

PERANCANGAN TEKNOLOGI BIOKONVERSI SULFUR PRODUK SAMPINGAN LNG MENJADI KOMPOS SULFAT DENGAN *THIOBACILLUS* SP.

HANDITO RAHMAN



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University;

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perancangan Teknologi Biokonversi Sulfur Produk Sampingan LNG Menjadi Kompos Sulfat dengan *Thiobacillus* sp.” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Handito Rahman
F4401211058

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

HANDITO RAHMAN. Perancangan Teknologi Biokonversi Sulfur Produk Sampangan LNG Menjadi Kompos Sulfat dengan *Thiobacillus* sp. Dibimbing oleh JOANA FEBRITA dan CHUSNUL ARIF

Produksi LNG menghasilkan limbah sampangan berupa sulfur elemental dalam jumlah besar yang belum dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi mencemari lingkungan. Di sisi lain, sulfur dalam bentuk sulfat sangat dibutuhkan dalam pertanian sebagai unsur hara esensial. Penelitian ini bertujuan merancang teknologi biokonversi sulfur elemental menjadi senyawa sulfat melalui proses pengomposan dengan metode *Aerated Static Pile* (ASP), menggunakan bakteri *Thiobacillus* sp. Penelitian ini menggunakan tiga tingkat debit aerasi (7, 14, dan 23 L/min) terhadap empat variasi jumlah bakteri *Thiobacillus* sp. (0%, 2%, 5%, dan 8%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jumlah bakteri maupun debit aerasi berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar sulfat dalam kompos akhir. Uji ANOVA dua jalur menunjukkan bahwa debit aerasi 23 L/min dengan bakteri 5 % memberikan interaksi paling signifikan dalam meningkatkan kadar sulfat hingga 9,33 % ($P < 0,001$). Namun, waktu pengomposan tercepat dicapai dengan kombinasi jumlah bakteri 8 % dan aerasi 14 L/min, yang mencapai mutu kompos dalam 35 hari, sedangkan kombinasi optimal kadar sulfat memerlukan 42 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa bakteri dengan jumlah 5 % optimal untuk mencapai peningkatan sulfat maksimum, sedangkan kombinasi bakteri dengan jumlah 8 % dan aerasi sedang dapat mempersingkat waktu pengomposan.

Kata Kunci: Biokonversi sulfur; kompos sulfat; *Thiobacillus* sp.; Aerated Static Pile; debit aerasi.

ABSTRACT

HANDITO RAHMAN. Design of Sulfur Bioconversion Technology from LNG Byproduct into Sulfate Compost Using *Thiobacillus* sp. Supervised by JOANA FEBRITA and CHUSNUL ARIF.

LNG production generates large amounts of elemental sulfur waste, which remains underutilized and potentially harmful to the environment. Meanwhile, sulfate is essential in agriculture. This study aimed to develop a bioconversion technology to transform elemental sulfur into sulfate through composting using the Aerated Static Pile (ASP) method with *Thiobacillus* sp. Treatments included three aeration rates (7, 14, and 23 L/min) and four bacterial concentrations (0%, 2%, 5%, and 8%). Results showed that both factors significantly increased sulfate levels in the final compost. Two-way ANOVA revealed the most effective combination was 5% bacteria with 23 L/min aeration, yielding 9.33% sulfate ($P < 0.001$). The fastest composting time (35 days) occurred with 8% bacteria and 14 L/min aeration, achieving standard compost quality standards based on national regulations. Maximum sulfate yield required 42 days. Thus, 5% bacteria is optimal for sulfate production, while 8% with moderate aeration shortens composting time.

Keywords: Aerated Static Pile; aeration rate; sulfate compost; sulfur bioconversion; *Thiobacillus* sp.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERANCANGAN TEKNOLOGI BIOKONVERSI SULFUR PRODUK SAMPINGAN LNG MENJADI KOMPOS SULFAT DENGAN *THIOBACILLUS* SP.

HANDITO RAHMAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Chusnul Arif, S.TP. M.Si. IPM.
2. Apriadi, S.T., M.Sc.



Judul Skripsi : Perancangan Teknologi Biokonversi Sulfur Produk Sampingan
LNG Menjadi Kompos Sulfat dengan *Thiobacillus* sp.

Nama : Handito Rahman

NIM : F4401211058

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Joana Febrita, S.T., M.T.

NIP. 19910218 201903 2 015



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Chusnul Arif, S.TP., M.Si., IPM.

NIP. 19801206 200501 1 004



Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan:

Dr. Ir. Erizal, M.Agr, IPU.

NIP. 19650106 199002 1 001



Tanggal Ujian: 24 Juni 2025

Tanggal Lulus 14 JUL 2025

PRAKATA

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanaahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunianya yang telah memberikan nikmat kesehatan dan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Perancangan Teknologi Biokonversi Sulfur Produk Sampingan LNG Menjadi Kompos Sulfat dengan *Thiobacillus* sp.”. Skripsi ini disusun demi memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada program studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Selama proses penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan dan tantangan yang penulis hadapi. Akan tetapi, semuanya dapat penulis lalui dengan dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Ibu Joana Febrita, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing 1 serta bapak Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si. sebagai dosen pembimbing 2, yang dengan sabar membimbing dan memberikan arahan serta masukan selama proses penulisan skripsi ini.
2. Almarhum Bapak Basuki, Ibu Nurjanah, Hanggraeni Kusuma Rini, Hadi Akmalunas, Hani Dwi Hastuti, dan Inovator Yusman Ponco Daeli, yang selalu memberikan doa, motivasi, dukungan, serta kasih sayang tak terhingga kepada penulis.
3. Seluruh tenaga pendidik Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan yang memberikan semangat, serta membantu kelancaran penulisan skripsi ini.
4. PT. Pertamina EP Cepu yang memberikan dukungan positif terhadap penelitian ini
5. Rekan sejawat yang sama-sama melakukan penelitian di Laboratorium Lingkungan Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB *University*.
6. Rekan-rekan SIL Angkatan 58 yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan dampingan selama penulis dalam masa perkuliahan.
7. Rekan-rekan penghuni Emi Kost yang senantiasa menemani jalannya penulisan skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta mendukung kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2025

Handito Rahman

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sulfur Elemental.....	4
2.2 Bakteri <i>Thiobacillus</i> sp.....	5
2.3 Siklus Sulfur.....	5
2.4 Kompos.....	6
2.5 Proses Pengomposan.....	7
III METODE.....	9
3.1 Waktu dan Lokasi.....	9
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Prosedur Penelitian.....	10
3.4 Perancangan Variasi Komposisi Kompos.....	12
3.5 Pembuatan Reaktor.....	13
3.6 Proses Pengomposan.....	14
3.7 Pengujian dan Analisis Parameter Fisik dan Kimia.....	15
3.8 Analisis Statistik Proses Pengomposan.....	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Kondisi Pengomposan.....	19
4.2 Analisis Karakteristik Bahan Baku Kompos.....	20
4.3 Karakteristik dan Mutu Hasil Pengomposan.....	21
4.4 Pembentukan Sulfat Terlarut dan Asam Bebas dalam Kompos.....	34
4.5 Uji Validitas.....	36
4.6 Uji <i>Post-Hoc</i>	37
4.7 Analisis Waktu Pengomposan pada Penambahan <i>Thiobacillus</i> sp. dan Sulfur Elemental.....	39
V SIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Simpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	51
RIWAYAT HIDUP.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Jadwal kegiatan penelitian	9
Tabel 2 Variasi komposisi kompos	13
Tabel 3 Kriteria standar mutu kualitas kompos sulfat yang disesuaikan	17
Tabel 4 Karakteristik bahan baku	20
Tabel 5 Hasil uji Anova dua jalur kadar sulfat	36
Tabel 6 Hasil uji Bonferroni aliran aerasi terhadap kadar sulfat	38
Tabel 7 Hasil uji Bonferroni jumlah bakteri terhadap kadar sulfat.....	38
Tabel 8 Hasil evaluasi capaian standar baku mutu oleh setiap variasi	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta lokasi penelitian.....	10
Gambar 2 Alur prosedur penelitian.....	11
Gambar 3 Komponen reaktor pengomposan	14
Gambar 4 Area reaktor pengomposan	19
Gambar 5 Penyusutan volume kompos aliran aerasi 7 L/min.....	22
Gambar 6 Penyusutan volume kompos aliran aerasi 14 L/min.....	22
Gambar 7 Penyusutan volume kompos aliran aerasi 23 L/min.....	22
Gambar 8 Pengaruh aliran aerasi terhadap penyusutan volume kompos	23
Gambar 9 Suhu kompos aliran aerasi 7 L/min.....	24
Gambar 10 Suhu kompos aliran aerasi 14 L/min.....	24
Gambar 11 Suhu kompos aliran aerasi 23 L/min.....	25
Gambar 12 Pengaruh aliran aerasi terhadap suhu kompos	26
Gambar 13 pH kompos aliran aerasi 7 L/min	27
Gambar 14 pH kompos aliran aerasi 14 L/min	27
Gambar 15 pH kompos aliran aerasi 23 L/min	27
Gambar 16 Pengaruh aliran aerasi terhadap pH kompos	28
Gambar 17 Kadar air kompos aliran aerasi 7 L/min	29
Gambar 18 Kadar air kompos aliran aerasi 14 L/min	30
Gambar 19 Kadar air kompos aliran aerasi 24 L/min	30
Gambar 20 Pengaruh aliran aerasi terhadap kadar air kompos.....	31
Gambar 21 Rasio C/N kompos aliran aerasi 7 L/min	32
Gambar 22 Rasio C/N kompos aliran aerasi 14 L/min	32
Gambar 23 Rasio C/N kompos aliran aerasi 23 L/min	32
Gambar 24 Pengaruh aliran aerasi terhadap rasio C/N	33
Gambar 25 Pembentukan kadar sulfat kompos aliran aerasi 7 L/min	34
Gambar 26 Pembentukan kadar sulfat kompos aliran aerasi 14 L/min	35
Gambar 27 Pembentukan kadar sulfat kompos aliran aerasi 23 L/min	35
Gambar 28 Grafik <i>interaction plot</i> antara debit aerasi dan jumlah bakteri.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tata Letak Tempat Pengomposan	51
Lampiran 2 Kondisi Kompos Minggu-0	52
Lampiran 3 Kondisi Kompos Minggu-8	53
Lampiran 4 Data Pengujian Fisik Kompos	54
Lampiran 5 Data Pengujian Kadar Air Kompos	58
Lampiran 6 Data Pengujian Rasio C/N	58
Lampiran 7 Data Pengujian Kadar Sulfat	59
Lampiran 8 Data Pengujian Kadar Asam Bebas (H_2SO_4)	61
Lampiran 9 Hasil Pengujian ANOVA Two Way SPSS 26	63
Lampiran 10 Hasil Pengujian Post Hoc Bonferrini SPSS 26.....	63

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

