

PENENTUAN SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN *RECOVERY MILK* UNTUK EFISIENSI SISTEM PENDINGINAN *ICE WATER* PT XYZ

ELSI APRIANTI



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@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 “Penentuan Suhu dan Lama Penyimpanan *Recovery Milk* untuk Efisiensi Sistem Pendinginan *Ice Water* PT XYZ” 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, Mei 2026

Elsi Aprianti
F2401221011



@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.



ABSTRAK

ELSI APRIANTI. Penentuan Suhu dan Lama Penyimpanan *Recovery Milk* untuk Efisiensi Sistem Pendinginan *Ice Water* PT XYZ. Dibimbing oleh FALEH SETIA BUDI

Recovery milk merupakan produk susu hasil pengalihan dari proses *fill to drain* dan *divert to drain* pada unit UHT yang masih memiliki nilai gizi dan dapat dimanfaatkan kembali setelah penyimpanan sementara. Namun, belum diketahui batas waktu dan suhu penyimpanan optimal yang mampu menjaga mutu serta efisiensi energi pendinginan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan lama penyimpanan optimal *recovery milk* serta menganalisis pengaruhnya terhadap mutu fisik-kimia (pH, total solid, protein, dan lemak) dan mikrobiologi (TPC, spora mesofilik, spora termofilik, dan bakteri psikrotrofik), serta mengevaluasi konsumsi energi sistem pendinginan berbasis *ice water*. Penelitian menggunakan rancangan faktorial dua faktor, yaitu suhu penyimpanan (5°C, 8°C, dan 10°C) dan lama penyimpanan (0, 24, 48, 72, dan 96 jam). Data dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut DMRT ($\alpha = 0,05$), sedangkan konsumsi energi dihitung menggunakan neraca panas. Hasil menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 10°C mampu mempertahankan mutu *recovery milk* selama 5 hari dengan penghematan energi sebesar 16% (energi yang digunakan sebesar 52 kWh) dibandingkan suhu 5°C. Penelitian ini menjadi dasar strategi efisiensi energi tanpa menurunkan mutu dan keamanan produk di PT XYZ.

Kata Kunci: efisiensi energi, *ice water*, mutu fisik-kimia mikrobiologi, *recovery milk*, suhu penyimpanan.

@Hak Cipta 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRACT

ELSI APRIANTI. Determination of Temperature and Storage Duration of Recovery Milk for the Efficiency of the Ice Water Cooling PT XYZ. Supervised by FALEH SETIA BUDI

Recovery milk is a milk product diverted from the fill-to-drain and divert-to-drain processes in a UHT unit that still has nutritional value and can be reused after temporary storage. However, the optimal storage time and temperature limits that can maintain quality and energy efficiency of cooling are unknown. This study aimed to determine the optimal temperature and storage duration of recovery milk, to analyze their effects on physical-chemical (pH, total solids, protein, and fat) and microbiological (TPC, mesophilic spore, thermophilic spore, and psychrotrophic bacteria), as well as to evaluate the energy consumption of an ice water-based cooling system. The study used a factorial design with two factor, namely storage temperature (5°C, 8°C, and 10°C) and storage duration (0, 24, 48, 72, and 96 hours). Data were analyzed using ANOVA and DMRT ($\alpha = 0.05$), while energy consumption was calculated using an energy balance. The results showed that storage at 10°C was able to maintain the quality of recovery milk for 5 days with energy savings of 16% (energy used was 52 kWh) compared to a temperature of 5°C. This research serves as the basis for an energy efficiency strategy without reducing product quality and safety at PT XYZ.

Keywords: energy efficiency, ice water, physicochemical microbiology quality, recovery milk, storage temperature.



@Hak cipta milik IPB University

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026 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.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.



**PENENTUAN SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN
RECOVERY MILK UNTUK EFISIENSI SISTEM
PENDINGINAN *ICE WATER* PT XYZ**

ELSI APRIANTI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Pangan

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Nur Wulandari, S.T.P., M.Si.
2. Dr. Inas Suci Rahmawati, S.T.P., M,Si.



Judul Skripsi : Penentuan Suhu dan Lama Penyimpanan *Recovery Milk* untuk Efisiensi Sistem Pendinginan *Ice Water* PT XYZ

Nama : Elsi Aprianti
NIM : F2401221011

@Hak cipta milik IPB University

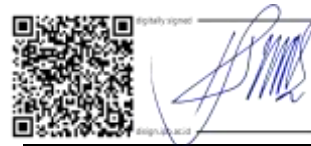
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing :
Dr. Faleh Setia Budi, S.T., M.T.
NIP 19700101 200003 1 001



Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknologi Pangan :
Dr. Ing. Dase Hunaefi, S.T.P., M. Food. St.
NIP 19791208 200501 1 003



Tanggal Ujian:
(30 April 2026)

Tanggal Lulus:



@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.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhānahu Wa Ta‘ālā atas limpahan rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian yang dilaksanakan pada Agustus 2025 hingga Desember 2025 yang berjudul “*Penentuan Suhu dan Lama Penyimpanan Recovery Milk untuk Efisiensi Sistem Pendinginan Ice Water PT XYZ*”.

Proses penyusunan skripsi ini bukanlah perjalanan yang mudah. Berbagai kendala dan tantangan kerap muncul sejak tahap awal hingga tahap akhir penulisan. Namun, berkat izin Allah SWT serta dukungan, motivasi, dan bantuan dari berbagai pihak, penulis mampu melalui setiap proses tersebut hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Faleh Setia Budi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas kesediaan, kesabaran, serta bimbingan yang diberikan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi hingga penyelesaian studi.
2. Ibu Dr. Nur Wulandari, S.T.P., M.Si dan Ibu Dr. Inas Suci Rahmawati, S.T.P., M.Si selaku dosen penguji, serta staff dosen dan teknisi teknologi pangan yang sudah membantu dalam perkuliahan penulis,
3. Kedua Orang tua tercinta penulis, Alm ayahanda Kasmir dan Ibunda Mardiah, yang senantiasa menjadi sumber kekuatan melalui doa, perhatian, nasihat, dan dukungan tanpa henti sepanjang perjalanan akademik penulis.
4. Abang tersayang penulis, Alm Afdal Rahmat Saputra dan Arifwendri Pratama serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral maupun finansial kepada penulis.
5. Rekan-rekan pertemanan selama di Teknologi Pangan, khususnya Grup “*Ciwi ciwi*” (Shaina, Salma, Ratu, Fang Fang) yang telah kebersamai penulis untuk *survive* tiap tiap semester perkuliahan. Epa sebagai teman dekat semenjak PKU. “*Monye*” (Elza, Rena, Cipa) teman semenjak asrama. “*Gabut people*” (Indah, Andri, Imal, Asih, Dian, Junia) sebagai sahabat semenjak SMA. Nadya sebagai sahabat semenjak SMP serta seluruh teman kelas k1mor yang telah memberikan, dukungan, kebersamaan dan warna selama masa perkuliahan.
6. Para mentor dan pembimbing selama kegiatan magang di PT XYZ, yaitu Kak Sahira, Pak Sandi, Pak Amin, Bang Ariq, Pak Haryadi, Pak Philip Pak Sutardi, Pak Yoga, Pak Kris, Pak Frinz, Pak Tyo, dan Pak Eko atas ilmu, arahan, serta pengalaman berharga yang diberikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan magang: Khezia, Hilmi, dan Grace atas kerja sama dan kebersamaan selama kegiatan berlangsung, serta
7. Seluruh pihak lain yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, pihak industri, serta berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi pangan.

Bogor, Mei 2026

Elsi Aprianti



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Recovery milk</i>	3
2.2 Susu UHT Full Cream	3
2.3 Tangki Penyimpanan Susu	4
2.4 <i>Fill to Drain</i> dan <i>Divert to Drain</i> pada Sistem UHT	5
2.5 Parameter Mutu Susu	6
2.6 Penyimpanan Susu	7
2.7 Mikroorganisme yang Tumbuh selama Penyimpanan	7
2.8 Model Kinetika Perubahan Mutu	9
2.9 Persamaan Arrhenius	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.4 Prosedur Analisis	13
3.5 Penentuan Lama Penyimpanan Susu	16
3.6 Penentuan Efisiensi Energi Sistem Pendingin <i>Ice Water</i>	17
3.7 Analisis Data	19
3.8 Rancangan Percobaan	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Karakteristik Mutu Awal <i>Recovery Milk</i>	20
4.2 Perubahan Mutu Produk selama Penyimpanan	20
4.3 Kinetika Perubahan Mutu berbagai Parameter	29
4.4 Penentuan Model Orde Reaksi	35
4.5 Persamaan Arrhenius	36
4.6 Pendugaan Umur Simpan	40
4.7 Penentuan Energi Sistem Pendingin <i>Ice Water</i>	41
4.8 Kinerja Sistem Pendingin dan Efisiensi Energi	42
V SIMPULAN DAN SARAN	47



5.1	Simpulan	47
5.2	Saran	47
	DAFTAR PUSTAKA	48
	LAMPIRAN	53
	RIWAYAT HIDUP	69

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.



DAFTAR TABEL

1	Syarat standar mutu <i>recovery milk</i> di PT XYZ	6
2	Karakteristik mutu awal dan akhir produk <i>recovery milk</i>	20
3	Hasil perubahan nilai pH tiap suhu	21
4	Hasil perubahan kadar total solid tiap suhu	22
5	Hasil perubahan kadar lemak tiap suhu	23
6	Hasil perubahan kadar protein tiap suhu	23
7	Hasil peningkatan TPC tiap suhu	24
8	Hasil peningkatan spora mesofilik tiap suhu	25
9	Hasil peningkatan spora termofilik tiap suhu	26
10	Hasil peningkatan bakteri psikrotrofik tiap suhu	27
11	Koefisien determinasi orde reaksi 0 dan 1 dari tiap parameter uji	35
12	Perhitungan umur simpan suhu aktual	36
13	Hasil persamaan Arrhenius parameter terpilih	37
14	Umur simpan <i>recovery milk</i> pada suhu 15°C	40
15	Neraca energi yang diperlukan pada sistem pendingin	41
16	Nilai COP pada tiap suhu	43

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Recovery tank</i> dilengkapi <i>cooling jacket</i> dengan sistem pendinginan <i>ice water</i>	5
2	Plot antara konstanta laju penurunan mutu (k) dan suhu penyimpanan (T)	10
3	Prosedur pembuatan <i>full cream milk</i> dari susu segar hingga standarisasi	11
4	Prosedur pembuatan <i>full cream recovery milk</i> dengan sistem pendinginan <i>ice water</i>	12
5	<i>FOSS Analytic</i>	13
6	Simulasi sistem pendinginan <i>ice water</i> di PT XYZ	17
7	Siklus sistem refrigerasi	18
8	Kinetika laju peningkatan pH terhadap lama penyimpanan tiap suhu	29
9	Kinetika laju penurunan kadar total solid terhadap lama penyimpanan tiap suhu	30
10	Kinetika laju penurunan kadar lemak terhadap lama penyimpanan tiap suhu	31
11	Kinetika laju penurunan kadar protein terhadap lama penyimpanan tiap suhu	31
12	Kinetika laju peningkatan TPC terhadap lama penyimpanan tiap suhu	32
13	Kinetika laju peningkatan spora mesofilik terhadap lama penyimpanan tiap suhu	33
14	Kinetika laju peningkatan bakteri psikrotrofik terhadap lama penyimpanan tiap suhu	34
15	Hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ parameter nilai pH	37

16	Hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ parameter nilai TPC	38
17	Hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ parameter nilai spora mesofilik	38
18	Hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ parameter nilai bakteri psikrotrofik	39
19	Diagram P-H pada suhu pendinginan 5°C	44
20	Diagram P-H pada suhu pendinginan 8°C	45
21	Diagram P-H pada suhu pendinginan 10°C	46

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 ANOVA parameter pH	54
2	Lampiran 2 ANOVA parameter kadar total solid	55
3	Lampiran 3 ANOVA parameter kadar lemak	56
4	Lampiran 4 ANOVA parameter kadar protein	57
5	Lampiran 5 ANOVA parameter TPC	58
6	Lampiran 6 ANOVA parameter spora mesofilik	59
7	Lampiran 7 ANOVA parameter bakteri psikrotrofik	60
8	Lampiran 8 Perhitungan umur simpan suhu aktual	61
9	Lampiran 9 Perhitungan umur simpan suhu 15°C	62
10	Lampiran 10 Perhitungan neraca energi produk	63
11	Lampiran 11 Perhitungan neraca energi sistem	64
12	Lampiran 12 Perhitungan COP	65
13	Lampiran 13 Nilai parameter P-H <i>chart</i> dengan <i>coolpack</i> suhu 5°C	66
14	Lampiran 14 Nilai parameter P-H <i>chart</i> dengan <i>coolpack</i> suhu 8°C	67
15	Lampiran 15 Nilai parameter P-H <i>chart</i> dengan <i>coolpack</i> suhu 10°C	68