukkan ke dalam petridish dan selanjutnya dituangkan media Ashby bebas N. Kultur diinkubasi pada 30 °C selama 48 jam untuk melihat pertumbuhan koloni bakteri *Azotobacter*.

#### **Pentapan dosis biakan murni *A. chroococcum* pada produksi inokulan cair berbasis limbah cair sagu**

Penelitian laboratorium tanpa rancangan ini menguji dua dosis biakan murni *A. chroococcum* yaitu 5 % dan 10 %. Limbah cair sagu sebanyak 100 ml ditempatkan di dalam erlenmeyer 250 ml untuk disterilisasi dengan autoclave selama

20 menit. Media dibiarkan semalam dan diinokulasi dengan kultur cair di dalam media Vermani dengan dosis sesuai perlakuan. Unit kontrol adalah media Vermani yang diinokulasi dengan 5 % kultur cair bakteri yang sama. Kultur disimpan di suhu ruang selama 3 hari tanpa agitasi, namun dihomogenasi secara manual secara berkala.

Di akhir inkubasi diukur populasi *Azotobacter* total dengan metode langsung menggunakan haemoytometer dan diamati di bawah mikroskop cahaya pada perbesaran 400x. Kemasaman kultur diukur di hari ke tiga untuk mendapatkan gambaran produksi asam organik oleh *Azotobacter*.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Populasi *A. chroococcum* di dalam inokulan padat *T. harzianum***

Penelitian pendahuluan ini memperlihatkan bahwa bakteri pupuk hayati *A. chroococcum* dapat bertahan dan memperbanyak diri di dalam kompos ela sagu yang mengandung *Trichoderma*. Sampai 7 hari setelah inkubasi, kepadatan sel *Azotobacter* mencapai peningkatan satu desimal. Di awal inokulasi, berdasarkan perhitungan matematis, kepadatan *Azotobacter* di media padat dengan perlakuan dosis 2 % dan 4 % masing-masing adalah  $2 \times 10^5$  dan  $4 \times 10^5$  cfu g<sup>-1</sup>. Pada hari ke 7, populasi bakteri di media dengan 2 % dan 4 % *Azotobacter* tidak banyak berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Kepadatan sel *A. Chroococcum* di dalam inokulan padat agen hayati *T. harzianum* sampai 7 hari setelah inkubasi

Perlakuan <i>Azotobacter</i>	Sebelum inkubasi	Setelah inkubasi
Bokelas Plus tanpa <i>Azotobacter</i>	$8,7 \times 10^3$	$6,7 \times 10^3$
Inokulasi 2 %	$2 \times 10^5$	$1,7 \times 10^6$
Inokulasi 4 %	$4 \times 10^5$	$2,2 \times 10^6$

\*Data dari tiga ulangan

*Azotobacter* adalah bakteri heterotrof yang menggunakan bahan organik sebagai sumber energi, sumber karbon dan sumber nitrogen. Menurut Rumawas *et al.* (1996), ampas sagu mengandung 22,1 % selulosa dan 14,3 % hemiselulosa. Pada penelitian ini C/N kompos ela sagu adalah 25,17 di atas C/N bakteri sekitar 7, sedangkan jamur 25 (Alexander, 1977). Dengan C/N tersebut berfungsi aktif mendegradasi bahan organik yang dapat menyediakan sumber N untuk bakteri.

Pada hari ke 7 telah terlihat peningkatan koloni *Azotobacter*. Telah diketahui sejak beberapa dekade lalu bahwa sumber karbon *Azotobacter* adalah hasil degradasi bahan organik yang dapat berupa glukosa, sukrosa, manitol, alkohol, asam organik  $\beta$ -hydroxybutyrate 0,2 %, dan sodium benzoat 0,25 % (Brotonegoro, 1974; Page, 1986). Namun demikian, di dalam tanah, organisme ini hampir tidak mendapatkan kesempatan untuk memakai gula tersebut, kebanyakan energi diperoleh dari produk dekomposisi glukosa (atau sumber gula lain), seperti etanol, asam asetat, propanol, butanol, asam butirrat, asam asetat (Brotonegoro, 1974) dan asam fenolik (Wu *et al.*, 1989). Penelitian dinamika populasi fungi dan bakteri

dengan penambahan alfalfa (C/N=15) dan jerami barley (C/N=75) ke dalam tanah memperlihatkan bahwa peningkatan populasi fungi mencapai maksimum setelah 3-7 hari sampai lima kali lipat dari awal. Populasi bakteri mencapai lebih dari 5 kali setelah 3-7 hari (Rousk and Baath, 2007). Pada penelitian ini, inokulasi 2 % meningkatkan populasi *Azotobacter* lebih dari 8 kali, sedangkan inokulasi 4 % menginduksi populasi hanya sampai 10 kali.

Hindersah *et al.* (2008) memperlihatkan bahwa waktu yang diperlukan *Azotobacter* untuk menggandakan dirinya adalah sekitar tiga jam. Analisis yang dilakukan BPTP Maluku memperlihatkan bahwa ampas sagu mengandung Fe  $1.086 \text{ mg kg}^{-1}$ , Mn  $700 \text{ mg kg}^{-1}$ , Cu  $16 \text{ mg kg}^{-1}$ , Zn  $35 \text{ mg kg}^{-1}$  dan Vitamin B  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ . *Azotobacter* memiliki nitrogenase dengan kofaktor Fe dan Mo, sehingga adanya Fe di Bokelas Plus mungkin mampu menginduksi sintesis nitrogenase. Pada Bokelas Plus dengan C/N 25, pertumbuhan dibatasi oleh N sehingga sel *Azotobacter* mensintesis nitrogenase dan memfiksasi  $\text{N}_2$  (Oelze, 2000).

#### **Populasi *A. chroococcum* di dalam inokulan cair**

Tabel 2. Kepadatan sel *A. chroococcum* di dalam inokulan cair berbasis limbah cair sagu pada 5 hari setelah inkubasi

Dosis <i>A. chroococcum</i>	Kepadatan sel <i>A. chroococcum</i> (cfu/g)*	pH	DHL ( $\mu$ S/cm)
5 %	$3,77 \times 10^9$	7,9	0,33
10 %	$6,07 \times 10^9$	7,9	0,32

\*Data dari tiga ulangan

Potensi limbah cari pengolahan sagu sebagai sumber nutrisi bakteri heterotrof *Azotobacter* dipertimbangkan berdasarkan komposisi ampas dan selulosa empulur sagu. Selulosa sagu terdiri atas 89 % glukosa dan sejumlah kecil gula lainnya seperti silosa, ramnosa, arabinosa, mannosa, fukosa dan galaktosa (Sun *et al.*, 1999). Meskipun komposisi limbah ela sagu di awal penelitian belum dianalisis, proses produksi tepung sagu melalui penyaringan dan pengendapan bubur empulur memungkinkan fraksi padat sagu dalam jumlah yang signifikan tersuspensi di air limbah. Fraksi larut dalam air juga sangat mungkin berada di dalam limbah cair sagu.

Sebelum inkubasi, populasi *Azotobacter* di limbah cair sagu steril (konsentrasi 5 % maupun 10 %) dan media Vermani steril adalah sekitar  $5 \times 10^5$  cfu/mL. Tabel 1 menjelaskan bahwa limbah cair sagu ideal untuk proliferasi sel, bahkan lebih baik dari pada media kimia Vermani. Unsur hara dan faktor tumbuh di dalam limbah cair sagu agaknya cukup lengkap untuk mensuplai hampir seluruh nutrisi yang diperlukan *Azotobacter*.

Viabilitas *Azotobacter* di Bokelas Plus dan tingginya populasi *Azotobacter* di limbah cair pada pengenceran 5 % dan 10 % menunjukkan bahwa pengembangan pupuk hayati

pemfiksasi  $N_2$  di Maluku dapat menggunakan media produksi lokal. Telah diteliti bahwa potensi ela sagu sebagai bahan baku pakan (Parakassi *et al.*, 2007; Lihorang *et al.*, 2008), pembenah tanah (La Habi *et al.*, 2007) maupun pupuk organik/kompos. Kompos telah diaplikasikan pada lada (Syakir *et al.*, 2009), jagung (Kaya, 2009), kacang tanah (Kalay dan Wijayanti, 2011) dan sawi (Putinella, 2011). Dengan demikian produksi pupuk hayati dan agen hayati dengan media dasar limbah sagu dapat lebih memudahkan aspek produksinya.

## SIMPULAN

Penelitian ini memberikan informasi bahwa Bokelas Plus (Kompos ela sagu yang diperkaya dengan agens hayati *T. harzianum*) dapat sekaligus menjadi media pembawa pupuk hayati *Azotobacter chroococcum*. Pengayaan Bokelas Plus dengan *A. chroococcum* menunjukkan bahwa populasi *A. chroococcum* dapat mencapai masing-masing  $10^6$  cfu  $g^{-1}$ . Penelitian ini membuktikan bahwa *A. chroococcum* dapat berproliferasi di limbah cair sagu. Pada inkubasi hari ke 7, populasinya mencapai  $10^9$ . Pada penelitian ini, kepadatan sel *Azotobacter* di Bokelas Plus maupun limbah cair memenuhi syarat PP 70 tahun 2011 mengenai pupuk hayati.

Penelitian intensif perlu dilakukan untuk optimasi formulasi inokulan padat *Trichoderma-Azotobacter* berbasis ela sagu, serta formulasi inokulan cair *A. chroococcum* berbasis limbah cair. Kajian mendalam komposisi limbah cair sagu akan lebih menjelaskan kekurangan faktor tumbuh untuk bakteri pemfiksasi N<sub>2</sub> sehingga penambahan aditif dapat lebih mengarah. Juga diperlukan penelitian mengenai interaksi antara *Trichoderma-Azotobacter* di media padat serta kandungan metabolit sekunder di inokulan cair *Azotobacter* dengan media tumbuh berupa limbah cair sagu.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagian penelitian ini dilakukan dengan dana dari Skema Penelitian Strategi Nasional tahun anggaran 2014. Kepada Ketua LPPM Unpad dan Ketua Lembaga Penelitian Unpatti yang telah memfasilitasi kerjasama penelitian ini diucapkan terimakasih.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Awg-Adeni, D.S., S. Abd-Aziz, K. Bujang, M.A. Hassan. 2010. Bioconversion of Sago Residue into Value Added Products. *African Journal of Biotechnology*, 9 (14), pp. 2016-2021.
- Arjjumend, H. 2006. *Agro Technology of Organic Farming*. Grassroots Institute. New Delhi.
- Bintoro, H.M.H., B. Hariyanto, T. Horigone, M.P. Marangkey, E. Sakaguchi, Y. Takamura, 1990. Feeding Value of Pith and Pith Residue from Sago Palm. Okayama: Proceeding Takahashi-Shi. Nutrition Conference. P 1-12
- Brotonegoro, S. 1974. Nitrogen Fixation and Nitrogenase Activity of *Azotobacter chroococcum*. H. Veenman & Zonen B.V. Wageningen.
- Gauri, S.S., S.M. Mandal, and B.R. Pati. 2012. Impact of *Azotobacter* exopolysaccharides on Sustainable Agriculture. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2012 Jul; 95(2):331-8. doi: 10.1007/s00253-012-4159-0.
- Harman, G.E. 2014. *Trichoderma* spp., Including *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum* and Other Spp. Deuteromycetes, Moniliales (Asexual Classification System). Cornell University College Of Agriculture And Life Sciences. Dept of Ntomology. Cornell University.
- Hindersah, R., B.N. Fitriatin, dan M.R. Setiawati. 2003. *Azotobacter* Application in Agricultural Soil Management. Proceeding International Conference on Environment and Urban Management. 491-498.
- Hindersah, R., T. Simarmata. 2004. Kontribusi Rizobakteri *Azotobacter* dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah melalui Fiksasi N<sub>2</sub> dan Produksi Fitohormon di Rizosfir. *Jurnal Natur Indonesia* 6: 127-133.

- Hindersah, R. , D. H Arief, S. Soemitro, L. Gunarto. 2006. Exopolysaccharide Extraction from Rhizobacteria *Azotobacter* sp. Proc. International Seminar IMTGT. Medan, 22-23 Juni 2006. Hal 50-55
- Hindersah, R., 2008. Transportasi Kadmium dari Tanah ke Pupus Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) oleh Eksopolisakarida *Azotobacter* sp. Disertasi Universitas Padjadjaran Bandung.
- Kalay, A.M., dan F.W. Wijayanti. 2011. Pengaruh Bokelas dan Pupuk Kandang Terhadap Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogea*. L). Agrinimal 1(1): 28-32.
- Kaya, E. 2009. Ketersediaan Fosfat, Serapan Fosfat, dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) Akibat Pemberian Bokashi Ela Sagu dengan Pupuk Fosfat pada Ultisols. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 9 :1 (abstrak).
- La Habi, Widiyanto, dan Z. Kusuma 2007. Pengaruh Cara Pemberian dan Dosis Ela Sagu Terhadap Erosi Tanah, Kehilangan Air Melalui Aliran Permukaan dan Infiltrasi serta Hasil Jagung pada Ultisols. Universitas Brawijaya. Malang
- Liborang, J.Ch. 2008. Pengkajian Peningkatan Kualitas Nutrisi Ampas (Ela) Sagu Untuk Pakan Non Ruminansia. [http://papua.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42:pakan-ternak-&catid=33:kajian-2008&Itemid=42](http://papua.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=42:pakan-ternak-&catid=33:kajian-2008&Itemid=42). Diakses 9 April 2012
- Oelze, J. 2000. Respiratory Protection of Nitrogenase in *Azotobacter* sp.: is a Widely Held Hypothesis Unequivocally Supported by Experimental Evidence?. *FEMS Microbiol Rev.* 24(4):321-33.
- Page, W.J. 1986. Sodium-Dependent Growth of *Azotobacter chroococcum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 51:510-514.
- Parakassi, A., I.K.G. Wiryawan, B. Haryanto, dan I. Sangaji. 2007. Peningkatan Nilai Nutrisi Ela Sagu dan Pengaruhnya Terhadap Metabolisme dan Produktivitas Sapi Pedaging. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/6970>, Diakses 9 April 2012.
- Phang, S.M., M.S. Miah, B.G. Yeoh, M.A. Hashim. 2000. Spirulina Cultivation in digested sago starch factory wastewater. *J. Appl. Phycol.* 12: 395-400.
- Packialakshmi, N., and A. Riswana. 2014. Comparative Study of Vermicast and Charcoal Used as a Carrier Inoculums to the Biofertilizer Preparation. *BMR Biotechnology*, 1(1):1-6, Article ID: BT14 05.
- Putinella, J.A. 2011. Perbaikan Sifat Fisik Tanah Regosol dan Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Akibat Pemberian Bokashi Ela Sagu dan Pupuk Urea. *Jurnal Budidaya Pertanian* 7: 35-40.
- Rousk, J., E. Bååth E. 2007. Fungal and Bacterial Growth in Soil with Plant Materials of Different C/N Ratios *FEMS Microbiol Ecol.* ;62(3):258-67.
- Rumawas, F., A. Astono, S.A. Aziz, dan R.E. Rinhewa, Utilizing



- Sago Press Cake as Compost.  
In: Jose C, Rayad A, Editors.  
Sixth Internatonal Sago  
Symposium. Pekanbaru, 9-12  
Desember 1996. Hal165-169,  
1996.
- Sun, R.C., Jones, G.L., Tomkinson,  
J. Bolton, J. 1999. Fractional  
Isolation and Partial  
Characterization of Non-Starch  
Polysaccharides and Lignin  
from Sago Pith. *Ind. Crops  
Prod.* 9: 211-220.
- Syakir, M., M.H. Bintoro, dan H,  
Agusta. 2009. Pengaruh Ampas  
Sagu dan Kompos Terhadap  
Produktivitas Lada Perdu.  
*Jurnal Littri* 15: 168-173.
- Uddin, M.J. 2012. Assessment of  
Municipal Solid Waste  
Compost as A Carrier for  
Biofertilizer. Thesis  
Department of Soil Science  
Bangladesh Agricultural  
University.
- Wedhastri, S. 2002. Isolasi dan  
Seleksi *Azotobacter* spp.  
Penghasil Faktor Tumbuh dan  
Penambat Nitrogen dari Tanah  
Masam”. *Jurnal Ilmu Tanah  
dan Lingkungan* . 3, (1), 45-51.
- Wu, J.W., J. Moreno and G.R. Vela.  
1989. Growth of *Azotobacter  
vinelandii* on Soil Nutrient.  
*Appl. Environ. Microbiol.*  
53:489-494.