

**OPTIMASI JENIS, KONSENTRASI, DAN VOLUME AIR PEMBILASAN  
PADA BAHAN PEMBERSIH UNTUK PROSES *CLEANING* TERHADAP  
LINE PROSES PRODUKSI MINUMAN PASTEURISASI MENGGUNAKAN  
*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY***

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana  
Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh:**

**Muhammad Taufiq Akbar**  
**18.30.20.060**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2022**

**OPTIMASI JENIS, KONSENTRASI, DAN VOLUME AIR PEMBILASAN  
PADA BAHAN PEMBERSIH UNTUK PROSES *CLEANING* TERHADAP  
LINE PROSES PRODUKSI MINUMAN PASTEURISASI MENGGUNAKAN  
*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY***

**Lembar Pengesahan**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana  
Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**Muhammad Taufiq Akbar**  
**18.30.20.060**

**Menyetujui :**

Pembimbing I



(Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M. Sc.)

Pembimbing II



(Jaka Rukmana, S.T., M.T.)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir dengan judul **“Optimasi Jenis, Konsentrasi, dan Volume Air Pembilasan pada Bahan Pembersih Untuk Proses *Cleaning* Terhadap Line Proses Produksi Minuman Pasteurisasi Menggunakan *Response Surface Methodology*”** ini secara tepat waktu. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada nabi kita Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam hingga akhir jaman nanti, Aamiin Ya Rabbal ‘Alaamiin.

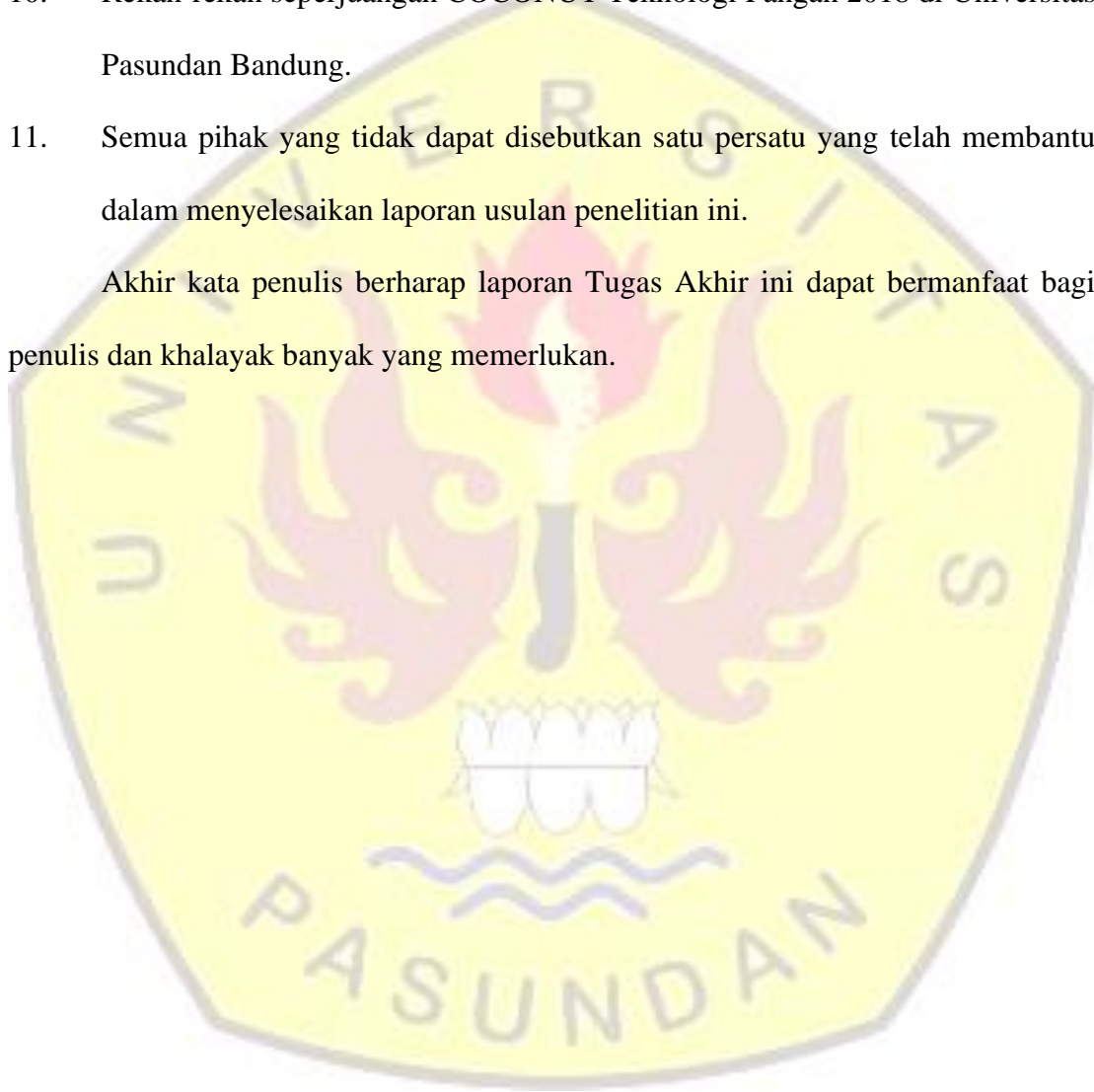
Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan, kiranya hal tersebut didasari oleh keterbatasan wawasan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki penulis disamping dari sumber tulisan yang minim. Dalam proses penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Maka kesempatan kali ini, sebagai ungkapan penghormatan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir.Yusep Ikrawan, M. Sc. selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan arahan dalam penyusunan laporan usulan penelitian ini.

2. Jaka Rukmana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan arahan dalam penyusunan laporan usulan penelitian ini.
3. Dr. Yellianty, S.Si, M.Si, selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan Bandung.
4. Dr. Istiyati Inayah., S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan laporan usulan penelitian ini.
5. Wildan Qoharisma Salam, ST., MT. dan Rizal Maulana Ghaffar, ST. selaku asisten dosen yang telah membantu dan memberi arahan dalam penyusunan laporan usulan penelitian ini.
6. Kedua orang tua, Ayahanda Jusron Iriawan. dan Ibunda Shoifah yang selalu memberikan dukungan, dorongan, motivasi dan doa yang tiada henti bagi penulis.
7. Rekan-rekan seperjuangan, Izmi, Chindy, Maryam, dan Irfan yang selalu memberikan bantuan, motivasi, semangat dan doa bagi penulis dalam penyusunan laporan usulan penelitian.
8. Sahabat-sahabat terdekat Thoriq, Nurlaili, Yusril, Dinda, Dila, Fadhila, Yusuf, Langgeng, Miftah, Ramdan, Hafidzhuhullah, Mellisa, Desti, Ditho, Elly, Amadda, Ghallih, dan Ipang yang selalu memberikan saran, dukungan, semangat dan do'a bagi penulis.

9. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Mesin dan Peralatan Industri Pangan 2021-2022 yang memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan usulan penelitian.
10. Rekan-rekan seperjuangan COCONUT Teknologi Pangan 2018 di Universitas Pasundan Bandung.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan usulan penelitian ini.

Akhir kata penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan khalayak banyak yang memerlukan.



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACK</b> .....	<b>xiii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Kerangka Pemikiran .....	6
1.6 Hipotesis Penelitian .....	8
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian .....	9
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 CIP ( <i>Cleaning In Place</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Material Konstruksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Karakteristik Jenis Pengotor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Bahan <i>Cleaning</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.3 Air Bersih.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Susu Sapi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1 Syarat Mutu Susu Segar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Metode RSM ( <i>Response Surface Method</i> ) ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Bahan dan Alat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.1.1	Bahan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.2	Alat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Rancangan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1	Rancangan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2	Rancangan Analisis.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.3	Respon Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Deskripsi Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1	Proses <i>Cleaning</i> Dengan Pembilasan I .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.2	Proses <i>Cleaning</i> Dengan Bahan Pembersih Larutan Basa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
3.3.3	Proses <i>Cleaning</i> Dengan Pembilasan II	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4	Proses <i>Cleaning</i> Dengan Bahan Pembersih Larutan Asam .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
3.3.5	Proses <i>Cleaning</i> Dengan Pembilasan III	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.6	Proses <i>Cleaning</i> Dengan Menggunakan Desinfeksi ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>not defined.</b>	
3.4	Jadwal Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Hasil Pengolahan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	pH Air Panas Setelah Pencucian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	TPC pada sampel air panas setelah pencucian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>defined.</b>	
4.2.3	Swab Test pada Penampungan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4	Swab Test pada mesin Pencampuran ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5	Swab Test pada Kran Akhir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.6	Penentuan Kondisi Optimum .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.7	Verifikasi Kondisi Optimum.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Grafik Hubungan antar Variabel ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. Penyajian data First Order Model ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. Diagram Alir Proses Cleaning Pembilasan I..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4 Diagram Alir Proses Cleaning Larutan Basa ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5 Diagram Alir Proses Cleaning Pembilasan II ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6 Diagram Alir Proses Cleaning Larutan Asam..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 7 Diagram Alir Proses Cleaning Pembilasan III ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 8 Diagram Alir Proses Cleaning Air Desinfeksi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 9. Grafik Pareto uji pH ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 10. Normally Probability Plots uji pH..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 11. Histogram respon uji pH ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 12. Contour Plot uji pH terhadap NaOH; HNO<sub>3</sub>..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 13. Contour Plot uji pH terhadap Volume Air; HNO<sub>3</sub> . **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 14. Contour Plot uji pH terhadap Volume Air; NaOH. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 15. Grafik Pareto TPC..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 16. Normally Probability TPC ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 17. Histogram TPC..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 18. Contour Plot TPC terhadap NaOH; HNO<sub>3</sub> ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 19. Contour Plot TPC terhadap Volume Air; HNO<sub>3</sub> ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 20. Contour Plot TPC terhadap Volume Air; NaOH ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 21. Pareto Swab Test pada Penampungan..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 22. Normal Probability Plot Swab Test pada Penampungan ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 23. Histogram Swab Test Pada Penampungan..... **Error! Bookmark not defined.**



- Gambar 24. Contour Plot Swab Test Mesin Penampungan terhadap NaOH; HNO<sub>3</sub> ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 25. Contour Plot Swab Test pada Penampungan terhadap Volume Air; HNO<sub>3</sub> ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 26. Contour Plot Swab Test pada Penampungan terhadap Volume Air; NaOH ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 27. Pareto Swab Test pada Mesin Pencampuran..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 28. Normal Probability Plot Swab Test pada Mesin Pencampuran ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 29. Histogram Swab Test pada Mesin Pencampuran... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 30. Contour Plot Swab Test pada Mesin Pencampuran terhadap NaOH; HNO<sub>3</sub>..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 31. Contour Plot Swab Test pada Mesin Pencampuran terhadap Volume Air; HNO<sub>3</sub>..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 32. Contour Plot Swab Test pada Mesin Pencampuran terhadap Volume Air; NaOH ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 33. Grafik Pareto Swab Test pada Kran Akhir..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 34. Normal Probability Plot Swab Test pada Kran Akhir.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 35. Histogram Swab Test pada Kran Akhir .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 36. Contour Plot Kran Akhir terhadap NaOH; HNO<sub>3</sub> . **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 37. Contour Plot Kran Akhir terhadap Volume Air; HNO<sub>3</sub> ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 38. Contour Plot Kran Akhir terhadap Volume Air; NaOH ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 39. Optimasi kondisi proses ..... **Error! Bookmark not defined.**

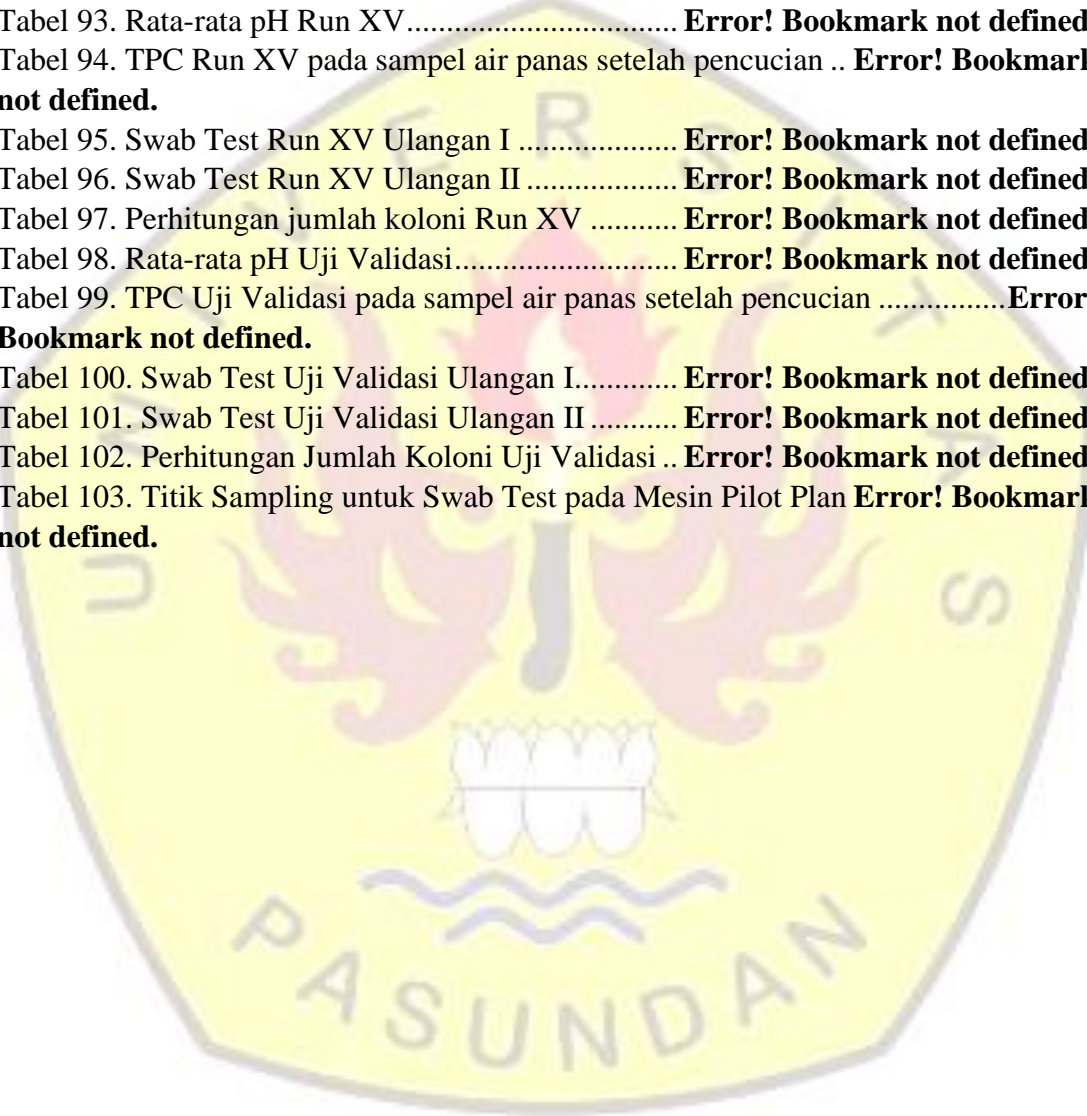
## DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Karakteristik Pengotor pada Permukaan Mesin atau alat .. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. Klasifikasi Pengotor ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. Persyaratan Mutu Air Minum Menurut Departemen Kesehatan RI .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. Syarat Mutu Susu Sapi Segar..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 5. Syarat Mutu Susu Segar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 6. Batasan Minimum (Low) dan Maksimum (High) Tiap Variabel .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 7. Layout Percobaan..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 8. Jadwal Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 9. Hasil analisis respon pH air panas setelah pencucian, TPC air panas setelah pencucian, Swab Test penampungan, Swab Test mesin pencampuran, Swab Test kran air..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 10. ANOVA respon uji pH ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 11. Koefisien Persamaan Regresi Multivarian uji pH.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 12. ANOVA Respon TPC Sampel Air Panas Setelah Pencucian .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 13. Koefisien persamaan regresi multivarian TPC .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 14. ANOVA Swab Test pada Penampungan .... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 15. Koefisien Persamaan Regresi Swab Test pada Penampungan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 16. ANOVA Swab Test pada Mesin Pencampuran .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 17. Koefisien Persamaan Regresi Multivarian Swab Test pada Mesin Pencampuran ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 18. ANOVA Swab Test pada Kran Akhir..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 19. Koefisien Persamaan Regresi Multivarian Swab Test pada Kran Akhir ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 20. Batas atas dan batas bawah optimalisasi dari setiap respon.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 21. Kondisi optimum Proses ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 22. Prediksi dan batas toleransi setiap respon.....Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 23. Rata-rata pH Run I ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 24. TPC Run I pada sampel air panas setelah pencucian.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 25. Swab Test Run I Ulangan I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 26. Swab Test Run I Ulangan II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 27. Perhitungan keseluruhan jumlah koloni Run I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 28. Rata-rata pH Run II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 29. TPC Run II pada sampel air panas setelah pencucian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 30. Swab Test Run II Ulangan I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 31. Swab Test Run II Ulangan II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 32. Perhitungan jumlah koloni Run II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 33. Rata-rata pH Run III .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 34. TPC Run III pada sampel air panas setelah pencucian ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 35. Swab Test Run III Ulangan I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 36. Swab Test Run III Ulangan II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 37. Perhitungan jumlah koloni Run III .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 38. Rata-rata pH Run IV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 39. TPC Run IV pada sampel air panas setelah pencucian....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 40. Swab Test Run IV Ulangan I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 41. Swab Test Run IV Ulangan II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 42. Perhitungan jumlah koloni Run IV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 43. Rata-rata pH Run V.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 44. TPC Run V pada sampel air panas setelah pencucian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 45. Swab Test Run V Ulangan I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 46. Swab Test Run V Ulangan II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 47. Perhitungan jumlah koloni Run V .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 48. Rata-rata pH Run VI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 49. TPC Run VI pada sampel air panas setelah pencucian....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 50. Swab Test Run VI Ulangan I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 51. Swab Test Run VI Ulangan II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 52. Perhitungan jumlah koloni Run VI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 53. Rata-rata pH Run VII.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 54. TPC Run VII pada sampel air panas setelah pencucian ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

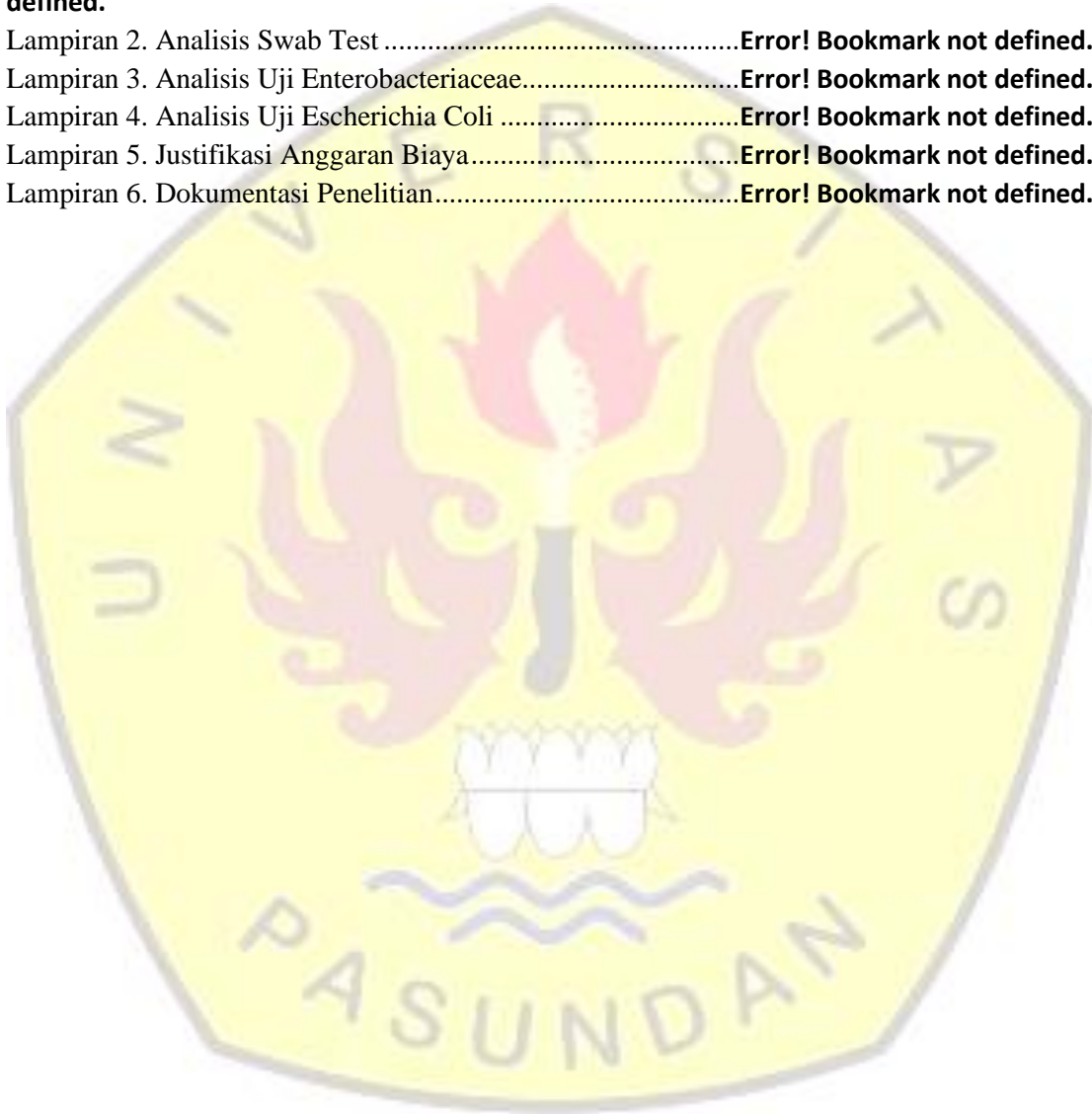
Tabel 55. Swab Test Run VII Ulangan I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 56. Swab Test Run VII Ulangan II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 57. Perhitungan jumlah koloni Run VII.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 58. Rata-rata pH Run VIII.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 59. TPC Run VIII pada sampel air panas setelah pencucian .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 60. Swab Test Run VIII Ulangan I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 61. Swab Test Run VIII Ulangan II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 62. Perhitungan jumlah koloni Run VIII .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 63. Rata-rata pH Run IX .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 64. TPC Run IX pada sampel air panas setelah pencucian....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 65. Swab Test Run IX Ulangan I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 66. Swab Test Run IX Ulangan II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 67. Perhitungan jumlah koloni Run IX .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 68. Rata-rata pH Run X.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 69. TPC Run X pada sampel air panas setelah pencucian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 70. Swab Test Run X Ulangan I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 71. Swab Test Run X Ulangan II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 72. Perhitungan jumlah koloni Run X .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 73. Rata-rata pH Run XI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 74. TPC Run XI pada sampel air panas setelah pencucian....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 75. Swab Test Run XI Ulangan I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 76. Swab Test Run XI Ulangan II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 77. Perhitungan jumlah koloni Run XI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 78. Rata-rata pH Run XII.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 79. TPC Run XII pada sampel air panas setelah pencucian ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 80. Swab Test Run XII Ulangan I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 81. Swab Test Run XII Ulangan II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 82. Perhitungan jumlah koloni Run XII.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 83. Rata-rata pH Run XIII.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 84. TPC Run XIII pada sampel air panas setelah pencucian .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 85. Swab Test Run XIII Ulangan I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 86. Swab Test Run XIII Ulangan II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 87. Perhitungan jumlah koloni Run XIII .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

- Tabel 88. Rata-rata pH Run XIV ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 89. TPC Run XIV pada sampel air panas setelah pencucian . **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 90. Swab Test Run XIV Ulangan I ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 91. Swab Test Run XIV Ulangan II..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 92. Perhitungan jumlah koloni Run XIV ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 93. Rata-rata pH Run XV ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 94. TPC Run XV pada sampel air panas setelah pencucian .. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 95. Swab Test Run XV Ulangan I ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 96. Swab Test Run XV Ulangan II ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 97. Perhitungan jumlah koloni Run XV ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 98. Rata-rata pH Uji Validasi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 99. TPC Uji Validasi pada sampel air panas setelah pencucian .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 100. Swab Test Uji Validasi Ulangan I..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 101. Swab Test Uji Validasi Ulangan II ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 102. Perhitungan Jumlah Koloni Uji Validasi .. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 103. Titik Sampling untuk Swab Test pada Mesin Pilot Plan **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Analisis Konsentrasi Bahan Cleaning Asam dan Basa ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. Analisis Swab Test .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Analisis Uji Enterobacteriaceae.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Analisis Uji Escherichia Coli .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Justifikasi Anggaran Biaya.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**



## ABSTRAK

*Clean In Place* (CIP) adalah suatu rangkaian proses yang meliputi sirkulasi larutan pencuci dalam suatu jalur yang tidak memerlukan pembongkaran alat terlebih dahulu. Sehingga diperlukan untuk mengetahui kondisi optimum pada jenis dan konsentrasi bahan pembersih dalam proses *cleaning* terhadap line proses produksi minuman pasteurisasi, sehingga manfaat yang diharapkan pada hasil penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil analisis uji pH, TPC (*Total Plate Count*) pada sampel hasil *cleaning*, analisis swab test pada mesin penampungan, analisis swab test pada mesin pencampuran, dan analisis swab test pada kran akhir terhadap proses *cleaning* pada line proses di Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, dalam hal ini bahan pencuci yang digunakan yaitu jenis bahan kimia asam berupa HNO<sub>3</sub>, jenis bahan kimia basa berupa NaOH, dan volume air pada pembilasan. Jenis bahan kimia asam HNO<sub>3</sub> yang digunakan konsentrasi 0,5%-1,0% dalam 15L air bersih, jenis bahan kimia basa NaOH yang digunakan konsentrasi 1%-1,5% dalam 15L air bersih, dan volume air pembilasan yang digunakan sebesar 15L-30L.

Berdasarkan hasil optimasi dengan metode RSM-Box-Behnken Design, didapatkan kondisi optimum adalah konsentrasi asam HNO<sub>3</sub> sebanyak 0,5%, konsentrasi basa NaOH sebanyak 1,0%, dan volume air pembilasan sebanyak 30L. Nilai uji pH, TPC pada sampel air panas setelah pencucian, swab test pada mesin penampungan, swab test pada mesin pencampuran, dan swab test pada kran akhir yang didapatkan secara berturut-turut adalah 7,39,  $-9,55 \times 10^4$  cfu/ml,  $-1,26 \times 10^4$  cfu/ml,  $-1,39 \times 10^4$  cfu/ml, dan -1365,0 cfu/ml.

Hasil proses *cleaning* ini memberikan sumber pengetahuan dan wawasan mengenai proses *cleaning* menggunakan zat asam dan basa menggunakan metode CIP. Sehingga manfaat yang didapat bagi penulis mendapatkan bahan referensi bagi peneliti selanjutnya, dan memberikan solusi efektif untuk menghilangkan mikroba patogen, dan bakteri yang masih menempel pada bagian dalam line proses sebelum dilakukan produksi minuman pasteurisasi. Pada mikroba pathogen dan bakteri yang masih menempel pada bagian dalam akan terbawa oleh bahan zat pencucian asam dan basa sehingga meningkatkan umur pemakaian line proses minuman pasteurisasi tersebut.

Kata Kunci : CIP, Konsentrasi, Jenis, *Cleaning*, metode RSM-Box-Behnken

## ABSTRACT

*Clean In Place* (CIP) is a series of processes that include circulating the washing solution in a path that does not require disassembly of the tool first. So it is necessary to determine the optimum conditions on the type and concentration of *cleaning* agents in the *cleaning* process of the pasteurized beverage production line, so that the expected benefits from the results of this study are to obtain the results of the pH test analysis, TPC (Total Plate Count) on the *cleaning* samples, analysis Swab Test on the storage machine, analysis of the swab test on the mixing machine, and analysis of the swab test on the final faucet on the *cleaning* process at the Food Technology Study, Faculty of Engineering, Pasundan University, in this case the type used is the type of acid chemical in the form of  $\text{HNO}_3$ , the type of chemical base in the form of  $\text{NaOH}$ , and the volume of water on rinsing. The type of chemical acid  $\text{HNO}_3$  used is 0,5%-1,0% concentration in 15L clean water, the type of alkaline chemical  $\text{NaOH}$  used is 1%-1,5% concentration in 15L clean water, and the volume of rinse water used is 15L-30L.

Based on the optimization results using the RSM *Box-Behnken Design Methodology*, it was found that the optimum conditions were 0,5%  $\text{HNO}_3$  acid concentration, 1,0%  $\text{NaOH}$  base concentration, and 30L rinsing water volume. The test values for pH, TPC on hot water samples after washing, swab test on storage machine, swab test on mixing machine, and swab test on final faucet which were obtained were 7,39,  $-9,55 \times 10^4$  cfu/ml,  $-1,26 \times 10^4$  cfu/ml,  $-1,39 \times 10^4$  cfu/ml, and  $-135,0$  cfu/ml.

The results of this *cleaning* process provide a source of knowledge and insight regarding the *cleaning* process using acid and base using the CIP method. So that the benefits obtained for the authors are getting reference materials for further researchers, and providing effective solutions to eliminate pathogenic bacterial, and bacterial that are still attached to the inside of the line process before the production of pasteurized drinks. Pathogenic microbiology and bacteria that are still attached to the inside will be carried away by acid and alkaline washing agents, thereby increasing the service life of the pasteurized drink line process.

Keywords: CIP, Concentration Type, *Cleaning*, RSM *Box-Behnken Methodology*



## I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1.1) Latar Belakang, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis Penelitian, dan (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Pada Line Proses produksi minuman harus dibersihkan sekali sehari atau sebelum dilakukan proses produksi minuman untuk mematuhi peraturan kebersihan atau GMP (*Good Manufacturing Product*) biasanya dilakukan dengan prosedur proses CIP (*Cleaning In Place*) tanpa dilakukannya pembongkaran alat terlebih dahulu. Prosedur *Cleaning* yang tepat, yaitu larutan dari bahan kimia yang sesuai dan cairan pembilas ditampung pada penampungan bahan kemudian cairan pembilas dipompa melalui unit proses selanjutnya sampai permukaan yang bersentuhan dengan produk berada dalam kondisi sedemikian rupa sehingga tidak ada efek pada produk berikutnya, baik dalam rasa, bau, kualitas mikrobiologis, fisik, atau kimia.

Pengendalian kualitas terkait GMP yaitu sistem jaminan mutu yang berdasarkan kepada kesadaran bahwa bahaya yang timbul pada berbagai titik atau tahap produksi tertentu, tetapi dapat dilakukan pengendaliannya untuk mengontrol bahaya bahaya tersebut mengenai antisipasi dan identifikasi titik pengawasan yang mengutamakan kepada tindakan pencegahan dengan cara *Cleaning* berbahan kimia

menggunakan zat asam dan basa. Pada pengujian produk akhir, bukan merupakan suatu sistem jaminan mutu keamanan pangan yang tanpa resiko, tetapi dirancang untuk meminimalkan resiko bahaya keamanan pangan dengan bertujuan untuk sistem pengendalian mutu sejak bahan baku dipersiapkan sampai produk akhir yang sudah jadi dan siap dikonsumsi.

*Cleaning* yaitu memiliki sifat pembersih pada objek membersihkan kotoran hingga objek tertentu yang memiliki sifat menempel pada permukaan mesin produksi, hanya saja pada proses *cleaning* tidak dapat mematikan kuman atau bakteri yang terdapat pada permukaan mesin produksi, proses *cleaning* dapat menggunakan berupa berbahan dasar zat kimia asam dan basa dengan menggunakan  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{NaOH}$ , media air bersih dan bisa juga menggunakan air panas.

Natrium Hidroksida atau biasa disebut  $\text{NaOH}$  yaitu berupa senyawa kimia dengan alkali tinggi yang memiliki sifat bahan pembersih basa dimana pada kandungan asam laktat pada susu yang dinetralkan oleh  $\text{NaOH}$ , pada umumnya susu segar dapat berupa bakteri atau mikroba yang mencemari dapat memecahkan gula susu (Laktosa) menjadi asam laktat. Pada  $\text{HNO}_3$  merupakan cairan tak berwarna berupa zat asam yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan *cleaning* yang dapat melarutkan lemak dalam susu akibat terdenaturasi oleh protein sehingga dapat menyumbat pada saluran line proses produksi minuman, adapun kegunaan lain pada zat  $\text{HNO}_3$  yaitu dapat menghilangkan berupa kerak pada bagian dalam.

Penggunaan metode pencucian secara otomatis dimungkinkan untuk mesin produksi susu atau minuman, metode pencucian otomatis yang digunakan disebut juga sebagai metode CIP (*Cleaning In Place*) dengan bertujuan untuk menghilangkan hasil sisa dari proses produksi yang dilakukan sehingga ketika dilakukan proses *Cleaning* dapat membersihkan pada bagian line proses produksi minuman dan dapat memperpanjang umur pemakaian peralatan produksi minuman yang digunakan. Dampak yang terjadi ketika tanpa adanya proses *Cleaning* mengakibatkan pada saat melakukan produksi minuman terdapat bakteri dan patogen yang tersisa pada permukaan bagian dalam line produksi masih menempel terbawa oleh sampel yang akan digunakan yaitu susu, sehingga dapat mengakibatkan terkontaminasi pada produk susu tersebut menjadi tidak dapat dikonsumsi. Pada metode CIP banyak digunakan sebagai metode pembersihan dan sanitasi di industry susu, CIP adalah suatu rangkaian proses yang meliputi sirkulasi larutan pencuci dan disinfeksi dalam suatu jalur yang tidak perlu pembongkaran terlebih dahulu (Spreer, 1998).

Produk susu merupakan sumber potensial dari mikroorganisme yang dapat mengakibatkan pembusukan dan pathogen. Terdapat bakteri yang mencemari produk susu diketahui berasal dari mesin dan alat produksi (Marriot, 2018). Berkaitan dengan hal tersebut. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 23/MEN/SK/I/1978 tentang pedoman bagaimana cara produksi yang baik dan benar untuk makanan menyebutkan bahwa alat dan perlengkapan yang digunakan untuk memproduksi makanan harus dibuat perencanaan yang memenuhi standart persyaratan

mutu dan hygiene. Lebih lanjut dinyatakan bahwa alat dan perlengkapan yang akan digunakan tidak mencemari hasil produksi berupa jasad renik, unsur atau fragmen logam yang lepas, minyak pelumas, bahan bakar dan lain-lain. Untuk memenuhi standar persyaratan tersebut, *Cleaning* mesin proses produksi harus dilakukan, dikarenakan dapat terjadi berupa hasil akhir yang diharapkan dari proses *Cleaning* adalah permukaan mesin yang bersinanggungan langsung dengan produk susu bebas dari residu dan mikroorganisme hidup.

Kandungan zat tinggi pada susu menyebabkan susu menjadi media yang cocok untuk pertumbuhan bakteri. Bakteri pada susu dapat berkembang sangat cepat sehingga menyebabkan susu mudah rusak dan tidak layak untuk di konsumsi (Septiani, 2014). Salah satu cara yang dapat mempertahankan kondisi susu agar tetap sehat dengan kondisi pH dan jumlah mikroorganisme terjaga adalah dengan menggunakan proses pasteurisasi (Triwidyastuti, 2018).

Pada penelitian ini belum didapatkan konsentrasi bahan pembersih yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat memberikan hasil pencucian yang tidak efektif sehingga perlu dilakukan optimasi konsentrasi bahan pembersih untuk memperoleh hasil pencucian yang efektif dengan biaya yang minimal. Optimasi proses pencucian meliputi optimasi konsentrasi bahan pembersih asam dan basa dengan menggunakan NaOH dan HNO<sub>3</sub> pada line proses produksi susu. Diharapkan dengan penentuan level konsentrasi bahan pembersih dapat menurunkan biaya yang dikeluarkan untuk proses

*cleaning* tetapi tetap diperoleh hasil pencucian yang baik ditinjau dari segi mikrobiologi.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yaitu bagaimana optimasi jenis, konsentrasi larutan, dan volume air terhadap proses *Cleaning* pada line proses produksi minuman pasteurisasi?

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis, konsentrasi dan volume air bahan pembersih yang optimum untuk proses *cleaning* pada line proses produksi minuman pasteurisasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan optimasi konsentrasi, jenis dan volume air yang optimal pada bahan pembersih untuk *Cleaning* terhadap line proses produksi minuman pasteurisasi.
2. Mempelajari proses CIP pada line proses produksi minuman pasteurisasi.
3. Melakukan evaluasi secara fisik dan mikrobiologi terhadap hasil optimasi konsentrasi bahan pembersih pada line proses produksi minuman pasteurisasi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada hasil penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan hasil yang optimal pada konsentrasi, jenis dan volume air pada bahan pembersih untuk *Cleaning* terhadap line proses produksi minuman pasteurisasi.
2. Aplikasi konsentrasi, jenis larutan, dan volume air bahan pembersih yang diharapkan menjadi lebih efisien dan efektif pada proses *Cleaning* dalam menghilangkan mikroorganisme terhadap line proses produksi minuman pasteurisasi.
3. Mendapatkan wawasan di setiap tahapan *cleaning* CIP (*Clean In Place*) pada line proses produksi minuman pasteurisasi.

#### 1.5 Kerangka Pemikiran

Menurut Maifreni (2015), dapat diketahui sistem produksi tertutup telah diadopsi di industry susu, dimana prosedur CIP diterapkan tanpa membongkar atau membuka peralatan. Namun mengingat manfaat ekonomi, peralatan jangka Panjang dan program pembersihan singkat adalah hal biasa di jalur pemrosesan.

Menurut Jessen (2003), meskipun susu mentah diproduksi sebagai sekresi steril dari sapi yang sehat, peralatan yang tidak dibersihkan dan disanitasi biasanya dianggap sebagai sumber utama susu yang terkontaminasi dan produk sampingannya.

Menurut Dairy Food Safety Victoria (2006), pencucian yang efektif dipengaruhi oleh empat faktor utama yaitu waktu, suhu, konsentrasi dan aksi mekanis.

Menurut Wilkins (1993), lama waktu pada setiap siklus sirkulasi dalam proses CIP menunjukkan sebagai tingkat keefektifan oleh senyawa kimia. Waktu kontak yang tidak cukup pada permukaan peralatan dapat mengakibatkan penumpukan kotoran.

Menurut Marriott (2018), suhu larutan pencucian harus serendah mungkin dan masih menunjukkan pencucian yang efektif dengan penggunaan bahan pembersih yang minimal. Suhu air ketika pembilasan harusnya cukup rendah dikarenakan dapat mencegah terjadinya deposit *hard water*. Pada konsentrasi bahan pembersih merupakan faktor pencucian yang sangat penting karena konsentrasi berpengaruh terhadap biaya, efektivitas dan efisiensi pencucian. Konsentrasi yang optimal dapat mengurangi ikatan zat pengotor yang terjadi pada bagian macam permukaan. Terkait dengan rata-rata bahan pembersih pada industry pangan dapat diklasifikasikan sebagai produk campuran. Bahan-bahan dikombinasikan untuk menghasilkan satu jenis produk dengan karakteristik khusus yang memberikan fungsi untuk satu atau lebih aplikasi pencucian.

Menurut Elliot (1980), dalam senyawa basa adalah bahan pembersih utama yang paling banyak digunakan dalam formula bahan pembersih. Basa bergabung dengan lemak untuk membentuk sabun dan dengan protein untuk membentuk senyawa yang mudah larut dalam air.

Menurut Holah (2005), dalam senyawa basa adalah bahan pembersih yang sangat bermanfaat dikarenakan harganya yang cukup murah, mampu mencegah protein melalui aksi ion hidroksil, mensaponifikasi lemak, dan pada konsentrasi tinggi dapat

bersifat bakterisidal. Kemudian pada bahan pembersih asam memiliki sedikit sifat detergensi yang dapat membersihkan area permukaan dalam line proses, bahan pembersih asam sangat bermanfaat dalam pelarutan mineral.

Menurut penelitian (Laksmi, 2008) Faktor yang dapat mempengaruhi terhadap efektifitas *cleaning* adalah waktu, suhu, dan konsentrasi bahan pembersih. Konsentrasi bahan pembersih yaitu menggunakan zat asam dan basa berupa  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{NaOH}$ . Bahan pembersih yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat memberikan hasil pencucian yang tidak efektif sehingga perlu dilakukan optimasi konsentrasi bahan pembersih untuk memperoleh hasil yang optimal. Konsentrasi bahan pembersih  $\text{NaOH}$  yang selama ini digunakan sebesar 1,5% diturunkan menjadi 1,0% dan 1,1%. Konsentrasi bahan pembersih  $\text{HNO}_3$  yang selama ini digunakan sebesar 0,8% diturunkan menjadi 0,5% dan 0,6%. Dengan demikian diperoleh empat perlakuan untuk sirkulasi pencucian dengan konsentrasi bahan pembersih basa dan asam masing masing yaitu (1) basa 1,0% dan asam 0,5%, (2) basa 1,0% dan asam 0,6%, (3) basa 1,1% dan asam 0,5%, (4) basa 1,1% dan asam 0,6%. Masing-masing perlakuan dilakukan dalam tiga kali ulangan. Hasil perlakuan yang diamati ditinjau dari segi mikrobiologi yaitu *swab test* dengan parameter uji *Enterobacteriaceae* dan *E.coli*.

#### 1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perumusan kerangka pemikiran diatas, hipotesis yang dapat diambil adalah diduga didapatkan hasil yang optimum dari jenis, konsentrasi larutan,



dan volume air pembilasan berpengaruh terhadap optimasi proses *cleaning* mesin Pilot Plant produksi minuman pasteurisasi.

### 1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian dan *Unit Pilot Plant* Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung yang berlokasi di Jalan Dr. Setiabudi No. 193 Bandung. Waktu penelitian dimulai dari bulan Juni 2022 hingga bulan Agustus 2022.



## DAFTAR PUSTAKA

- Spreer, E. 1998. *Milk and Dairy Product Technology*. Marcel Dekker, Inc., USA.
- Marriot, N.G. 2018. *Principle of Food Sanitation*. 6<sup>th</sup> edition. Aspen Publisher, Inc., Gaithersburg, Maryland.
- Dairy Food Safety Victoria. 2006. *CIP (Cleaning In Place) System*. Esvc000142.wic029u.server-web.com/pdf/DFSNote5\_CleaningInPlaceSystems\_6Nov2006.pdf (Diakses 04 April 2022)
- Wilkins, B.A. 1993. *Mastering Milk Quality Basics of Dairy Sanitation*. <http://www.agf.gov.bc.ca/dairy/publications/documents/93-02.pdf> (Diakses 04 April 2022)
- Elliot, R. Paul. 1980. *Cleaning and Sanitizing Principle of Food Processing Sanitation The Food Processors Institute*. Washington
- Holah, B. 2005. *Hygiene in Food Processing*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Majoor, F.A. 2005. *Cleaning In Place*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Laksmi, A.F. 2008. *Optimasi Konsentrasi Bahan Pembersih Untuk Sanitasi Jalur, Hopper Tank dan Mesin Filling Sachet*. Jurnal Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Nurhasana, S. 2010. *Sifat Fisik Bahan Pangan*. Bandung. Widya Padjajaran.
- Depkes RI. 2005. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Depkes RI.
- Badan Standarisasi Nasional. Susu Segar. 1998. *SNI 01-3141-1998*. Jakarta.
- Novitasari, R. 2018. *Studi Pembuatan Sirup Jeruk Manis Pasaman (Citrus Sinesis Linn.)*. Jurnal Teknologi Pertanian, 7(2), 1-9. <https://doi.org/10.32520/jtp.v7i2.155>
- Schmidt, R. H. 1997. *Basic Element of Equipment Cleaning and Sanitizing in Food Procesing and Handling Operation*. <http://edis.ifas.ufl.edu/FS077> (Diakses : 20 April 2022)
- American Institute of Baking. 1979. *Basic Food Plant Sanitation Manual*. American Institute of Baking, Kansas.

- Mittelman, M.W. 1998. *Structure and Functional Characteristic of Bacterial Biofilms in Fluid Processing Operation*. J. Dairy Sci.
- International Association for Food Protection. 2002. *Pocket Guide To Dairy Sanitation*. <http://www.foodprotection.org> (Diakses : 22 April 2022)
- Ahmad, A.M. 2020. Box-Behnken Response Surface Design of Polyssaccharide Extraction from *Rhododendron arboreum* and the Evaluation of Its Antioxidant Potential. *Molecules*, 1-12.
- Ikrawan, Y, dan Mey M. 2016. *Formulasi Tepung Komposit Terhadap Mie Basah Menggunakan Response Surface Methodology*. Jurnal Teknologi Pangan. Universitas Pasundan Bandung.
- Bradley, N. 2007. *The Response Surface Methodology*. South Bend: Indiana University of South Bend.
- Myers, R, dkk. 2016. *Response Surface Methodology Process and Product Optimization Using Designed Experiments Fourth Edition*. 393-413.
- Faulina, R. S. 2011. *Response Surface Methodology (RSM) dan Aplikasinya*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ferreira, S.L, 2007. Box-Behnken design: An Alternative for the Optimization of Analytical Methods. *Analytica Chimica Acta*, 179-186.
- Rankin, S, A. dkk. 2017. *Review A Century of dairy processing advancements pasteurization, cleaning and sanitation, and sanitary equipment design*. J. Dairy Sci. 100:9903-9915. <https://doi.org/10.3168/jds>.
- Zou, M, dan Liu, D. 2018. *A Systematic characterization of the distribution, biofilm-forming potential and the resistance of the biofilms to the CIP processes of the bacteria in a milk powder processing factory*. Food Research International.
- Demirer, G, N. 2007. *Cleaner production opportunity assessment for a milk processing facility*. Journal of Environmental Management 84.
- Graghoff, A. 2002. *Enzymatic Cleaning Of Milk Pasteurizers*. Institution of Chemical Engineers.
- Niamsuwan, S. dkk. 2011. *Minimization of water and chemical usage in the cleaning in place process of a milk pasteurization plant*. Journal of Science and Technology. Prince of Songkla University.

- Syafaat, W, U. 2016. *Optimasi Produksi Roti menggunakan metode Rancangan Percobaan Response Surface pada Industri Rumahan tahun 2015*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Gaspers, V. 2006. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Bandung: Tarsito.
- Khuri, A, I. 2010. Response Surface Methodology. *WIREs Computational Statistics*, 128-149.
- Turnip, M. dkk. 2018. *Identifikasi bakteri anggota Enterobacteriaceae pada makanan tradisional sotong pangkong*. Jurnal Labora Medika. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Ratnawati, Susana, E. dkk. 2018. *Aplikasi Response Surface Methodology (RSM) pada Optimasi Ekstraksi Kalsium Tulang Lele*. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada.
- Trihaditia, R. dkk. 2018. *Penentuan formulasi optimum pembuatan cookies dari bekatul padi pandan wangi dengan penambahan tepung terigu menggunakan metode RSM (Response Surface Method)*. Cianjur: Universitas Suryakencana.
- Tekindal, M, A. 2012, Boh-Behnken Experimental Design in Factorial Experiments: the Importance of Bread for Nutrition and Health. *Turkish Journal of Field Crops*, 115-12

