

KAJIAN AWAL PENGERINGAN CACING *Lumbricus rubellus* MENGGUNAKAN OVEN TRAY DRYER

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai
gelar sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh :

Michael Samuel

(6141901056)

Kelyani

(6141901068)

Pembimbing :

Dr. Ir. Jenny N. M. Soetedjo, S.T., M.Sc.

Susiana Prasetyo S., S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2023



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : KAJIAN AWAL PENGERINGAN CACING *Lumbricus rubellus*
MENGUNAKAN OVEN *TRAY DRYER***

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 22 Agustus 2023

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Ir. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.

Susiana Prasetyo S., S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

LEMBAR REVISI

Nama : Michael Samuel ; Kelyani

NPM : 6141901056 ; 6141901068

Judul : Kajian Awal Pengeringan Cacing *Lumbricus rubellus* Menggunakan Oven Tray
Dryer

CATATAN :

Memperbaiki penyajian grafik pada bagian pembahasan

Memperbaiki perhitungan kadar air basis basah, kadar air basis kering, hc, dan kg

Menambahkan pembahasan %yield pengeringan

Menghapus konstanta laju pengeringan (k) dari pembahasan

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 21 Agustus 2023

Penguji 1

Penguji 2


Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.


Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : 1. Michael Samuel

NPM : 6141901056

2. Kelyani

6141901068

dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul :

**KAJIAN AWAL PENGERINGAN CACING *Lumbricus rubellus* MENGGUNAKAN
OVEN TRAY DRYER**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 19 Agustus 2023



Michael Samuel
(6141901056)



Kelyani
(6141901068)

INTISARI

Cacing *Lumbricus rubellus* merupakan salah satu organisme yang hidup di dalam tanah dengan kondisi lembab dan berkadar air cukup tinggi. Cacing *Lumbricus rubellus* mengandung protein yang sangat tinggi melebihi kandungan protein pada daging dan juga kacang kedelai. Oleh karena itu, cacing *Lumbricus rubellus* dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal yang salah satunya adalah menjadi obat. Namun, agar cacing *Lumbricus rubellus* dapat dikonsumsi, diperlukan proses pengeringan untuk mengubah cacing *Lumbricus rubellus* menjadi tepung cacing. Proses pengeringan ini akan dilakukan dengan menggunakan *tray dryer* yang akan dioperasikan secara *batch*. Proses pengeringan dengan menggunakan *tray dryer* mampu menghasilkan proses pengeringan yang lebih cepat dibandingkan dengan proses pengeringan dengan menggunakan matahari.

Penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap, yaitu: penelitian pendahuluan berupa perendaman dari cacing dalam air panas selama 5-10 menit dan dilanjutkan penelitian utama berupa pengeringan menggunakan *tray dryer* dengan variasi temperatur (45°C-63°C) dan ketebalan bahan (4 mm – 13 mm). Setelah dilakukan pengeringan, dilakukan analisa berupa analisa kadar air dan kadar protein serta mencari koefisien perpindahan panas (hc) dan koefisien perpindahan massa (kg). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peningkatan temperatur menyebabkan meningkatnya nilai hc , kg , dan kadar protein. Peningkatan ketebalan dari cacing tidak memberikan pengaruh kepada nilai hc dan kg , namun jumlah kadar protein menjadi berkurang. Kondisi terbaik dari penelitian ini yaitu pada ketebalan bahan 8 mm dengan temperatur pengering 55°C. Pada kondisi tersebut didapat nilai kg sebesar $0,576 \frac{kg}{m^2 jam}$ dan hc sebesar $5,64 \frac{kJ}{m^2 jam ^\circ C}$.

Kata kunci : cacing *Lumbricus rubellus*, pengeringan, *tray dryer*, kadar protein

ABSTRACT

Lumbricus rubellus is one of the organisms that inhabit moist and moist soils. *Lumbricus rubellus* contains a very high protein content, exceeding that found in meat and soybeans. Therefore, *Lumbricus rubellus* can be used for many purposes, one of which is medical. However, in order to consume *Lumbricus rubellus*, a drying process is required to turn the *Lumbricus rubellus* into powder. This drying process is carried out using tray dryers operating in batch mode. The drying process using the shelf dryer can dry the material faster than the sun drying process.

This research is divided into two phases: A preliminary study was conducted by immersing the worms in hot water for 5-10 minutes, and the current study was continued by drying the worms using a tray dryer with varying temperatures (45°C to 63°C) and material thicknesses (4 mm to 13 mm). After drying, analysis takes the form of analysis of moisture content and protein content, as well as determination of heat transfer coefficient (h_c) and mass transfer coefficient (k_g). According to the study carried out, an increase in temperature leads to an increase in h_c , k_g and protein content values. Increasing worm thickness did not affect h_c and k_g values, but the protein content decreased. The best condition for this study is material thickness of 8 mm with drying temperature of 55°C. Under these conditions, the value of k_g is $0.576 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ h}}$ and h_c is $5.64 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}}$.

Keyword: *Lumbricus rubellus*, drying, tray dryer, protein content

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menulis, menyusun, dan menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Kajian Awal Pengeringan Cacing *Lumbricus rubellus* Menggunakan Oven Tray Dryer”** dengan baik sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Laporan penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu tugas akhir guna mencapai gelar sarjana pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis secara khusus ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Jenny N. M. Soetedjo, S.T., M.Sc. dan Ibu Susiana Prasetyo S., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan, kritik, motivasi, dan juga saran sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini.
2. Orang tua dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
3. Teman-teman yang telah senantiasa memberikan doa, dukungan dari segi fisik maupun mental, nasihat, serta motivasi selama penyusunan laporan penelitian ini.
4. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang membantu dan memberikan dukungan selama proses penyusunan laporan penelitian ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan pada penyusunan laporan penelitian ini. Penulis menyadari bahwa dalam laporan penelitian ini masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat penulis gunakan untuk memperbaiki laporan penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 03 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah	2
1.3 Identifikasi Masalah	2
1.4 Premis	3
1.4.1 Premis Analisis Kadar	3
1.4.2 Premis Perpindahan Massa dan Panas	6
1.5 Hipotesis	10
1.6 Tujuan Penelitian	10
1.7 Manfaat Penelitian	10
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Pengeringan	11
2.1.1 Air.....	11
2.1.2 Kadar Air	14
2.1.3 Prinsip Dasar Pengeringan.....	15
2.1.4 Periode Laju Pengeringan.....	22
2.2 Klasifikasi Pengeringan	24

2.3 Jenis-jenis Alat Pengering	26
2.3.1 Pengering Berputar / Rotary Dryer.....	26
2.3.2 Vacuum Dryer	26
2.3.3 Spray Dryer.....	27
2.3.4 Freeze Dryer	28
2.3.5 Fluidized Bed Dryer	28
2.3.6 Tray Dryer	29
2.4 Cacing Tanah (<i>Lumbricus rubellus</i>)	30
2.4.1 Manfaat Cacing Tanah (<i>Lumbricus rubellus</i>).....	32
2.4.2 Kandungan Protein pada Cacing Tanah (<i>Lumbricus rubellus</i>)	33
2.4.3 Denaturasi Protein	36
2.5 State of Art.....	38
BAB III : METODE PENELITIAN	39
3.1 Bahan	39
3.1.1 Bahan Utama	39
3.1.2 Bahan Pendukung	39
3.1.3 Bahan Analisis	39
3.2 Alat	39
3.3 Prosedur Penelitian	40
3.3.1 Perendaman Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	40
3.3.2 Pengeringan Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	41
3.3.3 Analisis Kadar Air	42
3.3.4 Analisis Kadar Protein.....	42
3.4 Penentuan Nilai Koefisien Perpindahan Panas dan Perpindahan Massa.....	42
3.5 Rancangan Percobaan.....	43
3.7 Penentuan Kondisi Pengeringan Terbaik	45
3.8 Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian	45
BAB IV : PEMBAHASAN	45
4.1 Penentuan Variasi Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	45

4.2 Pengaruh Variasi Temperatur dan Tebal Cacing Lumbricus rubellus terhadap Yield	46
4.3 Pengaruh Variasi Temperatur dan Tebal Cacing Lumbricus rubellus terhadap Koefisien Difusi Massa (kg).....	50
4.4 Pengaruh Variasi Temperatur dan Tebal Cacing Lumbricus rubellus terhadap koefisien difusi panas (hc).....	50
4.5 Pengaruh Variasi Temperatur dan Tebal Cacing Lumbricus rubellus terhadap Kadar Protein.....	52
4.6 Penentuan Kondisi Pengeringan Terbaik	53
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN A : PROSEDUR ANALISIS	63
A.1 Analisis Kadar Air	63
A.2 Analisis Kadar Protein.....	64
LAMPIRAN B : MATERIAL SAFETY DATA SHEET	67
B.1 Asam Sulfat (H ₂ SO ₄) 98%	67
B.1.1 Karakteristik Senyawa	67
B.1.2 Identifikasi Bahaya	67
B.1.3 Indikasi Bahaya.....	67
B.1.4 Penanganan Bahaya	67
B.2 Natrium Hidroksida 30%	68
B.2.1 Karakteristik Senyawa	68
B.2.2 Identifikasi Bahaya	68
B.2.3 Indikasi Bahaya.....	68
B.2.4 Penanganan Bahaya	68
B.3 Indikator Phenolphthalein	69
B.3.1 Karakteristik Senyawa	69

B.3.2 Identifikasi Bahaya	69
B.3.3 Indikasi Bahaya.....	69
B.3.4 Penanganan Bahaya	69
B.4 Asam Klorida 0,1 N	70
B.4.1 Karakteristik Senyawa	70
B.4.2 Identifikasi Bahaya	70
B.4.3 Indikasi Bahaya.....	70
B.4.4 Penanganan Bahaya	70
B.5 Selenium	71
B.5.1 Karakteristik Senyawa	71
B.5.2 Identifikasi Bahaya	71
B.5.3 Indikasi Bahaya.....	71
B.5.4 Penanganan Bahaya	71
B.6 Asam Borat	71
B.6.1 Karakteristik Senyawa	71
B.6.2 Identifikasi Bahaya	72
B.6.3 Indikasi Bahaya.....	72
B.6.4 Penanganan Bahaya	72
LAMPIRAN C : DATA PENELITIAN DAN HASIL ANTARA	70
C.1 Analisa Cacing Lumbricus rubellus.....	70
C.1.1 Kadar Protein	70
C.1.2 Kadar Air	70
C.2 Penentuan Nilai Koefisien Difusi Massa dan Difusi Panas	70
LAMPIRAN D : GRAFIK	90
D.1 Kurva Karakteristik Pengeringan	90
D.2 Kurva Perubahan Kadar Air terhadap Waktu Pengeringan	95
LAMPIRAN E : CONTOH PERHITUNGAN.....	101
E.1 Penentuan Nilai k_g dan h_c (Run 1)	101
E.2 Penentuan Nilai % yield.....	102

E. 3 Penentuan Kadar Protein (run 1)..... 102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe air berdasarkan keterikatannya	13
Gambar 2. 2 Jenis-jenis Kadar Air (Treybal, 1981).....	14
Gambar 2. 3 Proses perpindahan panas dan perpindahan pada proses pengeringan	16
Gambar 2. 4 Konveksi Paksa dan Konveksi Bebas (Nag, 2007).....	18
Gambar 2. 5 Perpindahan Panas Radiasi (Nag, 2007)	20
Gambar 2. 6 Kurva Pengeringan terhadap Waktu (Treybal, 2018).	23
Gambar 2. 7 Skematik Proses Pengeringan Buatan (Siswanto, 2007).....	25
Gambar 2. 8 Rotary Dryer.....	26
Gambar 2. 9 Spray Dryer	27
Gambar 2. 10 Freeze Dryer.....	28
Gambar 2. 11 Fluidized Bed Dryer	29
Gambar 2. 12 Tray Dryer	30
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perendaman Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	40
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengeringan Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	41
Gambar 4. 1 Analisa Nilai Yield pada Setiap Run.....	46
Gambar 4. 2 Analisa Nilai kg Setiap Run.....	50
Gambar 4. 3 Analisa Nilai kg pada temperatur berbeda	48
Gambar 4. 4 Analisa nilai hc Setiap Run	52
Gambar 4. 5 Analisa Kadar Protein tiap run	542
Gambar 4. 6 Kurva Pengeringan Penentuan Kondisi Terbaik Variasi temperatur	54
Gambar A. 1 Prosedur Analisis Kadar Air.....	63
Gambar D. 1 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 48°C dan 5 mm Run 1.....	90
Gambar D. 2 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 63°C dan 12 mm Run 2	90
Gambar D. 3 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 45°C dan 9 mm Run 3	91
Gambar D. 4 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 65°C dan 9 mm Run 4	91
Gambar D. 5 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 63°C dan 5 mm Run 5	92
Gambar D. 6 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 55°C dan 4 mm Run 6	92
Gambar D. 7 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 55°C dan 8 mm Run 7	93
Gambar D. 8 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 55°C dan 13 mm Run 8	93
Gambar D. 9 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 55°C dan 8 mm Run 9	94
Gambar D. 10 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 48°C dan 12 mm Run 10.....	94
Gambar D. 11 Kurva Karakteristik Pengeringan Variasi 55°C dan 8 mm Run 11.....	95

Gambar D. 12	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 48°C dan 5 mm Run 1	95
Gambar D. 13	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 63°C dan 12 mm Run 2	96
Gambar D. 14	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 45°C dan 9 mm Run 3	96
Gambar D. 15	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 65°C dan 9 mm Run 4	97
Gambar D. 16	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 63°C dan 5 mm Run 5	97
Gambar D. 17	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 55°C dan 4 mm Run 6	98
Gambar D. 18	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 55°C dan 8 mm Run 7	98
Gambar D. 19	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 55°C dan 13 mm Run 8	99
Gambar D. 20	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 55°C dan 8 mm Run 9	99
Gambar D. 21	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 48°C dan 12 mm Run 10	100
Gambar D. 22	Kurva Perubahan Kadar Air Variasi 55°C dan 8 mm Run 11	100
Gambar E. 1	Kurva Karakteristik Pengeringan Run 1.....	101
Gambar E. 2	Kurva Karakteristik Pengeringan Run 1.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konduktivitas Termal Berbagai Bahan pada 300 K (Nag, 2007).....	17
Tabel 2. 2 Perbandingan 3 Kelompok Cacing (Purniasari, dkk., 2019)	31
Tabel 2. 3 Komposisi Asam Amino Cacing <i>Lumbricus rubellus</i> (Palungkun, 2010)	34
Tabel 2. 4 Komposisi Asam Amino Non-esensial Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	34
Tabel 2. 5 Komposisi Tepung Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	35
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan Penelitian.....	43
Tabel 3. 2 Rancangan Percobaan Penelitian	44
Tabel 3. 3 Jadwal Kerja Penelitian	45
Tabel 4. 1 Variasi Temperatur dan Tebal Cacing.....	45
Tabel 4. 2 Analisa Varian (ANOVA) Temperatur dan Tebal Bahan terhadap <i>yield</i>	47
Tabel 4. 3 Analisa Varian (ANOVA) Temperatur dan Tebal Bahan terhadap kg.....	51
Tabel 4. 4 Analisa Varian (ANOVA) Temperatur dan Tebal Bahan terhadap hc	51
Tabel 4. 5 Analisa Varian (ANOVA) Temperatur dan Tebal Bahan terhadap Kadar Protein	52
Tabel C. 1 Kadar Protein Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	70
Tabel C. 2 Kadar Air Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	70
Tabel C. 3 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 1	71
Tabel C. 4 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 1	73
Tabel C. 5 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 2	73
Tabel C. 6 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 2	75
Tabel C. 7 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 3	75
Tabel C. 8 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 3	77
Tabel C. 9 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 4	77
Tabel C. 10 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 4	78
Tabel C. 11 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 5	79
Tabel C. 12 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 5	80
Tabel C. 13 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 6	80
Tabel C. 14 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 6	81
Tabel C. 15 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 7	82
Tabel C. 16 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 7	83
Tabel C. 17 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 8	83

Tabel C. 18 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 8	84
Tabel C. 19 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 9	85
Tabel C. 20 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 9	86
Tabel C. 21 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 10	86
Tabel C. 22 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 10	87
Tabel C. 23 Penentuan Laju Pengeringan (N) Run 11	88
Tabel C. 24 Penentuan Nilai Konstanta Pengeringan Run 11	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kampung Batu Lonceng, Desa Sutenjaya, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat merupakan salah satu wilayah yang dikenal sebagai penghasil susu sapi karena mayoritas dari penduduk di kampung tersebut merupakan peternak sapi perah. Dengan mayoritas penduduk yang berprofesi sebagai peternak sapi perah maka hal tersebut menyebabkan Kampung Batu Lonceng menjadi penghasil susu di daerah Lembang. Jumlah sapi perah yang ada di kampung tersebut kira-kira terdapat 100 ekor sapi perah. Kampung Batu Lonceng ini memiliki luas 357,1 ha dengan lokasi berdekatan dengan sungai Cikapundung yang turut dikelola oleh Badan Usaha Milik Desa karena sungai tersebut merupakan sumber mata air bagi orang-orang di kampung tersebut. Oleh karena kampung Batu Lonceng ini yang letaknya berada di dekat hulu Sungai Cikapundung, masyarakat pada umumnya akan membuang limbah dari kotoran sapi ke Sungai Cikapundung sehingga akan menyebabkan pencemaran air yang menjadi sumber mata air tersebut. Alasan warga kampung Batu Lonceng melakukan hal tersebut adalah karena mereka sulit untuk mendapatkan tempat untuk membuang limbah kotoran sapi tersebut.

Dibandingkan dengan ternak lainnya, sapi perah merupakan ternak yang menghasilkan kotoran sapi terbanyak. Kotoran sapi tersebut berupa kotoran padat dan urine serta gas yang memiliki bau tidak sedap. Menurut Wahyuni (2008), sapi yang berbobot 640 kg akan menghasilkan kotoran sapi sebanyak 50 kg/hari. Maka jika di satu kelompok terdapat 100 ekor sapi maka kotoran yang dihasilkan dapat mencapai 5 ton/hari. Hal tersebut menunjukkan perlunya pengolahan limbah kotoran sapi perah yang benar agar Sungai Cikapundung yang merupakan sumber mata air warga menjadi tidak tercemar lagi.

Untuk mengatasi Sungai Cikapundung yang tercemar akibat limbah kotoran sapi tersebut, maka warga di kampung Batu Lonceng membuat sebuah digester untuk mengubah limbah kotoran sapi tersebut menjadi biogas melalui proses fermentasi. Limbah kotoran sapi ini juga dimanfaatkan sebagai pakan untuk cacing *Lumbricus rubellus*. Cacing *Lumbricus rubellus* mulai ditenakkan oleh masyarakat Batu Lonceng pada tahun 2019 dan menjadi semakin berkembang dan banyak peminatnya akibat pandemi Covid-19. Umumnya para konsumen menggunakan cacing *Lumbricus rubellus* sebagai obat untuk

menghilangkan penyakit tipes dan sebagai pupuk berupa kascing. Cacing *Lumbricus rubellus* juga dapat dikeringkan dan diolah menjadi tepung dan menjadi pakan ternak, hal itu disebabkan kandungan protein yang tinggi dari cacing *Lumbricus rubellus* (Rahmawati, dkk., 2021).

1.2 Tema Sentral Masalah

Limbah kotoran sapi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat Batu Lonceng untuk pakan dari cacing *Lumbricus rubellus*. Cacing *Lumbricus rubellus* ini umumnya dimanfaatkan sebagai obat dan jika dikeringkan dan diolah menjadi tepung dapat digunakan untuk pakan ternak. Pengeringan cacing *Lumbricus rubellus* ini juga dapat meningkatkan kadar protein yang ada. Pada pengeringan cacing *Lumbricus rubellus* belum ada landasan teori terkait penetapan nilai koefisien perpindahan massa, panas, ataupun konstanta pengeringan. Nilai-nilai tersebut dapat digunakan untuk merancang *tray dryer* untuk pengeringan cacing *Lumbricus rubellus* pada industri skala kecil dan menengah.

1.3 Identifikasi Masalah

Beberapa masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh temperatur udara pengering untuk cacing *Lumbricus rubellus* dalam *tray dryer* terhadap nilai koefisien perpindahan massa (kg), koefisien perpindahan panas (hc), konstanta pengeringan (k), dan kadar protein?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan bahan untuk cacing *Lumbricus rubellus* dalam *tray dryer* terhadap nilai koefisien perpindahan massa (kg), koefisien perpindahan panas (hc), konstanta pengeringan (k), dan kadar protein?
3. Adakah interaksi antara ketebalan bahan dan temperatur pengering terhadap nilai koefisien perpindahan massa (kg), koefisien perpindahan panas (hc), konstanta pengeringan (k), dan kadar protein?
4. Berapa nilai koefisien perpindahan massa (kg), koefisien perpindahan panas (hc), konstanta pengeringan (k), dan kadar protein hasil pengeringan cacing *Lumbricus rubellus* pada kondisi terbaik?

1.4 Premis

1.4.1 Premis Analisis Kadar

No	Bahan Baku	Jenis Alat Pengering	Kondisi Pengeringan				Hasil		Peneliti
			Suhu	Laju Alir Udara	Waktu Pengeringan	Ketebalan Bahan	Kadar Air	Kadar Protein	
1	Dendeng ikan bandeng	<i>Cabinet dryer</i>	65°C	0,5-5 m/s	6 jam	4 mm	30%	38.82%	Patang, dkk., 2016
			70°C				28%	42.48%	
			75°C				24%	34.05%	
2	Ikan asin sepat siam	Oven	50°C	Tidak tersedia	6 jam	Tidak tersedia	257%	78.45%	Riansyah, dkk., 2013
			60°C				250%	76.95%	
			70°C				219%	77.06%	
			50°C		12 jam		178%	70.03%	
			60°C				151%	69.03%	
			70°C				64%	69.58%	
			50°C		18 jam		76%	64.33%	
			60°C				58%	67.96%	
			70°C				36%	67.39%	
			50°C		24 jam		47%	59.40%	
			60°C				37%	65.66%	
			70°C				20%	59.45%	
3	Ikan nila	<i>Cabinet dryer</i>	70°C	0,5-5 m/s	4 jam	4 mm	17%	56.72%	Syam dan Patang, 2018
			75°C				15%	54.42%	

			80°C				21%	50.42%	
4	Ikan govazim	Oven	70°C	Tidak tersedia	24 jam	tidak tersedia	17%	90.41%	Aberoumand dan Abad, 2015
		<i>Solar dryer</i>	37°C		3 hari		5%	86.63%	
	Ikan hamoor	Oven	70°C		24 jam		9%	93.35%	
		<i>Solar dryer</i>	37°C		3 hari		8.67%	91.09%	
	Ikan zeminkan	Oven	70°C		24 jam		16%	84.41%	
		<i>Solar dryer</i>	37°C		3 hari		8.6%	84.32%	
5	Ikan lele	<i>Cabinet dryer</i>	60°C	Tidak tersedia	8 jam	4 mm	52%	21.38%	Ikhsan, dkk., 2016
			65°C				33%	21.39%	
			70°C				11%	14.94%	
6	Ikan teri	<i>Oven</i>	70°C	Tidak tersedia	4 jam	Tidak tersedia	29%	41.06%	Bau, dkk., 2021
					8 jam		26%	40.31%	
					12 jam		23%	51.33%	
7	Ikan Layang	<i>Cabinet dryer</i>	70°C	Tidak tersedia	8 jam	Tidak tersedia	102%	50.51%	Perangin-angin, dkk., 2021
					12 jam		64%	52.87%	
					16 jam		54%	56.96%	
8	Paru-paru sapi	<i>Tray dryer</i>	50°C	Tidak tersedia	1400 menit	3 mm	5%	85.44%	Jayawardena, dkk., 2022
			70°C		655 menit		1%	84.88%	
			80°C		360 menit		0.40%	84.63%	
9	Udang	Oven	55°C	Tidak tersedia	17 jam	Tidak tersedia	9.97%	85.64%	Akonor, dkk., 2016
		<i>Solar tunnel dryer</i>	57,4°C		20 jam		9.68%	84.89%	
10	Dendeng sapi	<i>Tray dryer</i>	55°C	Tidak tersedia	3 jam	5 mm	47.37%	38.62%	Konieczny, dkk., 2006
					4 jam		37.86%	45.08%	
					5 jam		28.55%	56.80%	

					6 jam		25.01%	61.92%	
					7 jam		24.22%	63.59%	
11	Ikan lele	<i>Open sun dryer</i>	34,2°C- 63,4°C	0 m/s	37 jam	4 cm	24%	42.42%	Obayopo dan Alonge, 2018
		<i>Tray dryer</i>	35,2°C- 52,9°C	1,5 m/s			14%	37.67%	
			31,5°C- 54,5°C	2,5 m/s			15%	38.98%	
			35,5°C- 55,5°C	3,5 m/s			14%	38.22%	
	Ikan tilapia	<i>Open sun dryer</i>	34,2°C- 63,4°C	0 m/s	20 jam	3,5 cm	19%	40.40%	
		<i>Tray dryer</i>	35,2°C- 52,9°C	1,5 m/s			14%	41.07%	
			31,5°C- 54,5°C	2,5 m/s			13%	41.46%	
			35,5°C- 55,5°C	3,5 m/s			13.2%	41.26%	
12	Ikan patin siam	<i>Kiln drying</i>	50°C	2 m/s	Tidak tersedia		20%	62.77%	Kumar, dkk., 2017
			60°C				16%	65.16%	
			70°C				17%	63.98%	
		<i>Sun drying</i>	30°C-42°C	Tidak tersedia			17.08%	63.39%	
13	Ikan teri	<i>Solar dryer</i>	Tidak tersedia	5 hari	Tidak tersedia		31%	69.23%	Selmi, dkk., 2010
		Oven elektrik	50°C	Tidak tersedia			29%	69.62%	

1.4.2 Premis Perpindahan Massa dan Panas

No	Bahan Baku	Jenis Alat Pengereng	Kondisi Pengereng			Kondisi Alat Pengereng	Hasil		Peneliti
			Suhu	Waktu Pengereng	Kapasitas Bahan yang dikeringkan	Panjang x Lebar x Tinggi	Koefisien perpindahan massa	Koefisien perpindahan panas	
1	Ikan layang	<i>Hybrid solar dryer</i> -tempat rak	41°C	hari pertama	Tidak tersedia	Tidak Tersedia	Tidak Tersedia	367 W/m ² K	Djamalu, 2016
		<i>Hybrid solar dryer</i> -tempat batu		hari kedua				590 W/m ² K	
				hari pertama				4983 W/m ² K	
				hari kedua				4623 W/m ² K	
2	Udang	<i>Tray dryer</i>	35,45°C	Hari pertama-1 jam	Tidak tersedia	Tidak Tersedia	8,958 µm/detik	9,929 W/m ² °C	Jain, 2006
			36,35°C	Hari pertama-2 jam			7,188 µm/detik	8,086 W/m ² °C	
			36,75°C	Hari pertama-3 jam			5,156 µm/detik	5,889 W/m ² °C	
			36,65°C	Hari pertama-4 jam			4,073 µm/detik	4,699 W/m ² °C	
			35,45°C	Hari pertama-5 jam			3,393 µm/detik	3,951 W/m ² °C	
			34,40°C	Hari pertama-6 jam			2,711 µm/detik	3,176 W/m ² °C	
			32,10°C	Hari pertama-7 jam			2,036 µm/detik	2,391 W/m ² °C	
			31,35°C	Hari kedua-1 jam			1,563 µm/detik	1,837 W/m ² °C	
			34,20°C	Hari kedua-2 jam			1,277 µm/detik	1,501 W/m ² °C	

		36,75°C	Hari kedua-3 jam		1,049 $\mu\text{m}/\text{detik}$	1,223 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		38,10°C	Hari kedua-4 jam		0,857 $\mu\text{m}/\text{detik}$	1,007 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		38,50°C	Hari kedua-5 jam		0,683 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,802 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		38,20°C	Hari kedua-6 jam		0,516 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,606 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		38,60°C	Hari kedua-7 jam		0,402 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,472 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
	Ikan chelwa	35,55°C	Hari pertama-1 jam		7,613 $\mu\text{m}/\text{detik}$	8,524 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		36,45°C	Hari pertama-2 jam		6,231 $\mu\text{m}/\text{detik}$	7,027 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		36,60°C	Hari pertama-3 jam		5,293 $\mu\text{m}/\text{detik}$	6,007 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		39,55°C	Hari pertama-4 jam		4,349 $\mu\text{m}/\text{detik}$	4,967 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		41,55°C	Hari pertama-5 jam		3,594 $\mu\text{m}/\text{detik}$	4,129 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		42,05°C	Hari pertama-6 jam		3,119 $\mu\text{m}/\text{detik}$	3,602 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		42,85°C	Hari pertama-7 jam		2,707 $\mu\text{m}/\text{detik}$	3,142 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		40,85°C	Hari kedua-1 jam		2,293 $\mu\text{m}/\text{detik}$	2,671 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		38,30°C	Hari kedua-2 jam		1,914 $\mu\text{m}/\text{detik}$	2,237 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
		38,10°C	Hari kedua-3 jam		1,599 $\mu\text{m}/\text{detik}$	1,873 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

			40,05°C	Hari kedua-4 jam			1,342 $\mu\text{m}/\text{detik}$	1,574 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			41,45°C	Hari kedua-5 jam			1,142 $\mu\text{m}/\text{detik}$	1,341 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			41,60°C	Hari kedua-6 jam			1,021 $\mu\text{m}/\text{detik}$	1,200 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			42,05°C	Hari kedua-7 jam			0,934 $\mu\text{m}/\text{detik}$	1,097 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			42,10°C	Hari ketiga-1 jam			0,832 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,979 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			41,55°C	Hari ketiga-2 jam			0,722 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,849 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			41,45°C	Hari ketiga-3 jam			0,622 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,731 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			40,85°C	Hari ketiga-4 jam			0,540 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,635 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			39,25°C	Hari ketiga-5 jam			0,463 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,544 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			36,35°C	Hari ketiga-6 jam			0,387 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,455 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
			34,25°C	Hari ketiga-7 jam			0,320 $\mu\text{m}/\text{detik}$	0,376 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
3	Daging sapi giling	Oven	150°C	45 menit	Tidak tersedia	325 x 325 x 325 mm	0,051 m/detik	52 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	Skjoldebrand, 1980
		225°C	0,059 m/detik				45 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$		
			0,073 m/detik				53 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$		
			0,054 m/detik				47 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$		
4	Tokek	Oven	65,14°C	17 Jam	39,7 Kg	63000 x 1000 x 16000 mm	0,073 m/detik	Kaca : 4,43 $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ K Depan, kanan, belakang : 4,35	Putra, Ananta K (2010)

								W/m ² K	
								Kiri : 4,38 W/m ² K	
								Atas : 1,65 W/m ² K	
5	Ikan bandeng	Heat Exchanger	40°C	90 menit	0,8018 Kg	Tidak tersedia	Tidak tersedia	11,0887 W/m ² °C	Muardi, 2013

1.5 Hipotesis

Berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan, dapat ditarik beberapa hipotesis pada pengeringan bahan organik, yaitu :

1. Semakin tinggi temperatur pengering maka kadar air akan semakin berkurang dan kadar protein akan semakin meningkat.
2. Semakin tinggi temperatur pengering maka koefisien laju pengeringan akan cenderung meningkat.
3. Semakin tinggi temperatur maka koefisien perpindahan massa akan cenderung meningkat.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh suhu pengeringan terhadap kadar air dan protein yang terkandung di dalam cacing *Lumbricus rubellus* kering.
2. Mengetahui pengaruh ketebalan bahan terhadap kadar air dan protein yang terkandung di dalam cacing *Lumbricus rubellus* kering.
3. Mengetahui laju pengeringan yang dihasilkan dari pengeringan cacing *Lumbricus rubellus* kering.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Bagi mahasiswa, dapat menambah wawasan mengenai pengeringan cacing *Lumbricus rubellus*.
2. Bagi peternak, mengetahui kondisi optimal dari pengeringan cacing *Lumbricus rubellus*.
3. Bagi masyarakat, dapat menggunakan penelitian ini sebagai acuan untuk mengetahui kondisi operasi pengeringan terbaik untuk pengeringan cacing *Lumbricus rubellus* yang bermanfaat untuk kesehatan.