



TUGAS AKHIR - SB-141510

POTENSI *Azotobacter* UNTUK KOMPOSTING BLOTONG DARI PABRIK GULA

FINDA NURAINI
0131134000016

Dosen Pembimbing
Dr. Enny Zulaika, M.P.

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020



TUGAS AKHIR - SB-141510

POTENSI *Azotobacter* UNTUK KOMPOSTING BLOTONG DARI PABRIK GULA

FINDA NURAINI
0131134000016

Dosen Pembimbing
Dr. Enny Zulaika. M.P.

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020



FINAL PROJECT - SB-141510

**POTETIAL OF *Azotobacter* FOR
COMPOSTING BLOTONG FROM SUGAR
FACTORY**

**FINDA NURAINI
01311340000016**

**Advisor Lecturer
Dr. Enny Zulaika. M.P.**

**BIOLOGY DEPARTEMENT
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**POTENSI *Azotobacter* UNTUK KOMPOSTING
BLOTONG DARI PABRIK GULA**

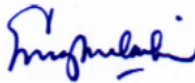
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada
Departemen Biologi Fakultas Sains
dan Analitika Data Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

Oleh:
Finda Nuraini
NRP. 0131134000016

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Enny Zulaika, M.P



(Pembimbing)

Surabaya, 5 Juni 2020



Mengetahui
Kepala Departemen Biologi

Dr. Dewi Hidayati, S.Si., M.Si

NIP. 19691121 199802 2 001

POTENSI *Azotobacter* UNTUK KOMPOSTING BLOTONG DARI PABRIK GULA

Nama : Finda Nuraini
NRP : 01311340000016
Pembimbing : Dr. Enny Zulaika, MP.

Abstrak

Blotong adalah limbah pabrik gula yang berasal dari proses pemurnian gula. Limbah blotong dari pabrik gula Pagotan, Kabupaten Madiun saat giling, mempunyai volume 87 ton per hari. Blotong memiliki senyawa organik yang berlimpah dan dan berpotensi digunakan sebagai kompos. Azotobacter adalah salah satu bakteri yang mampu mendegradasi senyawa organik sehingga berpotensi digunakan sebagai agen komposter. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah secara rinci potensi Azotobacter sebagai agen komposting blotong melalui studi literature. Azotobacter mampu mendegradasi bahan organik berupa selulosa, hemiselulosa, lipid, dan protein. Azotobacter memiliki enzim selulase, lipase, dan kaseinase. Azotobacter mampu memproduksi hormon pertumbuhan IAA dan berperan sebagai penambat N non simbiotik, pelarut fosfat dan kalium.

Kata kunci: Azotobacter; blotong; kompos; senyawa_organik

POTETIAL OF *Azotobacter* FOR COMPOSTING BLOTONG FROM SUGAR FACTORY

Name : Finda Nuraini
NRP : 0131134000016
Advisor : Dr. Enny Zulaika, MP.

Abstract

Blotong is a sugar factory waste that is needed from the sugar refining process. Blotong waste from the sugar factory Pagotan, Madiun Regency when it is ground, has a volume of 87 tons per day. Blotong has a diverse and complicated organic composition used as compost. Azotobacter is one of the bacteria that is able to degrade organic compounds so that it can be used as a composting agent. The potential of Azotobacter research as a composting agent through literature studies. Azotobacter is able to degrade organic matter containing cellulose, hemicellulose, lipids, and protein. Azotobacter has cellulase, lipase, and caseinase enzymes. Azotobacter is able to produce IAA growth hormone and supports it as a non-symbiotic N-fixing, phosphate and potassium solvent.

Keywords: Azotobacter; blotong; compost; organic compounds

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul **Potensial *Azotobacter* Untuk Komposting Blotong Pabrik Gula**, sebagai salah satu syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan proposal tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada para pihak yang membantu terselesaikannya Proposal Tugas Akhir ini, yaitu

1. Ibu Dr. Enny Zulika, MP selaku dosen pembimbing tugas akhir.
2. Dr. Awik Puji Dyah Nurhayati, M.Si dan Nur Hidayatul Alami S.Si, M.Si selaku dosen penguji.
3. Dr. Dewi Hidayati, M.Si selaku Kepala Departemen Biologi.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, kritik dan saran sangat diperlukan untuk perbaikan proposal ini.

Surabaya, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kompos	3
2.2 Proses Pengomposan	3
2.3 Parameter Optimum untuk Proses Pengomposan.....	4
2.4 <i>Azotobacter</i> sebagai Agen Komposting	4
2.5 Mekanisme <i>Azotobacter</i> dalam Penambatan NPK.....	5
2.5.1 Nitrogen (N)	5
2.5.2 Fosfat (P)	6
2.5.3 Kalium (K)	9
2.6 Blotong	9
BAB III METODOLOGI	11
3.1 Waktu Penelitian	11
3.2 Jenis Penelitian	11
3.3 Metode Pengumpulan Data	11
3.4 Analisis Data Deskriptif Kualitatif.....	12

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1 Limbah Blotong.....	13
4.2 Komposisi Blotong dan Potensinya untuk Pupuk	13
4.3 Mekanisme Degradasi Blotong	14
4.3.1 Degradasi Selulosa	16
4.3.2 Degradasi Hemiselulosa	16
4.3.3 Degradasi Lignin	17
4.4 Mekanisme <i>Azotobacter</i> Menyediakan NPK	17
4.4.1 Pengikatan Nitrogen	17
4.4.2 <i>Azotobacter</i> sebagai Pelarut Fosfat.....	18
4.4.3 <i>Azotobacter</i> sebagai Pelarut Kalium.....	19
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTKA.....	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Reaksi penambatan nitrogen oleh enzim nitrogenase.....	6
Gambar 4.1 Diagram pengikatan nitrogen oleh bakteri diazotrof (<i>Azotobacter</i> spp.).....	18

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Blotong.....	9
Tabel 4.1 Kemampuan Isolat <i>Azotobacter</i> Mendegradasi Karbohidrat (Amilum dan Selulosa)	15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri gula selalu menghasilkan limbah pada setiap tahap proses produksinya. Salah satu limbah yang dihasilkan dari proses produksi gula adalah *filter cake*, atau blotong. Limbah blotong pabrik gula Pagotan di wilayah Kabupaten Madiun memiliki jumlah yang cukup besar yaitu 87 ton per hari saat giling pabrik. Tumpukan blotong yang kaya akan bahan organik dalam kurun waktu tertentu akan menyebabkan bau yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Materi organik yang terkandung dalam blotong adalah selulosa 8,9%, hemiselulosa 2,4%, lignin 1,2%, lemak dan lilin 9,5%, karbon 32,5%, hidrogen 2,2%, nitrogen 2,2%, fosfat 2,4%, dan debu 14,5% (George *et al*, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh Saranraj *et al*. (2014), menyatakan bahwa blotong yang kaya akan bahan organik dapat dijadikan sebagai kompos. Kompos dari blotong mampu memelihara kesuburan tanah dan meningkatkan hasil produksi pertanian (Prado *et al*, 2013), karena kemampuannya dalam menyediakan unsur fosfat, kalsium, dan nutrisi lain yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman dalam bentuk materi organik (Rosseto *et al*, 2008 dalam Oliveira *et al*, 2015). Materi organik yang terkandung didalam blotong dapat didegradasi oleh mikroorganisme menjadi unsur anorganik sehingga dapat diserap oleh tanaman (Ivanov, 2011).

Salah satu bakteri yang mampu mendegradasi senyawa organik adalah *Azotobacter*. Beberapa isolat *Azotobacter* telah diteliti dan mampu mendegradasi karbohidrat, glukosa, manosa, fruktosa, maltosa, dan sukrosa (Zulaika *et al*, 2014). Selain itu, beberapa isolat dari bakteri *Azotobacter* juga mampu mendegradasi protein (kasein) dan lipid (Firdausi & Zulaika, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Gomare *et al* (2013) membuktikan bahwa pengaplikasian pupuk hayati berbahan baku sukrosa dan gum

arabica dengan *Azotobacter* sebagai agen komposting, terbukti mampu meningkatkan produktivitas tanaman jamur dan kacang.

Berdasarkan potensi tersebut, maka akan dikaji secara mendalam potensi *Azotobacter* sebagai agen komposter pada proses komposting blotong sehingga mampu menyediakan unsur makro yang dibutuhkan tanaman seperti nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dari penelitian ini apakah *Azotobacter* berpotensi melakukan komposting pada blotong dan menyediakan unsur hara makro N, P dan K ?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian untuk mengetahui dan memahami potensi *Azotobacter* sebagai agen komposting blotong dalam menyediakan unsur hara makro N, P dan K

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah peneliti mampu menerapkan ilmu komposting dan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompos

Kompos merupakan produk hasil dekomposisi substansi organik oleh mikroba aerobik mesofilik dan termofilik, yang kaya akan humus, aman, matang dan stabil (Ivanov, 2011). Kompos yang matang adalah kompos yang telah hilang senyawa fitotoksiknya selama proses pengomposan, sedangkan kompos dikatakan stabil apabila sudah tidak ada lagi aktivitas mikroorganisme di dalamnya (Laksono *et al.*, 2016). Saat ini kompos memberi peran yang penting untuk kegiatan pertanian karena selain untuk menjaga fungsi tanah, kompos juga berperan sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik (Rao *et al.*, 2010). Proses dekomposisi yang terjadi saat pembuatan kompos melibatkan aktivitas mikroorganisme dari kelompok mikroflora yaitu bakteri, mikrofauna yaitu protozoa, makroflora berupa fungi, dan makrofauna dari jenis cacing tanah dan rayap (Dewi & Treesnowati, 2012).

2.2 Proses Pengomposan

Komposting atau proses pengomposan merupakan teknologi yang telah lama digunakan oleh petani untuk mengubah berbagai limbah yang berasal dari kegiatan hortikultura, agrikultura, taman dan dapur menjadi bahan bernutrisi tinggi sebagai pupuk (Ivanov, 2011). Tujuan dari pengomposan adalah untuk mengurangi timbulan sampah organik, meminimalisasi bau, mengurangi patogenitas sampah, dan meningkatkan kegunaan sampah organik (Hasan *et al.*, 2012 dalam Luqman *et al.*, 2013).

Proses pengomposan atau biasanya disebut komposting adalah proses penguraian yang dilakukan oleh mikroorganisme terhadap bahan organik yang bersifat *biodegradable*. Pengomposan dapat dipercepat dengan mengatur faktor-faktor yang mempengaruhinya sehingga berada dalam kondisi yang

optimum untuk proses pengomposan (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Menurut Sriharti dan Salim (2010), proses dekomposisi akan menyebabkan bahan yang dikomposkan kehilangan pigmen warna, sehingga warnanya berubah kehitaman sesuai warna unsur penyusunnya (unsur C). Selain itu juga disebabkan adanya aktivitas mikroba yang menghasilkan CO₂ dan air. Seperti dikemukakan oleh Masniawati *et al.*, (2013) bahwa pada proses pengomposan akan terjadi penguraian bahan organik oleh aktivitas mikroba, yaitu mikroba akan mengambil air, oksigen, dan nutrisi dari bahan organik yang kemudian bahan organik tersebut akan mengalami penguraian dan membebaskan CO₂ dan O₂

2.3 Parameter Optimum untuk Proses Pengomposan

Parameter optimum untuk proses pengomposan terdiri dari kelembaban, perbandingan C/N, aerasi, temperatur, pH, ukuran partikel, dan bahan tambahan (Ivanov, 2011). Kelembaban optimal pada kompos diperlukan untuk pertumbuhan mikroba selama proses komposting dan dapat mempengaruhi laju dekomposisi. Kelembaban optimal yang dibutuhkan dalam proses komposting adalah 60%. Perbandingan karbon dan nitrogen berpengaruh pada kecepatan komposting adalah 25:1 dan 35:1. Aerasi dapat diperoleh dari proses pengadukan, penggunaan kipas, blower atau aerator. Temperatur optimal untuk proses pengomposan adalah 55-60°C, yang harus dipertahankan untuk menghindari pertumbuhan patogen dan parasit. pH optimal untuk proses pengomposan adalah 7,0-8,0. Ukuran partikel mempengaruhi laju degradasi, dan untuk mempercepat pengomposan ukuran partikel harus kurang dari 5 cm. Bahan tambahan yang biasa digunakan adalah air yang fungsinya untuk mempertahankan kelembaban (Ivanov, 2011).

2.4 *Azotobacter* sebagai Agen Komposting

Azotobacter merupakan bakteri aerob yang banyak dijumpai di daerah rizosfer yang memiliki sel berbentuk batang, gram negatif, bersifat aerob obligat, dan memiliki sel yang lebih panjang

dari prokariot lainnya dengan diameter sel 2-4 μm atau lebih (Madigan *et al.*, 2012).

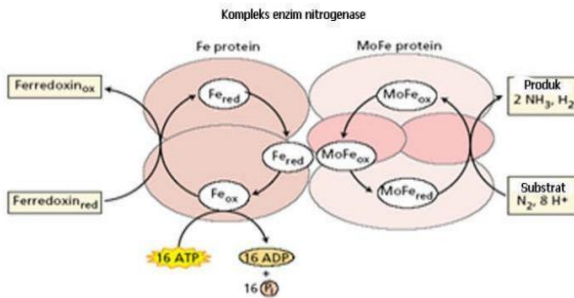
Genus *Azotobacter* dapat dibedakan dengan genus bakteri yang lain karena genus *Azotobacter* dapat membentuk kista, yang berfungsi untuk melindungi dari keadaan lingkungan yang ekstrim berupa kekeringan, sinar UV, dan radiasi ion (Madigan *et al.*, 2012). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zulaika *et al.*, (2014) dan Firdausi *et al.*, (2015), *Azotobacter* mempunyai potensi dapat mendegradasi bahan organik. Bakteri *Azotobacter* yang diaplikasikan ke tanah pertanian akan terus mempersubur tanah karena jumlah bakteri yang semakin bertambah banyak serta memperbanyak nitrogen yang difiksasi sehingga dapat digunakan tanaman (Hindersah *et al.*, 2014).

Azotobacter adalah bakteri yang umum untuk *biofertilizer* dan merupakan inokulan untuk tanaman pertanian yang paling efektif. Pupuk hayati hanya mengandung sedikit *Azotobacter* di rizosfer tanaman. Namun, penambahan *Azotobacter* beberapa tanaman meningkatkan produktifitas tanah. Selain itu, karena fungsinya sebagai penambat N_2 , *Azotobacter* diakui memiliki peran ganda dalam tanaman untuk meningkatkan potensi pertumbuhan, hasil tanaman, dan pemeliharaan kesehatan tanah untuk pertanian berkelanjutan (Sethi & Adhikary, 2012).

2.5 Mekanisme *Azotobacter* dalam Penambatan NPK

2.5.1 Nitrogen (N)

Azotobacter dikenal sebagai agen penambat nitrogen yang mengkonversi dinitrogen N_2 ke dalam bentuk NH_3 melalui reduksi elektron dan protonisasi gas dinitrogen. Bakteri *Azotobacter* mampu menambat kurang lebih 20 mg nitrogen/g gula. Enzim yang bekerja dalam menambat N yaitu enzim nitrogenase. *Azotobacter* memiliki struktur nitrogenase yang terdiri dari 3 kompleks protein, yaitu nitrogenase I (Molybdenum nitrogenase), nitrogenase II (Vanadium nitrogenase), dan nitrogenase III (Ferrum nitrogenase) (Danapriatna, 2010). Reaksi enzimatik nitrogenase dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Reaksi penambatan nitrogen oleh enzim nitrogenase (Danapriatna, 2010).

Proses fiksasi N₂ dengan adanya enzim nitrogenase terjadi sebagai berikut: (1) Energi ATP dan elektron feredoksin mereduksi protein Fe menjadi reduktan, (2) Reduktan tersebut mereduksi protein MoFe yang kemudian mereduksi N₂ menjadi NH₃ dengan hasil samping berupa gas H₂, dan (3) Terjadi reduksi asetilen menjadi etilen yang dapat digunakan sebagai indikator proses fiksasi N₂ secara biologis (Danapriatna, 2010).

Terjadinya proses penambatan nitrogen dibutuhkan beberapa syarat yaitu: (1) adanya enzim nitrogenase, (2) ketersediaan sumber energi dalam bentuk ATP, (3) adanya sumber penurun potensial dari elektron, (4) adanya sistem perlindungan enzim nitrogenase dari inaktivasi oleh oksigen, dan (5) pemindahan yang cepat nitrogen hasil tambatan dari tempat penambatan nitrogen untuk mencegah terhambatnya enzim nitrogenase (Danapriatna, 2010).

2.5.2 Fosfat (P)

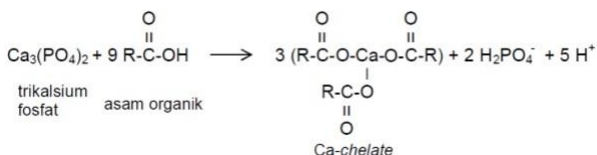
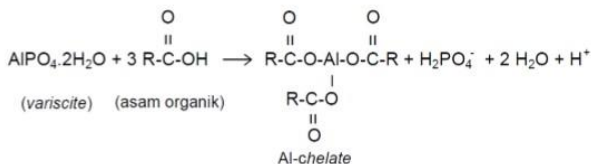
Fosfat merupakan salah satu unsur makro esensial, Unsur P merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro). Fosfat di dalam tanah secara alami terdapat dalam bentuk organik dan anorganik. Kedua bentuk tersebut merupakan bentuk

fosfat yang tidak larut, sehingga ketersediannya bagi biota tanah sangat terbatas. Mineral fosfat anorganik pada umumnya terikat sebagai AlPO_4 dan FePO_4 pada tanah masam dan sebagai $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (trikalsium fosfat) pada tanah basa (Elfiati, 2015). Fosfat merupakan bagian dari protein dan enzim, ATP, RNA, DNA, dan fitin yang berperan dalam proses fotosintesis. Sehingga tanaman harus mendapatkan P yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Defisiensi fosfat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lambat, lemah, dan kerdil (Sumarni *et al.*, 2012).
Tanaman menyerap fosfat dalam bentuk H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-}

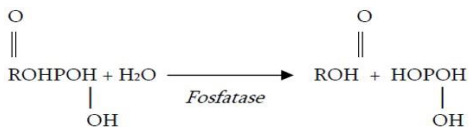
. Ketersediaan fosfat anorganik sangat ditentukan oleh pH tanah, jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik serta kegiatan alam, hanya 0,1% yang dapat digunakan oleh tumbuhan dan mikroba, sisanya dalam bentuk fosfat terikat yang tidak dapat dimanfaatkan (Peix *et al.*, 2011).

Menurut Sharma *et al* (2011), pelarutan senyawa fosfat oleh mikroorganisme pelarut fosfat berlangsung secara kimia dan biologis baik untuk bentuk fosfat organik maupun anorganik. Mekanisme pelarutan fosfat secara kimia merupakan mekanisme pelarutan fosfat utama yang dilakukan oleh mikroorganisme dengan cara mensekresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, sitrat, laktat, α -ketoglutarat, asetat, format, propionate, glikolat, glutamate, glioksilat, malat, fumarat. Selanjutnya asam – asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan oleh karena itu dapat diserap oleh tanaman. Pelarutan fosfat dari Al-P atau Fe-P pada tanah masam oleh asam organik yang dihasilkan mikroba pelarut fosfat seperti reaksi berikut:



Pelarutan fosfat secara biologis terjadi karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim antara lain enzim fosfatase (Hye Ji, 2013). Fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfat rendah. Fosfatase dieksekresikan oleh akar tanaman dan mikroorganisme, dan di dalam tanah yang lebih dominan adalah fosfatase yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Kumar *et al.*, 2015).

Pada proses mineralisasi bahan organik, senyawa fosfat organik diuraikan menjadi bentuk fosfat anorganik yang tersedia bagi tanaman dengan bantuan enzim fosfatase. Enzim fosfatase dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia. Salah satu mekanisme pelepasan P yang terikat pada besi fosfat terkait dengan hidrogen sulfida (H_2S) yang diproduksi oleh bakteri pelarut fosfat (Tazisong *et al.*, 2015). Fosfatase adalah salah satu enzim hidrolisis. Reaksi pada hidrolisis P oleh fosfatase seperti reaksi berikut :



2.5.3 Kalium (K)

Kalium diserap oleh tanaman dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan unsur hara lain selain nitrogen. Kalium diserap tanaman dalam bentuk K^+ dan kandungannya berkisar antara 0,5 sampai 6 % dari bobot kering tanaman (Havlin *et al.*, 2005 dalam Pratama 2016). Pertumbuhan tanaman memiliki korelasi dengan penambahan konsentrasi kalium pada daerah pertumbuhan. Bila tanaman kekurangan kalium, daerah pembesaran dan perpanjangan sel akan terhambat dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Rahmianna & Bel, 2001 dalam Pratama, 2016). Kalium secara langsung mempengaruhi produktivitas tanaman dengan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Mikroba memainkan peran kunci dalam siklus kalium alami. Beberapa spesies mikroba mampu menyediakan kalium dalam bentuk tersedia di dalam tanah. Mikroba menghasilkan asam-asam organik yang dapat membantu melepaskan kalium yang terikat pada mineral pembawa kalium (Pratama, 2016).

2.6 Blotong

Blotong merupakan endapan dari nira kotor pada proses pemurnian gula (Fanny *et al.*, 2013). Blotong merupakan limbah dengan karakter lembut, berpori, tidak berbentuk, dan berwarna coklat kehitaman (Saranraj *et al.*, 2014). Komposisi bahan organik yang terkandung dalam blotong, disajikan dalam Tabel 2.1. berikut.

Tabel 2.1 Komposisi Blotong

Komponen	Persentase (%)
Selulosa	8,9
Hemiselulosa	2,4
Lignin	1,2
Lemak dan lilin	9,5
Karbon	32,5

Hidrogen	2,2
Nitrogen	2,2
Fosfat	2,4
Debu	14,5

(George *et al.*, 2010).

Blotong merupakan limbah yang bermasalah bagi pabrik gula dan masyarakat karena blotong yang basah menimbulkan bau busuk. Oleh karena itu apabila blotong dapat dimanfaatkan akan mengurangi pencemaran lingkungan. Umumnya blotong dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang digunakan sebagai pupuk produksi tebu di wilayah tanam para petani tebu. Pupuk blotong dapat memperbaiki sifat fisik tanah, khususnya meningkatkan kapasitas menahan air, menurunkan laju pencucian hara dan memperbaiki drainase tanah (Fanny *et al.*, 2013).

Blotong dapat didegradasi oleh berbagai varietas mikroorganisme seperti bakteri, fungi dan beberapa *actinomycetes*, dimana mikroorganisme mesofilik tersebut mampu menggunakan gula sederhana yang tersedia dan mengubah energi hasil metabolismenya tersebut sebagai panas dengan temperatur berkisar antara 40 - 70°C (Saranraj *et al.*, 2014).

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu Penelitian

Kajian literatur pada Tugas Akhir, dilakukan mulai bulan Maret sampai bulan Juni 2020.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian pada Tugas Akhir ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat studi pustaka (*library research*) menggunakan referensi makalah dan jurnal dari peneliti lain dan sebagai pendukung digunakan buku referensi lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Selanjutnya dilakukan analisis deskriptif untuk memberikan gambaran secara jelas, objektif, dan sistematis.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang didapatkan merupakan data sekunder dari beberapa paper dan jurnal peneliti lain dengan topik yang sama. Jurnal dan paper inti yang digunakan adalah:

1. George, P. A. O., Juan, J., Eras, C., Gustierrez, A. S., Hens, L. and Vandecasteele, C. 2010. Residue from Sugarcane Juice Filtration (Filter Cake): Energy Use at the Sugar Factory. **Waste Biomass Valor** No. 1, p. 407-413.
2. Firdausi, W. dan Zulaika. E. 2015. Potensi *Azotobacter spp.* Sebagai Pendegradasi Lipid dan Protein. **Bioeksperimen**, Vol. 1, No. 2, p. 18-21.
3. Mulyadi, I. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Selulosa: Review. **Jurnal SAINTIKA UNPAM**. Vol.1, No.2, p.177 – 182.
4. Hartono, D., Kastono, D., dan Rogomulyo, R. 2016. Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Takaran Kompos Blotong terhadap Pertumbuhan Awal Tebu (*Saccharum officinarum* L.). **Vegetalika**, Vol. 5, No. 2, p.14-25.

5. Kurrey, D. K., Lahre, M. K., dan Pagire G. S. 2018. Effect of *Azotobacter* on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. Vol. 7, No. 1, p. 1171-1175.
6. Zulaika, E., Shovitri, M., Kuswitasary. 2014. Numerical Taxonomy for Detecting the *Azotobacterial* Diversity. **The 8th Korean-Asean Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy**.
7. Sartaj, A. W., Subash, C., Muneeb, A. W., Ramzan M., dan Hakeem, K. R. 2016. *Azotobacter chroococcum* – A Potential Biofertilizer in Agriculture : An Overview. **Soil Science : Agricultural and Environmental Prospective**. p. 334-344.
8. Saranraj, P., dan Stella, D. 2014. Composting of Sugar Mill Wastes : A Review. **World Applied Sciences Journal** No. 31, Vol. 12, p. 2029-2044.

3.4 Analisis Data Deskriptif Kualitatif

Data yang sudah terkumpul dari studi pustaka terhadap jurnal peneliti lain yang relevan, kemudian dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif sehingga didapatkan telaah secara rinci dan memenuhi standar reliabilitasnya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Limbah Blotong

Blotong atau *filter cake* merupakan kotoran nira tebu dari proses pembuatan gula. Blotong dihasilkan setelah tahap pemurnian nira kotor menjadi nira bersih, dimana komposisinya akan tergantung oleh beberapa faktor : jenis tanah, varietas tebu, dosis kapur, dan produk lain yang digunakan untuk klarifikasi metode filtrasi tebu (Rabelo *et al.*, 2015). Blotong memiliki bentuk padat seperti tanah berpasir hitam yang mengandung air dan memiliki bau tak sedap yang menyengat jika masih basah (Sari *et al.*, 2019). Persentase blotong yang dihasilkan setiap hektar pertanaman tebu yaitu 4-5 % (Hartono *et al.*, 2016). Blotong akan menjadi masalah pencemaran lingkungan bila sudah menumpuk dalam jumlah yang besar, hingga saat ini blotong masih menjadi permasalahan yang serius karena masyarakat belum tertarik memanfaatkan blotong karena nilai ekonominya yang rendah (Pujiono *et al.*, 2017).

4.2 Komposisi Blotong dan Potensinya untuk Pupuk

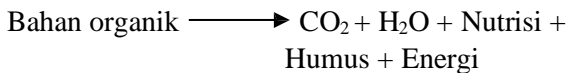
Materi organik dan komposisi kimia yang terkandung dalam blotong (basah) adalah selulosa 8,9%, hemiselulosa 2,4%, lignin 1,2%, lemak dan lilin 9,5%, karbon 32,5%, hidrogen 2,2%, nitrogen 2,2%, fosfat 2,4%, dan debu 14,5% (George *et al.*, 2010). Setiap ton tebu yang digiling akan menghasilkan 30-50 kg blotong dan komposisi blotong yang dihasilkan dari satu pabrik gula dengan pabrik gula lainnya akan berbeda, bergantung pada varietas dan tingkat kematangan tebu, jenis tanah, prosedur pemurnian nira, dan beberapa faktor lainnya (Prado *et al.*, 2013). Blotong adalah limbah dengan kadar air yang tinggi, sekitar 70% dari berat total. Limbah padat yang dihasilkan oleh industri gula pada umumnya

mengandung lebih banyak bahan organik dibandingkan bahan anorganik (Leovisi, 2012). Sehingga penanganan yang cocok untuk limbah padat (blotong) adalah dengan pengomposan, untuk dimanfaatkan menjadi pupuk organik.

Menurut Supari *et al* (2015) blotong merupakan bahan yang cukup baik untuk dijadikan sebagai pupuk organik, karena bahan tersebut dapat memperbaiki kesuburan tanah melalui perbaikan tekstur tanah yang dicirikan dari sifat fisik tanah, khususnya meningkatkan drainase tanah. Manfaat lain dari blotong yakni berfungsi untuk menetralsir pengaruh Al-dd (kadar aluminium dalam tanah), yang dapat menyebabkan ketersediaan P dalam tanah lebih tersedia (Leovisi, 2012).

4.3 Mekanisme Degradasi Blotong

Selama komposting aerobik, mikroorganisme akan memanfaatkan oksigen, mendekomposisi bahan organik dan mengasimilasikan beberapa karbon, nitrogen, fosfat, sulfur, dan senyawa lain untuk sintesis protein selnya (Saranraj *et al.*, 2014). Reaksi yang terjadi selama proses komposting adalah sebagai berikut



Salah satu kelompok bakteri yang telah diteliti mampu mendegradasi karbohidrat yaitu amilum & selulosa adalah *Azotobacter*, melalui penelitian yang dilakukan oleh Firdausi dan Zulaika (2015), hasil penelitian tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kemampuan Isolat *Azotobacter* Mendegradasi Karbohidrat (Amilum dan Selulosa)

Isolat	Karbohidrat	
	Amilum	Selulosa
A1a	+	++
A1b	+	+
A2	+	++
A3	+	+
A5	++++	++++
A6	+	+
A7	+	+
A8	-	-
A9	+	++
A10	+	++
Keterangan :	++++Jika Indeks Biodegradasi > 3,0 +++ Jika Indeks Biodegradasi 2,1 – 3,0 ++ Jika Indeks Biodegradasi 1,1-2,0 + Jika Indeks Biodegradasi 0,1-1,0 - Jika tidak mampu melakukan biodegradasi	

Firdausi dan Zulaika (2015).

Selain itu *Azotobacter* juga telah diteliti mampu mendegradasi protein dan lipid (Firdausi & Zulaika, 2015). *Azotobacter* dianggap sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang mampu menghasilkan hormon pertumbuhan serta meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan menghambat pertumbuhan fitopatogenik dengan mengeluarkan inhibitor (Sartaj *et al*, 2018). Hormon pertumbuhan yang telah diteliti mampu dihasilkan oleh *Azotobacter* adalah IAA (*Indole-3-Aceic Acid*) (Kholida & Zulaika, 2015). *Azotobacter* juga dikenal sebagai bakteri penambat N yang dikelompokkan sebagai bakteri diazotrof non simbiotik (Islam *et al.*, 2019).

4.3.1 Degradasi Selulosa

Blotong mengandung selulosa sebesar 8,9 % dari total berat basahnya (George et al, 2010). Selulosa adalah penyusun utama dari lignoselulosa dari dinding sel pada tanaman bersama dengan hemiselulosa, lignin, pectin, dan lilin, dan merupakan polimer alam yang paling melimpah, biokompatibel, serta ramah lingkungan karena mudah terdegradasi, tidak beracun, serta dapat diperbarui (Mulyadi, 2019). Selulosa merupakan senyawa organik dengan formula $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan glukosa dengan panjang rantai mencapai ratusan hingga ribuan (Putera, 2012). Bakteri mampu mendegradasi selulosa karena memiliki enzim selulase yang mampu memutus ikatan glikosidik β -1,4 pada selulosa (Barman *et al*, 2011).

Enzim Selulase dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu endo-1,4- β -Dglukanase, ekso-1,4- β -D-glukanase, dan β -D-glukosidase. Ketiga komponen enzim tersebut bekerjasama dalam menghidrolisis selulosa yang tidak dapat larut menjadi glukosa (Fikrinda, 2000 dalam Rahayu, 2014). Enzim endoglukanase memecah ikatan glikosidik internal selulosa menjadi selodekstrin, enzim eksoglukanase memecah selodekstrin menjadi disakarida selobiosa, kemudian enzim selobiose akan memecah substrat selobiosa menjadi glukosa (Lynd, 2002 dalam Firdausi et al 2015).

4.3.2 Degradasi Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah salah satu penyusun dinding sel tanaman yang terdiri dari kumpulan beberapa unit gula atau heteropolisakarida dan dikelompokkan berdasarkan residu gula utama sebagai penyusunnya seperti xilan, mannan, galactan dan glucan (Fengel dan Wegener, 1995 dalam Anindyawati, 2010).

Jenis hemiselulosa utama yang terkandung dalam blotong adalah hetero-1,4 β -xilan, dimana hidrolisis xilan tersebut dilakukan oleh enzim xilanase serta selulase dan β -glukosidase (Saranraj *et al.*, 2014).

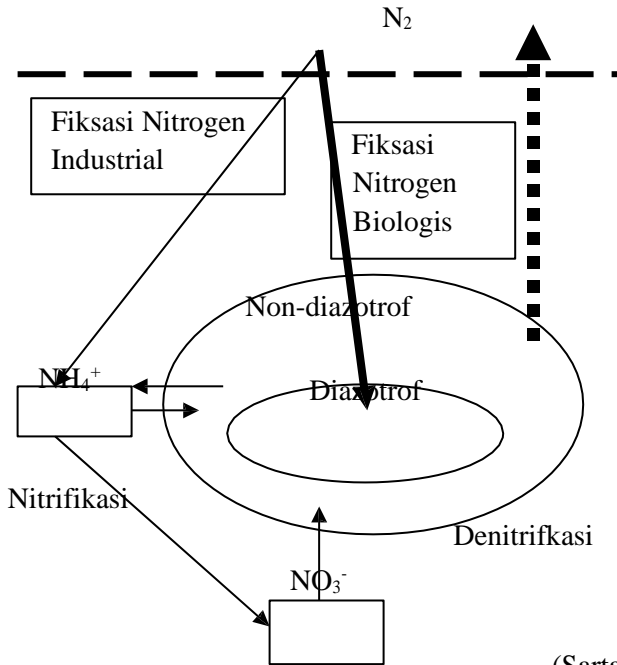
4.3.3 Degradasi Lignin

Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa serta strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman (Janusz *et al.*, 2017). Lebih dari 30 persen tanaman tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen. Disamping memberikan bentuk yang kokoh terhadap tanaman, lignin juga membentuk ikatan yang kuat dengan polisakarida yang melindungi polisakarida dari degradasi mikroba dan membentuk struktur lignoselulosa.

4.4 Mekanisme *Azotobacter* Menyediakan NPK

4.4.1 Pengikatan Nitrogen

Siklus nitrogen melibatkan semua bagian dari biosfer, karena siklus tersebut merupakan siklus yang kompleks. Proses pengikatan nitrogen dapat terjadi secara industrial dan biologis, dimana pengikatan nitrogen secara biologis memegang peran yang penting untuk menjaga fertilitas tanah (Vance dan Graham, 1995 dalam Sartaj *et al.*, 2018). *Azotobacter* adalah salah satu bakteri tanah non simbiotik, yang mampu menambat N dari udara, dan banyak dijumpai di daerah rizosfer serta bersifat aerobik (Sembiring, 2013 dalam Febrianti *et al.*, 2019). Proses pengikatan nitrogen oleh bakteri diazotrof dalam biosfer, ditunjukkan secara skematik pada gambar 4.1.



(Sartaj *et al.*, 2018).

Gambar 4.1 Diagram pengikatan nitrogen oleh bakteri diazotrof (*Azotobacter spp.*)

4.4.2 *Azotobacter* Sebagai Pelarut Fosfat

Mekanisme pelarutan fosfat oleh bakteri dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengasaman (acidifikasi) dan reaksi enzimatis. Pengasaman terjadi karena adanya asam-asam organik yang dihasilkan oleh bakteri melalui metabolisme glukosa sebagai sumber karbon. Asam organik tersebut antara lain asam sitrat, asam glutamat, asam suksinat, asam laktat, asam oksalat, asam glioksalat, asam malat, asam fumarat, asam tartrat dan asam α -

ketobutirat (Alori *et al.*, 2017). Asam organik tersebut diproduksi dalam periplasma melalui jalur oksidasi dan akan mengkelat kation dalam bentuk kompleks yang stabil dengan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , dan Al^{3+} (Zhao *et al.*, 2014 dalam Alori *et al.*, 2017).

Selain dengan asam organik, P dapat dilepas dari senyawa organik dalam tanah melalui tiga kelompok enzim (Hye Ji, 2013) :

1. Fosfatase nonspesifik, yang melakukan fosforilasi terhadap ikatan fosfoester bahan organik.
2. Fitase, yang secara spesifik menyebabkan P terlepas dari asam fitat.
3. Fosfonatase dan lyase C-P, enzim yang dapat melakukan pemecahan C-P pada organofosfat

Fosfatase dan fitase merupakan yang paling sering ditemukan aktivasnya karena substrat kedua enzim tersebut dominan di dalam tanah. Setiap enzim memiliki reaksi spesifik terhadap substrat. Fosfatase termasuk dalam enzim ekstraseluler yang disekresikan dan diaktifkan melalui membran sitoplasma. Enzim fosfatase memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia. Salah satu mekanisme pelepasan P yang terikat pada besi fosfat terkait dengan hidrogen sulfida (H_2S) yang diproduksi oleh bakteri pelarut fosfat (Tazisong *et al.*, 2015).

4.4.3 *Azotobacter* Sebagai Pelarut Kalium

Mekanisme utama pelarutan kalium adalah dengan memproduksi asam organik dan anorganik serta produksi proton (mekanisme asidolisis) yang dapat mengkonversi kalium tidak larut menjadi kalium mudah larut, sehingga mudah diserap oleh tanaman (Maurya *et al.*, 2014). Berbagai asam organik seperti asam oksalat, asam tartat, asam glukonat, asam 2-ketoglukonat, asam sitrat, asam malat, suksinat, laktat, propionate, glikolat, malonat

fumarat, telah diteliti efektif melepaskan K dari mineral yang mengandung K (Etesami *et al.*, 2017). Selain menurunkan pH tanah, asam organik tersebut dapat melepaskan ion K dari mineral K dengan mengkelat (pembentukan kompleks) ion Si^{4+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , dan Ca^{2+} yang terkait dengan mineral K (Meena *et al.*, 2014).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Azotobacter berpotensi sebagai agen komposting blotong. Mampu mendegradasi bahan organik berupa selulosa, hemiselulosa, lipid, dan protein. *Azotobacter* memiliki enzim selulase, lipase, dan kaseinase. *Azotobacter* mampu memproduksi hormon pertumbuhan IAA dan berperan sebagai penambat N non simbiotik, pelarut fosfat dan kalium.

5.2 Saran

Limbah blotong dapat dimanfaatkan untuk kompos sehingga akan mengurangi limbah padat dari pabrik gula saat giling dan ramah lingkungan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTKA

Alori, E. T., Glick, B. R., Babalola, O. O. 2017. Microbial Phosphorus Solubilization and Its Potential for Use in Sustainable Agriculture. **Phosphorus Solubilization for Sustainable Agriculture** Vol. 8, p.1-8.

Anindyawati, T. 2010. Potensi Selulase Dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian Untuk Pupuk Organik. **Berita Selulosa** Vol. 45, No. 2, p. 70-77.

Barman, D., Saud, Z. A., Habib M. R., and Yesmin. 2011. Isolation of Cellulolytic Bacterial Strains from Soil for Effective and Efficient Bioconversion of Solid Waste. **Life Sciences and Medicine Reserch** Vol. 25, p. 1-7.

Dewi, Y. S. dan Treesnowati. 2012. Pengolahan Sampah Skala Rumah Tangga Menggunakan Metode Komposting. **Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S** Vol. 8, No. 2

Etesami, H., Emami, S., Alikhani, H. A. 2017. Pottasium solubizing bacteria (KSB): Mechanisms, promotion of plant growth, and future prospects – a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**. Vol. 17, No. 4, p. 897-911.

Fanny, Rr. Munawar A., dan Mirwan M. 2013. Pemanfaatan Blotong Sebagai ktivator Pupuk Organik. **Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan** Vol 5 (2) : 25-32.

Febrianti, N. D., dan Rahayu, Y. S. 2019. Penambatan Biochar dan Bakteri Penambat Nitrogen (*Rhizobium* & *Azotobacter* sp.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max*) Pada Tanah Kapur. **Lentera Bio** Vol. 8, No, 1, p. 62-66.

Firdausi, W. dan Zulaika. E. 2015. Potensi *Azotobacter spp.* Sebagai Pendegradasi Lipid dan Protein. **Bioeksperimen**, Vol. 1, No. 2, p. 18-21.

George, P. A. O., Juan, J., Eras, C., Gustierrez, A. S., Hens, L. and Vandecasteele, C. 2010. Residue from Sugarcane Juice Filtration (Filter Cake): Energy Use at the Sugar Factory. **Waste Biomass Valor** No. 1, p. 407-413.

Hartono, D., Kastono, D., dan Rogomulyo, R. 2016. Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Takaran Kompos Blotong terhadap Pertumbuhan Awal Tebu (*Saccharum officinarum* L.). **Vegetalika**, Vol. 5, No. 2, p.14-25.

Ivanov, V. 2011. **Environmental Microbiology for Engginers**. USA: CRC Press.

Janusz, G., Pawlik, A., Sulej, J., Urzula, S, W. 2017. Lignin Degradation : microorganisms, enymes involved, genomes nalysis and evolution. **Microbiology Reviews**.

Laksono, T. E., Samudro, G., dan Priyambada, I. K. 2016. Penentuan Kompos Matang dan Stabil Diperkaya Dengan Penambahan ZA (N-Enrichment compost) Berdasarkan Uji Toksisitas dan Biodegradabilitas. **Jurnal Teknik Lingkungan** Vol. 5, No. 2

Luqman, A., dan Warmadewanthi, IDAA. 2013. Optimasi Proses Pengomposan dan Pengaruhnya Terhadap Fluktuasi Mikroorganisme. **Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVII**

Madigan, M. T., and Martinko, J. M. 2012. **Brock Biology of Microorganisms 13 edition**. New Jersey: Pearson Education, Inc.

- Maurya, B. R., Meena, V. S., Meena, O. P. 2014. Influence of Inceptisol and Alfisol's potassium solubilizing bacteria isolates on release of K from Waste mica. **Vegetos**. Vol. 27, p. 181-187.
- Meena, V. S., Verma, J. P, Kumar, A. 2014. Does a rhizospheric microorganism enhance K⁺ availability in agricultural soil?. **Microbiol**. Vol. 169, p. 337-347.
- Mulyadi, I. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Selulosa: Review. **Jurnal SAINTIKA UNPAM**. Vol.1, No.2, p.177 – 182.
- Pujiono, F. E., dan Mulyani T. A. 2017. Preparasi dan Karakterisasi Karbon dari Blotong Limbah Pabrik Gula Pada Berbagai Suhu Karbonasi. **Jurnal Wiyata** Vol. 4, No. 2, p. 173-179.
- Prado, R. M., Caione, G., dan Campos, C. N. S. 2013. Filter Cake and Vinasse as Fertilizers Contributing to Conservation Agriculture. **Applied and Environmental Soil Science**
- Rao, T. B., Chonde, S. G., Bhosale, P. R., Raut, P. D. 2011. Environmental Audit of Sugar Factory: A Case Study of Kumbhi Kasari Sugar Factory. **Universal Journal of Environmental Research and Technology** Vol. 1, p. 51-57.
- Rabelo, C., Costa, A. C., dan Rossel, C. E. V. 2015. Industrial Waste Recovery. **Sugarcane** p. 365-381
- Saranraj, P., dan Stella, D. 2014. Composting of Sugar Mill Wastes : A Review. **World Applied Sciences Journal** No. 31, Vol. 12, p. 2029-2044.
- Sartaj, A. W., Subash, C., Muneeb, A. W., Ramzan M., dan Hakeem, K. R. 2016. Azotobacter chroococcum – A Potential

Biofertilizer in Agriculture : An Overview. **Soil Science : Agricultural and Environmental Prospective**. p. 334-344.

Sharma, B.S., Riyaz, Z.S., Mrugesh, H.T., dan Thivakaran, A.G. 2013. Phosphate Solubilizing Microbes: Sustainable Approach For Managing Phosphorus Deficiency In Agricultural Soils. **Review Springer Plus 2**: 587.

Zulaika, E., Shovitri, M., Kuswitasary. 2014. Numerical Taxonomy for Detecting the *Azotobacterial* Diversity. **The 8th Korean-Asean Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy**.