

Azotobacter sebagai Agen Biofertilizer Berbentuk Granul

Febriana Puji Rahayu dan Enny Zulaika

Departemen Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: enny@bio.its.ac.id

Abstrak—Konsorsium *Azotobacter* A1b, A3, A6, A9, dan A10 digunakan sebagai agen pengomposan bentuk curah yang mempunyai makronutrien tersedia berbentuk nitrat, fosfat, dan kalium. Tujuan dari penelitian adalah membentuk *biofertilizer* curah menjadi *biofertilizer* granul. Untuk membentuk granul digunakan bahan perekat tepung tapioka, tanah liat, dan gum arabika masing-masing sebesar 5%. Analisis kadar air dan waktu dispersi diujikan untuk mengetahui keefektifan bahan perekat. *Biofertilizer* berbentuk granul dengan bahan perekat tepung tapioka mempunyai waktu dispersi lebih cepat sehingga lebih efektif digunakan dibandingkan tanah liat dan gum arabika. Setelah pengeringan bahan perekat tepung tapioka mempunyai kadar air tertinggi 20,6 %.

Kata Kunci—*Azotobacter*, Bahan perekat, *Biofertilizer Granul*.

I. PENDAHULUAN

AZOTOBACTER merupakan bakteri aerob yang banyak dijumpai di rhizosfer [1], mampu menambat nitrogen atmosferik [2], dan meningkatkan ketersediaan nitrogen tanah [3]. *Azotobacter* A1b, A3, A6, A9, dan A10 yang diisolasi dari lahan *Eco Urban Farming* ITS selain mampu menambat nitrogen juga mampu mendegradasi karbohidrat, [4], mampu melarutkan fosfat [5], dan mampu menghasilkan siderofor [6]. Berdasarkan potensi tersebut, *Azotobacter* dapat digunakan sebagai agen *composting*.

Penambahan agen *composting* dalam media kompos menyebabkan perombakan bahan organik oleh aktifitas mikroorganismenya. Mikroba di dalam kompos akan menggunakan oksigen untuk menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air, dan panas. Setelah sebagian besar bahan terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan dan akan menjadi kompos [7]. Kompos diasumsikan telah matang saat berbau tanah, warna kehitaman, tekstur remah dan suhu mengalami penurunan (dingin) [8]. Kompos yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai pupuk hayati (*Biofertilizer*).

Biofertilizer berbahan aktif konsorsium *Azotobacter* bermanfaat untuk membantu tanaman memperbaiki nutrisinya sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian baik kualitas maupun kuantitas, serta ramah lingkungan [9].

Pada penelitian terlebih dahulu telah didapatkan *biofertilizer* menggunakan konsorsium *Azotobacter* yang masih dalam bentuk curah [10]. Supaya produk *biofertilizer* mudah digunakan maka memerlukan pengemasan. Salah satu cara yang digunakan yaitu dengan mengubah *biofertilizer* bentuk curah ke bentuk granul [11]. *Biofertilizer* granul memiliki beberapa keuntungan yaitu tidak menimbulkan debu, mudah dibawa, mencegah overdosis nutrisi tanaman saat pelepasan nutrisi yang mendadak, serta memperbaiki

penampilan dan kemasan produk [9]. Proses granulasi kompos menggunakan tepung tapioka, tanah liat, dan gum arabika sebagai bahan perekat *biofertilizer* curah. Bahan perekat akan membantu mengikat serbuk menjadi granul-granul dan bahan perekat merupakan penentu terhadap keseragaman ukuran granul serta kekerasan [7].

Tepung tapioka memiliki kandungan amilum sehingga mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi air yang menyebabkan melekatnya partikel satu dengan partikel yang lainnya pada bahan baku sehingga terbentuk granular [10]. Pada tanah liat memiliki permeabilitas (tingkat keseragaman tanah untuk dilalui aliran massa air) sehingga dengan adanya kandungan air menyebabkan melekatnya partikel satu dengan yang lain [12]. Sedangkan gum arabika mempunyai gugus arabinogalactan protein (AGP) dan glikoprotein (GP) yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental [13].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keefektifan bahan perekat pada *biofertilizer* berbentuk granul.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi, Departemen Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada bulan Desember 2016 – Mei 2017.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *micro pipet*, *microtube*, *Laminar Air Flow* (LAF), *sentrifuge*, spektrofotometri, autoclaf, vortex mixer (Eppendorf), cawan Petri, tabung reaksi, pipet tetes, ayakan granul, bak pengomposan, sarung goni, gelas beker, *hot plate*, *rotary shaker*, *Haemocytometer* dan mikroskop.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seresah daun, *Azotobacter* (A1b, A3, A6, A9, A10), *Nutrient Agar*, *Nutrient Broth*, larutan gula, tepung tapioka, gum arabika, tanah liat, dan aquades.

C. Cara Kerja

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan yakni pembuatan inokulan kompos, proses pengomposan, proses granulasi, perhitungan kadar air, dan uji waktu dispersi. Tahapan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut,

1. Inokulan Kompos

Isolat *Azotobacter* yang digunakan adalah isolat A1b, A3, A6, A9, dan A10 yang sudah menjadi koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Teknologi Jurusan Biologi ITS [14]. Masing-masing isolat *Azotobacter* diinokulasikan secara

aseptis pada medium *Nutrient Agar* (NA) miring dengan cara *streak continue* [15]. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Masing-masing isolat *Azotobacter* diambil satu ose secara aseptis dari medium *Nutrient Agar* (NA) miring, dimasukkan kedalam 5ml *Nutrient Broth* (NB). Starter diinkubasi pada *rotary shacker* dengan kecepatan 100 rpm pada suhu ruang selama 10 jam. Keberhasilan subkultur ditandai dengan *Nutrient Broth* (NB) yang menjadi keruh. Kepadatan sel yang digunakan sebesar 10^8 - 10^9 sel/ml [15].

Pengukuran kepadatan sel dilakukan dengan memasukkan kultur pada bidang pengamatan *Haemocytometer*. Kemudian ditutup dengan gelas penutup dan dihitung kepadatan sel dibawah mikroskop. Masing-masing stater dihitung kepadatan selnya dengan menggunakan rumus perhitungan :

$$\sum \text{sel/ml} = \frac{N \times \text{Pengenceran}}{1/400 \text{ mm}^2 \times 80 \times 0,1 \text{ mm}} \times \frac{1000 \text{ mm}^2}{1 \text{ ml}} \quad (1)$$

Keterangan:

N = Jumlah sel yang dihitung
 Pengenceran = Pengenceran yang dilakukan
 1/400 = Luas kotak kecil
 80 = \sum kotak kecil
 1/10 = Tinggi *Haemocytometer*
 1000 mm²/ml = Bentuk konversi ke satuan ml

Pengukuran kepadatan sel untuk mengetahui jumlah sel *Azotobacter* pada awal perlakuan. Setelah mencapai kepadatan 10^8 - 10^9 sel/ml, masing-masing kultur dicampur pada tabung erlenmyer (5 ml x 5 = 25 ml) ditambahkan aquades 225 ml. Kemudian diinkubasi selama 10 jam pada *rotary shacker*.

2. Proses Pengomposan

Media kompos yang digunakan adalah seresah daun di Kampus ITS Surabaya. Seresah daun dicuci dengan air, dikering anginkan kemudian dipotong \pm 1 cm. Potongan seresah daun ditimbang 2500 gr, kemudian diseterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C tekanan 1,5 atm selama \pm 15 menit [10].

Media *Biofertilizer* curah yang sudah siap ditambahkan inokulan *Azotobacter* sebanyak 250 ml (10% dari media kompos). Media disimpan dalam tong plastik yang tertutup kain goni, selanjutnya media *Biofertilizer* curah dapat digunakan [10]. Proses pematangan *Biofertilizer* curah diamati dengan pengamatan bau, warna, tekstur, dan suhu diamati setiap hari dan dilakukan pengadukan untuk aerasi jika diperlukan. Suhu kompos diukur setiap hari menggunakan termometer [16]. Kompos diasumsikan telah matang saat berbau tanah, warna kehitaman, tekstur remah, dan mengalami penurunan suhu (dingin) [8].

3. Proses Granulasi

Biofertilizer curah yang akan dibuat granul diayak terlebih dahulu untuk mendapatkan partikel halus dan seragam. Bahan hasil ayakan dicampur bahan perekat yaitu tapioka, tanah liat, dan gum arabica sebanyak 5% (w/w). Semua bahan baku ditambahkan air sedikit demi sedikit sampai dapat digranulasikan. Proses granulasi menggunakan ayakan dengan diameter lubang 2-5 mm [11].

Setelah proses granulasi selesai, dilakukan pengeringan dengan penjemuran langsung dibawah sinar matahari hingga kadar air (*water content*) granul mencapai 20%.

4. Kadar Air

Perhitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air dalam *biofertilizer* granul. Pengujian ini dilakukan dengan menimbang 5 gram pupuk granul yang akan diuji. Kemudian granul direndam dengan air sampai seluruh permukaan tertutup selama 1 jam. Setelah itu granul dijemur selama 1, 2, dan 3 hari sampai didapatkan kadar air 20%. Setiap hari kadar air diukur menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar Air} = \frac{m_b}{m_a} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

m_a = massa granul basah (g)

m_b = massa granul kering (g)

1) Waktu Dispersi

Waktu dispersi diuji dengan cara 5 gram *biofertilizer* granul dimasukkan kedalam gelas beker yang berisi 100 ml air. Selanjutnya diamati waktu terurainya granul dari t_0 sampai t_1 . Semakin lama granul hancur maka semakin baik [11].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsorsium *Azotobacter* dengan kepadatan sel 10-10 sel/ml ditambahkan pada *biofertilizer* curah supaya mempercepat proses pengomposan. Kepadatan sel yang baik digunakan pada proses pengomposan sebesar 10^8 - 10^9 sel/ml [15], sehingga proses pengomposan dapat berlangsung lebih cepat.

A. Proses Pengomposan

Proses pengomposan berlangsung selama 1 bulan dari setelah pencampuran inokulan. Pada awal pengomposan masih tampak potongan seresah daun yang mengumpul dan berwarna hijau kecoklatan, tekstur dari seresah daun mulai lembek, dan suhu mencapai 29 °C dari suhu ruang 28 °C. Pada minggu ke-1 suhu mencapai 38 °C, yang merupakan suhu tertinggi selama pengomposan. Menurut [7], pada tahap awal proses pengomposan, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi akan dimanfaatkan mikroba mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Reaksi antara senyawa kimia dengan oksigen akan menghasilkan karbondioksida dan air, serta menghasilkan energi panas. Akibatnya, tumpukan seresah daun mengalami kenaikan suhu [17]. Peningkatan suhu dapat terjadi berkisar antara 25-58 °C selanjutnya mengalami penurunan dan pendinginan [9].

Pada minggu ke-2 tanda-tanda pematangan kompos sudah terlihat ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi kehitaman, bau menyerupai tanah, dan tekstur lebih kecil, tetapi suhu masih 35 °C. Setelah terjadi peningkatan suhu, selanjutnya suhu menurun hingga sesuai suhu ruang pada minggu ke-4 (1 bulan) yaitu 28 °C. Berdasarkan [9], 4 tahapan perubahan suhu pertama suhu dalam kondisi sedang (mesofilic), suhu mengalami peningkatan (termofilic), terjadi penyusutan suhu (cooling), dan yang terakhir yaitu pematangan (maturing). Ketika suhu sudah kembali seperti semula menandakan bahwa kompos sudah matang. Selain suhu, penampakan fisik juga menunjukkan kematangan seperti

wana kompos menjadi kehitaman, tekstur dan bau menyerupai tanah, dan suhu menurun.

Pengaruh ukuran seresah daun juga mempengaruhi cepat tidaknya kompos matang. Pada penelitian [10], proses pengomposan berlangsung selama 2 bulan dengan ukuran seresah kurang lebih 1 mm. Sedangkan pada penelitian ini, ukuran seresah yang sangat halus mempengaruhi kecepatan laju dekomposisi.

B. Kualitas Kompos

Kompos yang sudah matang dapat diaplikasikan secara langsung. Namun karena kompos akan dibuat menjadi granul, maka perlu dilakukan uji kualitas kompos. Berdasarkan standart kualitas kompos 7 dan peraturan Menteri pertanian NO 02/Pert/HK.060/2006, minimum mengetahui sifat-sifat fisik kompos. Pada penelitian ini, kualitas kompos yang diamati dari pengamatan parameter fisik meliputi warna, bau, suhu, dan tekstur (Tabel 1).

Tabel 1.
Data kualitas kompos

Parameter	Awal Pengomposan	Akhir Pengomposan
Suhu	29 °C	28 °C
Bau	Seresah daun	Aroma Tanah
Warna	Hijau Kecoklatan	Coklat Kehitaman
Tekstur	Kasar Berserat	Seperti tanah

Aktifitas mikroba yang memanfaatkan oksigen dalam proses dekomposisi akan menghasilkan panas sehingga penggunaan *Azotobacter* pada proses pengomposan menghasilkan kenaikan suhu dari 29°C sampai 37 °C. Sesuai dengan [18], adanya ketersediaan nutrisi yang melimpah, mikroba tumbuh dan berkembang biak secara cepat sehingga jumlahnya berlipat ganda. Akibatnya, reaksi penguraian juga berjalan cepat. Reaksi antara senyawa kimia dengan oksigen akan menghasilkan karbondioksida dan air, serta menghasilkan energi panas. Akibatnya, tumpukan seresah daun mengalami kenaikan suhu (proses dekomposisi) dan secara perlahan menurun sesuai suhu awal pengomposan. Hasil pengamatan parameter fisi menunjukkan pada parameter suhu, suhu diawal pengomposan adalah 29 °C dan pada akhir pengomposan mengalami penurunan kembali menjadi 28 °C, yang menunjukkan bahwa kompos telah matang. Kompos yang sudah matang akan mengalami penurunan sesuai dengan suhu awal karena proses dekomposisi telah selesai. Menurut [8], kompos yang sudah matang memiliki suhu sesuai dengan suhu air tanah (suhu yang ada didalam air tanah yang diserap oleh akar tumbuhan dalam suasana aerob) tidak lebih dari 30 °C.

Pada parameter bau, diawal pengomposan bau kompos masih bau daun sedangkan diakhir pengomposan aroma menyerupai tanah. Pada proses dekomposisi seresah daun akan terurai dan mengalami pembusukan, sehingga aroma daun yang telah membusuk akan menyerupai bau tanah. Menurut [7], kompos yang sudah matang berbau seperti tanah dan harum. Proses tersebut dapat terjadi karena seresah daun mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi.

Perubahan warna kompos akibat proses dekomposisi berturut-turut menjadi coklat ke hijauan pada hari ke 4, coklat tua pada minggu ke-1 dan ke-2, dan akhirnya berubah menjadi warna coklat kehitaman pada minggu ke-3 (Gambar 1).

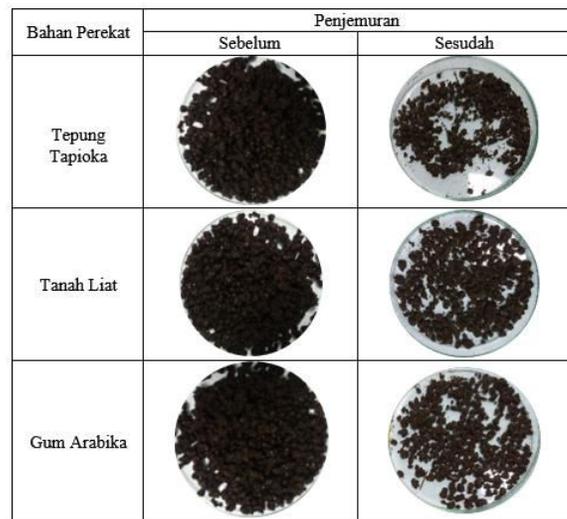


Gambar 1. Warna Kompos.

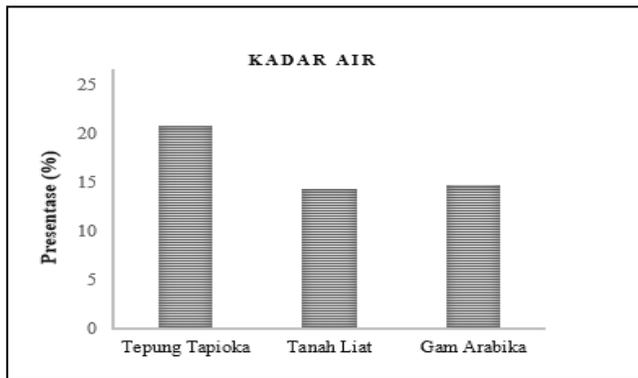
Perubahan warna kompos disebabkan adanya penguraian oleh mikroba yang menghasilkan uap air dan CO₂ sehingga berbentuk remah serta zat hijau daun akan berkurang dan berubah warna menjadi coklat kehitaman. Berdasarkan [8], kompos yang telah matang diasumsikan saat berwarna kehitaman dan tekstur remah. Menurut [12], perubahan sifat fisik warna pada proses penguraian dari yang semula hijau kecoklatan berubah menjadi coklat kehitaman terjadi akibat adanya proses penguraian yang dilakukan oleh mikroba. Adanya aktivitas mikroba yang menghasilkan CO₂ dan air mengakibatkan bahan yang dikomposkan (seresah daun) kehilangan zat hijau daun (klorofil) sehingga berubah warna menjadi coklat kehitaman pada akhir proses pengomposan. Selain itu, akibat adanya aktivitas mikroorganisme juga mempengaruhi tekstur dari seresah daun yang mengalami dekomposisi menjadi remah seperti tanah [19].

C. Proses Granulasi

Proses granulasi dilakukan secara manual, setelah pencampuran bahan perekat granul di ayak menggunakan ayakan berdiameter 2-5 mm. *Biofertilizer* curah akan berbentuk granul (Gambar 2). Selanjutnya dilakukan penjemuran untuk proses penyimpanan.



Gambar 2. *Biofertilizer* bentuk granul.



Gambar 3. Persentase kadar air

Berdasarkan ukuran granul yang memiliki ukuran relatif sama pada masing-masing bahan perekat *biofertilizer* granul, hal tersebut disebabkan berat dan kadar air yang tersimpan pada bahan perekat sehingga mampu mengikat *biofertilizer* curah lebih. Semakin banyak air yang disemprotkan ke bahan pada saat granulasi akan mempengaruhi ukuran granul. Berdasarkan literatur perubahan bentuk *biofertilizer* curah menjadi *biofertilizer* granul dipengaruhi oleh bahan perekat, suplai air yang diberikan, berat, dan kadar air dari bahan yang digunakan [11].

D. Kadar Air

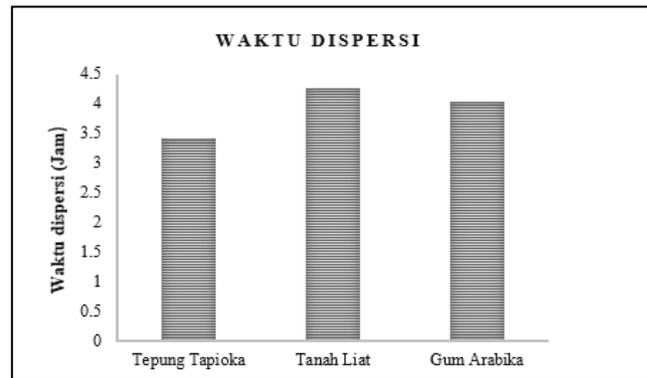
Kadar air pada *biofertilizer* sangat berpengaruh, kadar air yang sedikit akan membunuh mikroorganisme yang berada di dalam *biofertilizer*, kelembapan sangat penting untuk menjaga kelangsungan hidup mikroorganisme. Sebaliknya, jika kadar air berlebih maka waktu penyimpanan akan singkat. Oleh sebab itu, dilakukan proses penjemuran *biofertilizer* granul dibawah sinar matahari sampai didapatkan berat kering yang stabil (selama 4 jam) untuk mengetahui persentase kadar air (Gambar 3).

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, kadar air terbanyak pada tepung tapioka disebabkan tekstur yang padat dan mengandung amilosa sehingga proses penguapan menjadi lambat. Sesuai dengan literatur, tepung tapioka memiliki kandungan amilosa yang tinggi sehingga mampu meresap air lebih banyak. Daya ikat amilosa terhadap air yang kuat mampu mempertahankan air agar tidak cepat menguap [11]. Oleh sebab itu, persentase kadar air pada tapioka lebih tinggi dibandingkan gum arabika dan tanah liat. Tanah liat yang memiliki kadar air paling rendah disebabkan pengaruh pori-pori permukaan yang sangat luas sehingga lebih cepat mengalami penguapan [7].

E. Waktu Dispersi

Bahan perekat akan membantu mengikat serbuk menjadi granul dan akan menentukan keseragaman ukuran dan tingkat kekerasan pada *biofertilizer* granul. Selain itu, jenis perekat mempengaruhi perbedaan waktu dispersi dari *biofertilizer* granul (Gambar 4).

Kualitas granul dipengaruhi oleh daya ikat bahan perekat yang ditambahkan. Apabila bahan perekat yang digunakan memiliki daya ikat yang lemah maka *biofertilizer* granul akan cepat hancur. Sebaliknya, apabila bahan perekat yang memiliki daya ikat yang kuat maka *biofertilizer* granul akan menjadi keras dan memperlambat waktu hancur. Hasil



Gambar 4. Waktu dispersi biofertilizer granul.

menunjukkan bahwa tanah liat mengalami rata-rata waktu hancur lebih lama dibandingkan tepung tapioka dan gum arabika. Hal ini dapat disebabkan tanah liat memiliki permeabilitas (tingkat keserasan tanah untuk dilalui aliran massa air) atau perkolasi (kecepatan aliran air untuk melewati massa tanah) yang lambat sehingga bahan amelioran (penyubur tanah, seperti kapur dan pupuk organik) yang diberikan tidak akan cepat hilang [12].

Biofertilizer granul dengan bahan perekat tepung tapioka mengalami waktu hancur tercepat yaitu 3,4 jam. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan [11], sifat pati dengan kandungan amilosa yang tinggi akan mempunyai sifat kering dan cenderung meresap air lebih banyak (higroskopis) sehingga granul akan lebih cepat hancur dan senyawa organik dari zat yang mengandung amilum akan lebih mudah terdekomposisi.

IV. KESIMPULAN

Biofertilizer berbentuk granul dengan bahan perekat tepung tapioka mempunyai waktu dispersi lebih cepat dan setelah proses pengeringan mempunyai kadar air tertinggi 20,6 % dibandingkan bahan perekat tanah liat dan gum arabika sehingga baik digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Enny Zulaika, MP. atas dukungannya melalui pendanaan PNPB ITS tahun anggaran 2016 No. Kontrol 01711/IT2.11/PN.08/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. T. Madigan, J. M. Martinko, D. A. Stahl, and D. P. Clark, *Brock Biology of Microorganism Thirteen Edition*. San Fransisco: Pearson Education, 2012.
- [2] F. T. Kholida and E. Zulaika, "Potensi Azotobacter sebagai Penghasil Hormon Pertumbuhan Auksin," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [3] R. Hindersah, S. D.A., and D. Herdiyantoro, "Perubahan Kadar N Tersedia dan Populasi Azotobacter di Rizosfer Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) yang Ditanam di Dua Ordo Tanah dengan Inokulasi Azotobacter sp.," *J. Agrol.*, vol. 3, no. 1, 2014.
- [4] W. Firdausi and E. Zulaika, "Potensi Azotobacter spp. Sebagai Pendegradasi Karbohidrat," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [5] A. Islamiati and E. Zulaika, "Potensi Azotobacter sebagai Pelarut fosfat," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 2, no. 1, 2015.
- [6] A. Pamungkas and E. Zulaika, "Azotobacter sebagai Bakteri Siderofor dan Bioremoval Logam Besi (Fe)," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 4, no. 1, 2015.

- [7] Isroi, "Kompos," Bogor, 2008.
- [8] SNI 19-7030-2004, "Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik."
- [9] S. Simanungkalit, R. D. M., R. Saraswati, and W. Hartatik, "Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati: Organik Fertilizer dan Biofertilizer," Bogor, 2006.
- [10] K. Rosidah and E. Zulaika, "Potensi Azotobacter sebagai Agen Komposting," Institut Teknologi Sepuluh Noverber, 2016.
- [11] Utari, N. Wayan, Tamrin, Triyono, and Sugeng, "Kajian Karakteristik Fisik Pupuk Organik Granul dengan DuaJenis Bahan Perekat," *J. Tek. Pertan.*, 2015.
- [12] A. Hanafiah, K., *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2007.
- [13] A. G. Gaonkar, *Ingredient Interactions Effects on Food Quality*. New York: Marcell Dekker Inc, 1995.
- [14] Z. Enny, M. Shovitri, and N. D. Kuswytasari, "Numerical Taconomy of Detecing the Azoctobacterial Diversity," in *The 8th Korean Asean Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy*, 2014.
- [15] K. S. Gomare, M. Mese, and Y. Shetkar, "Isolation of Azotobacter and Cost Effective Production of Biofertilizer," *Indian J. Appl. Res.*, vol. 3, no. 5, 2013.
- [16] L. Chen, M. Martii, A. Moore, and C. Falen, "The Composting Process," 2011.
- [17] S. K. Sethi and S. P. Adhikary, *Azotobacter: A Plant Growth-Promoting Rhizobia Used as Biofertilizer Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*. 2012.
- [18] Srihati and Salim, "Pemanfaatan Sampah Taman (rumput-rumputan) untuk Pembuatan Kompos," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*.
- [19] Masniawati, Musdahlifah, and Fahrudin, "Pertumbuhan Populasi Bakteri pada Dekomposisi Daun Ki Hujan Samanea saman Merr," *J. Hutan dan Masy.*, vol. 8, no. 2, 2013.