



**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN TERHADAP SIFAT
FISIKOKIMIA KEFIR WORTEL HASIL PRODUKSI ALAT INUVINE
(INTEGRATED UV PASTEURISATION AND CHEMOSTAT
FERMENTATION KEFIR MACHINE)**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

Hairil Fiqri

NIM 155100500111019



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2018



**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN TERHADAP SIFAT
FISIKOKIMIA KEFIR WORTEL HASIL PRODUKSI ALAT INUVINE
(INTEGRATED UV PASTEURISATION AND CHEMOSTAT
FERMENTATION KEFIR MACHINE)**

Disusun Oleh :

HAIRIL FIQRI

NIM. 1551050111019

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Bioteknologi



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

2018

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul : Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisikokimia
Kefir Wortel Hasil Produksi Alat Inuvine (Integrated Uv
Pasteurisation and Chemostat Fermentation Kefir
Machine)

Nama Mahasiswa : Haril Fiqri

NIM : 155100500111019

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Malang, 22 November 2018

Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP

NIP. 19590821 199303 2 001

Tanggal Persetujuan:

**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul : Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisikokimia Kefir Wortel Hasil Produksi Alat Inuvine (*Integrated UV Pasteurisation and Chemostat Fermentation Kefir Machine*)

Nama Mahasiswa : Haril Fiqri

NIM : 155100500111019

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Ketua Jurusan

Malang, 22 November 2018

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Dosen Penguji,

Universitas Brawijaya

Dr. Ir. Elok Zubaidan, MP

Prof. Dr. Teti Estiasih, STP, MP

NIP. 19590821 199303 2 001

NIP. 19701226 200212 2 001

Tanggal Persetujuan:

**PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Hairil Fiqri

NIM : 155100500111019

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul : Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisikokimia
Kefir Wortel Hasil Produksi Alat Inuvine (*Integrated UV
Pasteurisation and Chemostat Fermentation Kefir Machine*)

Menyatakan bahwa,

Tugas akhir dengan judul diatas merupakan karya asli penulis tersebut diatas.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia dituntut
sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 22 November 2018

Pembuat Pernyataan,

Hairil Fiqri

NIM. 155100500111019



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, kuasa, kasih sayang dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisikokimia Kefir Wortel Hasil Produksi Alat INUVINE (*Integrated UV Pasteurisation and Chemostat Fermentation Kefir Machine*)". Penyusunan tugas akhir ini dijalankan dengan kerja keras, ikhlas, dan untuk mewujudkan sebuah visi yakni memberikan manfaat bagi sekitar. Kesuksesan menyelesaikan tugas akhir ini merupakan berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, adik, serta seluruh sanak famili yang selalu mendoakan kesuksesan bagi penulis.
2. Ibu Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu membantu dan memberikan arahan yang sangat berarti bagi penulisan laporan ini.
3. Prof. Dr. Teti Estiasih, STP, MP selaku ketua jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Teman-teman sejak maba yaitu Koto, Fauzan, Gopal, dan Chris dengan budaya makan bareng setelah berhasil menyelesaikan tugas dan laporan.
5. Seluruh teman seperjuangan yaitu Widya, Venisa, Ali, Mas Joko, Sarah, Avinda, Mbak Asri, Fidi, Nuge, Tyas, Ghesa, Khodijah, yang telah berjuang bersama untuk mengharumkan nama Brawijaya.
6. Dini Amalia yang selalu mendukung dan percaya dengan kerja keras penulis.
7. Mahasiswa THP dan FTP angkatan 2015.
8. Dan seluruh pihak yang turut terlibat dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran untuk perbaikan di kemudian hari. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, November 2018

Penulis



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Negara (sebuah kota kecil di Bali) pada tanggal 25 Januari 1997 dari pasangan suami istri Hadirin dan Gusti Ayu Ketut Partini. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis menempuh jenjang Sekolah Dasar di SDN 3 Wanasaba dan selesai pada tahun 2009. Selanjutnya meneruskan ke SMPN 1 Wanasaba dan lulus pada tahun 2012 serta menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Aikmel pada tahun 2015.

Tahun 2018 menjadi tahun paling bersejarah bagi penulis karena berhasil menyelesaikan pendidikannya pada tingkat Strata 1 di Program Studi Bioteknologi di Universitas Brawijaya. Selama pendidikannya penulis aktif di berbagai kegiatan mahasiswa seperti organisasi, kepanitiaan, dan program kreativitas mahasiswa. Penulis pernah menjabat sebagai staff divisi penulisan dan kompetisi di AgriTech Research and Study Club. Adapun kepanitiaan yang pernah penulis ikuti adalah pada PIMBA 2016.

Pada masa perkuliahan penulis selalu aktif mengikuti Program Kreativitas Mahasiswa. Penulis pernah menjadi juara 2 dalam ajang *Rector Cup* Bidang PKM-PE tahun 2015 di tingkat Universitas Brawijaya. Pada tahun yang sama, penulis bersama tim berhasil menjadi salah satu finalis pada PIMNAS 29 di IPB bidang PKM-GT akan tetapi tidak mendapatkan medali. Setelah dari kesuksesan yang tertunda tersebut, penulis kembali berhasil menjadi finalis pada PIMNAS 30 di UMI Makassar dan meraih dua medali emas kategori presentasi poster bidang penerapan teknologi, serta meraih medali emas presentasi dan perunggu poster pada PIMNAS 31 di UNY Yogyakarta.

Pada saat tugas akhir ini selesai, penulis masih aktif berkontribusi menuju PIMNAS 32 melalui pengajuan proposal PKM-Penelitian Eksakta tentang eksporasi kandungan antioksidan dari tanaman dari pulau Lombok yang tertulis di *Lontar Usada* sebagai potensi obat herbal bagi kanker serviks.



UCAPAN TERIMA KASIH

Allahu Akbar, satu-satunya Tuhan yang patut disembah, yang tidak pernah lelah menuntun hambanya, yang tidak pernah habis ampunannya, yang Maha Mendengar

Kedua orang tuaku yang selalu mendoakan sehingga selalu dituntun langkahku oleh Allah, karena ridhonya orangtua adalah ridhonya Allah

Semua orang yang selalu mendukung, yang menyebut namaku dalam doanya, yang tidak lelah mendengarkan dan selalu percaya

Aku persembahkan sebuah tugas akhir ini, semoga menjadi amal ibadah dan awal dari terwujudnya cita-citaku untuk masa depan yang lebih cerah, menjadi mata air yang jernih, yang bermanfaat kepada sekitar



Hairil Fiqri, 155100500111019. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisikokimia Kefir Wortel Hasil Produksi Alat INUVINE (*Integrated UV Pasteurisation and Chemostat Fermentation Kefir Machine*).

SKRIPSI

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Eliok Zubaidah, MP

RINGKASAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil wortel di dunia dengan produksi rata-rata 549 ribu ton per tahun. Kota Batu menduduki peringkat ketiga produksi wortel terbesar setelah Pasuruan dan Malang dengan produksi sebesar 6900 ton. Namun dari hasil lahan tersebut terdapat 8-10% wortel yang tidak dapat dijual karena tidak memenuhi karakter fisik yang dibutuhkan. Wortel dengan karakter tersebut biasanya disebut sebagai *subgrade* yang hanya memiliki nilai ekonomis Rp. 500,-/kg. Dalam rangka meningkatkan nilai ekonomis dari wortel *subgrade*, salah satu usaha kecil menengah di Kota Batu yaitu UKM Istiqomah mengolahnya menjadi produk kefir wortel. Akan tetapi, UKM Istiqomah masih menggunakan metode konvensional dalam melakukan produksi. Oleh karena itu, diterapkan suatu teknologi untuk UKM ISTIQOMAH yaitu dengan alat INUVINE (*Integrated UV Pasteurisation and Chemostat Fermentation Lowgrade-Carrot Kefir Machine*) berbasis pasteurisasi dengan sinar UV-C, dan *light heating* dengan *thermocontroller* untuk fermentasi pada suhu optimum. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produktivitas serta kualitas produk kefir wortel yang dihasilkan pada saat sebelum dan setelah menggunakan alat, serta mengetahui pengaruh lama penyimpanan pada suhu refrigerator terhadap pH, viskositas, total asam laktat dan warna produk kefir wortel hasil produksi menggunakan alat INUVINE.

Metode dari penelitian ini dimulai dari studi literatur, perancangan dan perakitan INUVINE, pengujian INUVINE, penerapan INUVINE pada UKM Istiqomah, pengujian pengaruh umur simpan terhadap kualitas kefir, dan analisis data. Aplikasi INUVINE pada UKM Istiqomah menghasilkan produk dengan pH yang lebih stabil (3,5), kandungan bakteri asam laktat lebih tinggi ($1,82 \times 10^7$ CFU/mL), dan kontaminasi lebih rendah (tidak ditemukan koloni bakteri Gram negatif). Penerapan alat INUVINE meningkatkan produktivitas dan keuntungan bagi UKM Istiqomah dengan adanya peningkatan jumlah produksi sebesar 260% dan mengurangi waktu produksi sebesar 89% dibandingkan dengan metode konvensional. Adapun lama penyimpanan pada suhu refrigerator memiliki pengaruh yang nyata terhadap perubahan parameter kualitas kefir wortel antara lain pH, total asam, viskositas dan warna. Pada penyimpanan terjadi penurunan pH, peningkatan total asam laktat, peningkatan viskositas, dan terjadi perubahan warna pada produk kefir wortel.

Kata Kunci: Kefir wortel, UV-C, *light heating*, INUVINE, UKM istiqomah



Hairil Eqri. 155100500111019. Effect of Storage Time on Physicochemical Properties of Carrot Kefir from Production Using INUVINE (Integrated UV Pasteurization and Chemostat Fermentation Kefir Machine).

RESEARCH PAPER

Supervisor : Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP

SUMMARY

Indonesia is one of the world's carrot producing countries with an average production of 549 thousand tons per year. Batu City was ranked third in the largest carrot production after Pasuruan and Malang with a production of 6900 tons. But from the results of the land there are 8-10% carrots that cannot be sold because they do not meet the physical characteristics needed. Carrots with these characters are usually referred to as subgrades which only have an economic value of Rp. 500, - / kg. In order to increase the economic value of subgrade carrots, one of the small and medium enterprises in Batu City, namely Istiqomah UKM, processed it into kefir carrot products. However, Istiqomah UKM still uses conventional methods of producing. Therefore, a technology is applied for ISTIQOMAH SMEs, namely by using UV-C-based INUVINE (Integrated UV Pasteurization and Chemostat Fermentation Lowgrade-Carrot Kefir Machine), and light heating with a thermocontroller for fermentation at optimum temperature. This study aims to compare the productivity and quality of kefir carrot products produced before and after using the tool, and to determine the effect of storage time at refrigerator temperature on pH, viscosity, total lactic acid and the color of the product produced using INUVINE.

The method of this study began from the study of literature, INUVINE design and assembly, INUVINE testing, application of INUVINE to Istiqomah UKM, testing of the effect of shelf life on kefir quality, and data analysis. The INUVINE application at Istiqomah UKM produced products with a more stable pH (3.5), higher content of lactic acid bacteria (1.82×10^7 CFU / mL), and lower contamination (no Gram negative bacterial colonies were found). The application of the INUVINE tool increased productivity and profits for Istiqomah SMEs by increasing production by 260% and reducing production time by 89% compared to conventional methods. The length of storage at the refrigerator temperature has a significant effect on changes in the kefir quality parameters of carrots including pH, total acid, viscosity and color. At storage there is a decrease in pH, an increase in total lactic acid, an increase in viscosity, and a change in the color of the carrots kefir.

Keywords: Carrot kefir, UV-C, light heating, INUVINE, UKM istiqomah

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 UKM Istiqomah.....	4
2.2 Wortel.....	5
2.3 Kefer.....	10
2.4 Fermentasi.....	14
2.5 Pasteurisasi Berbasis Sinar Ultraviolet Tipe-C (UV-C).....	17
2.6 Parameter Kualitas Kefer.....	17
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Metode Penelitian.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Total Bakteri Asam Laktat, pH dan Kontaminasi E.coli.....	33
4.2 Penerapan Alat INUVINE pada UKM Istiqomah.....	34
4.3 Pengujian Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Kefer.....	36



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

5.2 Saran

DAFTAR PUSTAKA

42

42

42

43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 UKM Istiqomah.....	4
Gambar 2.2 Perbandingan Tipe Wortel.....	6
Gambar 2.3 Gejala tanaman wortel subgrade terinfeksi nematoda puru akar.....	7
Gambar 2.4 Kefir Grains	12
Gambar 2.5 Struktur Kimia Fruktosa	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Kegiatan Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Rancangan INUVINE	23
Gambar 3.3 Alat INUVINE	24
Gambar 3.4 Diagram alir pembuatan kefir wortel dengan alat INUVINE.....	26
Gambar 3.5 Diagram alir pembuatan kefir wortel metode konvensional.....	28
Gambar 4.1 Uji Kandungan Bakteri Asam Laktat (BAL) Kefir Wortel.....	34
Gambar 4.2 Uji Kontaminasi Bakteri Gram Negatif (E. coli) Kefir Wortel.....	34
Gambar 4.3 Perbandingan Peningkatan Produksi Sebelum dan Setelah menggunakan INUVINE.....	35
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Total Asam.....	37
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian pH.....	37
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Viskositas.....	39
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Warna.....	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Wortel per 100 gram Bahan Segar	7
Tabel 4.1 Perbandingan hasil kefir sebelum dan setelah menggunakan INUVINE	33
Tabel 4.2 Perbandingan kinerja antara konvensional dengan INUVINE	35
Tabel 4.3 Perbandingan ekonomi sebelum dan setelah menggunakan INUVINE	36
Tabel 4.3 Nilai Rerata Total Asam, pH, Viskositas dan Warna pada Kefir Wortel	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Alat INUVINE.....	51
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan	52



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil wortel di dunia dengan produksi rata-rata 549 ribu ton per tahun (Pusdatin, 2013). Pada tahun 2007, Kota Batu menduduki peringkat ketiga produksi wortel terbesar setelah Pasuruan dan Malang dengan produksi sebesar 6900 ton dalam sekali panen. Namun dari hasil lahan tersebut terdapat 8-10% wortel tidak laku dijual karena tidak memenuhi standar di pasaran. Wortel dengan karakter tersebut biasanya disebut sebagai wortel *subgrade* yang hanya memiliki nilai ekonomis Rp. 500,-/kg. UKM di daerah Batu memanfaatkan wortel *subgrade* dengan mengolahnya menjadi diversifikasi produk minuman fermentasi berupa kefir wortel. Produksi tersebut didukung dengan potensi produksi susu yang mencapai 30 ton per hari di Kota Batu (Tama, 2015).

Kefir wortel merupakan hasil olahan wortel yang difermentasi dengan memanfaatkan bakteri asam laktat yakni *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophiles* (Corona et al., 2016). Kefir wortel telah dikenal oleh masyarakat luas baik karena rasa maupun manfaatnya bagi kesehatan. Kefir merupakan salah satu pangan fungsional yang memiliki khasiat bagi keseimbangan mikroflora dalam usus seperti yoghurt. Produksi kefir wortel saat ini masih dilakukan dengan skala industri rumah tangga oleh salah satu Usaha Kecil Menengah di Kota Batu yakni UKM Istiqomah.

UKM Istiqomah memproduksi kefir wortel dengan metode konvensional sehingga produksi menjadi relatif lama dan kualitas produk yang dihasilkan bersifat fluktuatif. Proses pasteurisasi dilakukan dengan pemasakan di atas kompor sedangkan proses fermentasi dilakukan dengan cara penambahan starter dan didiamkan pada suhu ruang selama 48 jam (2 hari) pada suhu kamar tanpa ada pengendalian suhu dan pH. Tingginya frekuensi kontak bahan baku dengan udara luar meningkatkan kemungkinan terjadinya kontaminasi. Pengendalian terhadap faktor produksi seperti metode pasteurisasi, suhu dan pH fermentasi, serta faktor sanitasi sangat penting terkait dengan kualitas dan konsistensi dari produk kefir wortel yang dihasilkan.



Salah satu upaya untuk mencapai kualitas gizi yang optimal adalah dengan menggunakan inovasi teknologi berupa integrasi dari pasteurisasi berbasis *nonthermal* dengan fermentasi berbasis *continuous culture* berupa bioreaktor yang dirancang khusus untuk memberikan kondisi optimum pada proses fermentasi kefir wortel secara otomatis. Inovasi teknologi tersebut adalah alat INUVINE (*Integrated UV Pasteurisation And Chemostat Fermentation Lowgrade-Carrot Kefir Machine*) yang memungkinkan proses pasteurisasi tanpa menggunakan panas dengan sinar ultraviolet tipe-C (UV-C) fermentasinya berlangsung menggunakan prinsip *continuous culture* (*chemostat*) yaitu dengan menggunakan 10% hasil fermentasi untuk digunakan sebagai *starter* pada siklus fermentasi yang kontinyu. Pada bioreaktor juga dilengkapi dengan sistem kontrol suhu berbasis *thermocontroller* dimana proses fermentasi akan dilakukan pada suhu optimum yakni 40-45°C sehingga proses fermentasi lebih cepat dan efisien pada penggunaan energi. Pasteurisasi dengan menggunakan UV-C dapat meningkatkan stabilitas β -karoten pada wortel sehingga dapat meningkatkan nilai gizi pada kefir wortel (Santhirasegaram, 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh lama penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) terhadap nilai pH, viskositas, total asam laktat dan warna pada kefir wortel yang diproduksi dengan alat INUVINE (*Integrated UV Pasteurisation And Chemostat Fermentation Lowgrade-Carrot Kefir Machine*). Selain itu penelitian ini juga menjelaskan tentang peningkatan produktivitas dan keuntungan dari mitra penerapan teknologi yakni UKM Istiqomah serta perbandingan produk kefir yang dihasilkan pada saat sebelum dan setelah menggunakan alat INUVINE.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan untuk menyelesaikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana peningkatan produktivitas dan keuntungan dari mitra penerapan teknologi UKM Istiqomah setelah menggunakan alat INUVINE ?
2. Bagaimana perbandingan produk kefir yang dihasilkan pada saat sebelum dan setelah menggunakan alat INUVINE ?
3. Bagaimana pengaruh lama penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) terhadap nilai pH, viskositas, total asam laktat dan warna produk kefir wortel hasil produksi menggunakan alat INUVINE ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui peningkatan produktivitas dan keuntungan dari mitra penerapan teknologi UKM Istiqomah setelah menggunakan alat INUVINE.
2. Mengetahui perbandingan produk kefir yang dihasilkan pada saat sebelum dan setelah menggunakan alat INUVINE.
3. Mengetahui pengaruh lama penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) terhadap nilai pH, viskositas, total asam laktat dan warna produk kefir wortel hasil produksi menggunakan alat INUVINE.

1.4 Manfaat

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Bagi akademisi, dapat menjadi media aktualisasi dan penerapan teknologi untuk meningkatkan produktivitas serta tingkat perekonomian pada mitra usaha kecil dan menengah. Selain itu sebagai bentuk pengabdian insan akademis dalam pembelajaran pemberdayaan masyarakat sebagai wujud Tri Dharma Perguruan Tinggi.
2. Bagi masyarakat, dapat memberikan bantuan berupa teknologi tepat guna untuk meningkatkan tingkat perekonomian dari masyarakat pelaku usaha kecil menengah.
3. Bagi pemerintah dapat menjadi salah satu solusi bagi pertumbuhan perekonomian nasional melalui pembinaan dan peningkatan kesejahteraan ekonomi dari usaha kecil menengah sebagai tulang punggung perekonomian bangsa Indonesia.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 UKM Istiqomah

UKM Istiqomah merupakan perkumpulan masyarakat RT 05 RW 02 Kelurahan Ngaglik, Kota Batu. UKM Istiqomah didirikan pada bulan Juni 2009 dengan memproduksi produk kefir wortel sebanyak 20 liter dalam dua hari masa inkubasi. Hasil produksinya telah dijual di daerah Batu dan Malang. Proses pengolahan kefir pada UKM ini masih menggunakan metode konvensional, yakni dengan menggunakan peralatan sederhana yaitu panci untuk pasteurisasi sari wortel dan susu serta toples kaca untuk wadah inkubasi. Pada proses inkubasi UKM ini menggunakan cara fermentasi dengan hanya mencampurkan kultur starter pada campuran sari wortel dan susu yang telah dingin, tanpa adanya penyesuaian terhadap suhu. Hal ini tentu tidak memenuhi kesesuaian suhu fermentasi, yakni 40-45°C, sehingga membutuhkan waktu yang panjang yaitu selama 48 jam. *Curd* dari kefir *grain* yang telah digunakan kemudian disaring menggunakan saringan untuk kultur starter yang akan digunakan untuk proses fermentasi berikutnya. Penggunaan metode konvensional tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama dan berpotensi terjadinya kontaminasi sehingga kualitas dan kuantitas kefir yang dihasilkan berfluktuatif. Kefir merupakan minuman yang memiliki permintaan pasar yang relatif tinggi namun produksi yang telah dilaksanakan tidak dapat mencukupi kebutuhan pasar. Pada **Gambar 2.1** merupakan tampak depan dari rumah produksi UKM Istiqomah.



Gambar 2.1 UKM Istiqomah

2.2 Wortel

2.2.1 Klasifikasi Wortel

Wortel (*Daucus carota*) adalah tumbuhan yang tidak mengenal musim dan dapat ditanam sepanjang tahun. Wortel dapat tumbuh secara optimal di daerah dataran tinggi dengan penyinaran matahari parsial hingga penyinaran penuh, kondisi tanah basah hingga kering, serta mampu tumbuh secara monokultur bahkan pada tanah rendah nutrisi (Xu, 2017). Menurut Xu (2017), tanaman wortel memiliki klasifikasi sebagai berikut sebagai berikut:

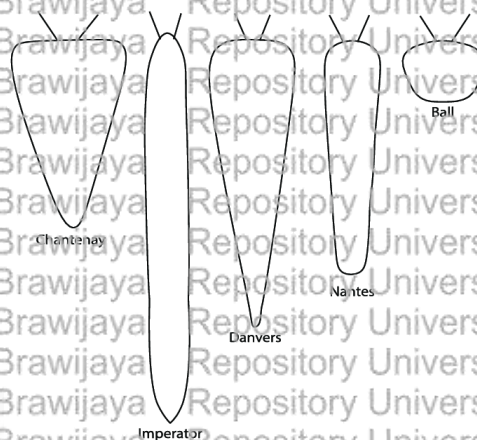
Kingdom : Plantae
Divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Apiales
Familia : Umbelliferae atau Apiaceae
Genus : *Daucus* Linn.
Spesies : *Daucus carota* Linn.

Wortel berkerabat dekat dengan *parsley* (*Coriandrum sativum* Linn.), pegagan (*Centella asiatica* Linn. Urban), *chinese celery* (*Oenanthe javanica* Blume, DC.) seledri (*Apium graveolens* L.), *parship* (*Pastinaca sativa*), dan adas (*Foeniculum vulgare*), *Angelica polymorpha* Maxim, dan lain-lain yang terdiri dari sekitar 434 genus dengan sekitar 3700 spesies yang tersebar secara luas di daerah beriklim sedang atau zona tropis (Xu, 2017).

2.2.2 Tipe Wortel

Wortel tergolong dalam famili umbelliferae, yaitu suatu tanaman yang bunganya mempunyai susunan bentuk seperti payung. Menurut Cahyono (2002), tanaman wortel terklasifikasi kedalam tiga tipe berdasarkan bentuk umbinya. Pertama tipe *Chantenay*, yaitu bentuk bulat panjang dengan ujung tumpul. Tipe ini biasanya tidak berakar serabut pada umbinya, panjang umbi 15-20 cm, jenis wortel ini lebih disukai karena rasanya cukup manis. Tipe *Chantenay* dapat memberikan hasil (produksi) paling baik, sehingga paling banyak dikembangkan. Kedua tipe *Imperator*, yaitu berbentuk bulat panjang dengan ujung runcing. Wortel tipe ini berbentuk seperti kerucut, panjang umbi 20-30 cm, dan terdapat akar serabut yang tumbuh pada umbinya. Tipe wortel ini kurang disukai orang karena rasanya tidak begitu manis. Adapun yang ketiga yakni tipe *Nantes*, yang merupakan gabungan dari tipe *Imperator* dan *Chantenay* yaitu bulat pendek

dengan ukuran panjang 5-6 cm atau berbentuk bulat agak panjang dengan ukuran panjang 10-15 cm. Perbandingan tipe wortel dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Perbandingan Tipe Wortel
Sumber: Luby et al., 2016

2.2.3 Wortel Subgrade

Wortel *subgrade* adalah wortel yang didominasi *malformation* bentuk umbi seperti bercabang (*forking*), bengkok dan kerdil yang mengakibatkan penurunan nilai ekonomisnya (Andriani, 2013). Adapun menurut Samad (2006), wortel grade terendah (yang disortasi karena tidak layak jual) adalah wortel yang keadaan umbinya liat, dengan zat kayu lebih besar dari 25%. Adanya *malformation* pada wortel adalah karena gangguan nematoda puru akar. Kasus *malformation* juga ditandai dengan bentuk umbi pendek membulat dengan panjang sekitar 2-5 cm. Bagian umbi yang membulat kadang-kadang dipenuhi rambut akar yang banyak dengan puru yang bulat kecil di sepanjang rambut akar (Taher, 2012).

Wortel *subgrade* memiliki nilai ekonomis rendah dimana wortel ini berukuran kecil dengan diameter 0,5 sampai 1 cm, panjang sekitar 6 cm dan banyak terbuang pada saat panen, karena pada umumnya tidak diinginkan baik oleh pembeli maupun tengkulak. Pada saat panen, jumlah wortel *subgrade* dapat mencapai 10%. Wortel yang dapat dijual adalah hanya yang memiliki bentuk yang proporsional (besar dan tidak bercabang), sedangkan wortel *subgrade* hanya akan terjual dengan harga Rp. 500,-/kg. Wortel *subgrade* memiliki kualitas gizi kandungan yang sama dengan wortel dan hanya memiliki perbedaan dari segi karakter fisik (Simon, 2010). Pemanfaatan wortel *subgrade* dapat meningkatkan nilai ekonomisnya tersebut sehingga berdampak kepada kesejahteraan petani wortel. Contoh wortel *subgrade* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gejala umbi tanaman wortel subgrade terinfeksi nematoda puru akar:

a) Umbi berambut; b) Umbi bercabang; c) Umbi bercabang dan berambut.

Sumber: Hikmia dkk., 2012

2.2.4 Kandungan Zat Gizi Wortel

Wortel segar mengandung air, protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral. Kandungan β -karoten dari wortel mempunyai manfaat sebagai antioksidan yang menjaga kesehatan dan menghambat proses penuaan sel. Selain itu terdapat kandungan senyawa falcarinol (FaOH) dan falcarindiol (FaDOH) dapat mencegah terjadinya kerusakan akibat *neoplastic transformation* pada usus besar sehingga memberikan efek pencegahan pada kanker kolon (Kobaek et al., 2017). Kandungan gizi wortel dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Wortel per 100 gram Bahan Segar

Kandungan Gizi	Satuan	Jumlah
Energi	kal	45,00
Protein	g	1,10
Lemak	g	0,20
Karbohidrat	g	10,50
Kalsium	mg	31,00
Fosfor	mg	30,00
Zat Besi	mg	0,60
Natrium	mg	66,00
Serat	g	1,80
Vitamin A	SI	12.000,00
Vitamin C	mg	8,40
Vitamin K	mcg	9,40
Vitamin E	mg	1,00
Air	g	90,40

Sumber: Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM)



Wortel memiliki peranan penting bagi tubuh, karena wortel memiliki kandungan α dan β -karoten. Hati berperan sebagai tempat menyimpan vitamin A utama di dalam tubuh. Dalam keadaan normal, cadangan vitamin A dalam hati dapat bertahan hingga enam bulan. Bila tubuh mengalami kekurangan konsumsi vitamin A, asam retinoat diabsorpsi tanpa perubahan. Asam retinoat merupakan sebagian kecil vitamin A dalam darah yang aktif dalam diferensiasi sel dan pertumbuhan (Azrimaidaliza, 2007). Senyawa β -karoten dalam tubuh diubah menjadi vitamin A yang berperan dalam menjaga sel epitel yang berperan dalam pertahanan dan kekebalan tubuh, menjaga kesehatan kulit, paru-paru, dan membantu pertumbuhan sel-sel baru salah satunya untuk regenerasi epitel dalam menunjang fungsi retina mata (Almatsier, 2002).

Menurut Kasperczyk et al., (2014), wortel merupakan sumber makanan detoksifikasi yang mempunyai kemampuan untuk mengatur ketidakseimbangan dalam tubuh. Kemampuan β -karoten sebagai antioksidan ditunjukkan dalam mengikat oksigen (O_2), mengurangi radikal peroksil dan menghambat oksidasi lipid. Pada penelitian yang dilakukan telah diketahui bahwa β -karoten dapat mengurangi oxidative stress, meningkatkan kadar glutathione, serta dapat berguna untuk mengatasi keracunan akibat terpapar logam timbal.

2.2.5 Manfaat dan Khasiat Wortel

2.2.5.1 Bahan Makanan

Wortel merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang dapat digunakan untuk membuat bermacam-macam masakan seperti sup, capcai, bistik, kari, mie, dan sebagainya. Umbi wortel juga dapat digunakan dalam industri pangan untuk diolah menjadi bentuk olahan, misalnya minuman sari umbi wortel, *chips* wortel matang untuk makanan ringan, manisan, jus wortel, dan lain-lain. Selain itu, umbi wortel juga dapat digunakan sebagai bahan pewarna alami (Cahyono, 2002).

Wortel merupakan sayuran yang multi khasiat bagi pelayanan kesehatan masyarakat luas. Di Indonesia wortel dapat dianjurkan sebagai bahan pangan potensial untuk mengentaskan masalah penyakit kurang vitamin A karena kandungan karoten (pro-vitamin A) pada wortel dapat mencegah penyakit rabun senja dan masalah kurang gizi. Dalam 100 gram wortel mengandung 12.000 SI vitamin A (Gultom, 2015). Minuman kefir yang kaya dengan beta karoten dapat menjadi potensi untuk membantu pemerintah Indonesia dalam mengatasi kekurangan nutrisi yaitu vitamin A (β -karoten).

2.2.5.2 Bahan Obat-obatan

Umbi dan biji dari tanaman wortel memiliki kegunaan sebagai bahan obat-obatan karena memiliki senyawa yang memberikan manfaat bagi kesehatan, antara lain sebagai berikut:

- Wortel mengandung senyawa karotenoid, polifenol dan vitamin yang berfungsi sebagai antioksidan, antikanker dan *immunoenhancer*. Karotenoid merupakan adalah antioksidan kuat yang dapat menetralkan efek radikal bebas sehingga memiliki aktivitas penghambatan mutagenesis yang berkontribusi untuk menurunkan risiko beberapa kanker misalnya kanker paru-paru, kanker pankreas, kanker prostat, kanker kandung kemih, kanker laring, kanker esofagus, dan kanker serviks (Dias, 2012).
- Kandungan karotenoid pada wortel berfungsi sebagai anti-diabetes (Coyne et al., 2005).
- Menurunkan kolesterol dan tekanan darah tinggi sehingga mengurangi risiko penyakit kardiovaskuler. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa wortel dapat mengatur absorpsi kolesterol dan sekresi empedu sehingga terjadi penurunan yang signifikan pada kadar kolesterol dan trigliserida pada hati (Nicolle, et al., 2003).
- Wortel memberikan manfaat *hepatoprotective* dan *renoprotective*. Ekstrak wortel membantu melindungi hati dari cedera akut akibat efek beracun dari lingkungan bahan kimia (Mills, 2008). Ekstrak wortel mengurangi aktivitas radikal bebas yang merupakan salah satu penyebab dari iskemia reperfusion (Mital, 2011).
- Aplikasi ekstrak wortel menunjukkan penurunan yang signifikan di area luka, periode epitelisasi dan lebar bekas luka (Patil, 2012).

2.2.5.3 Bahan Kosmetika

Sebagai bahan kosmetik wortel secara umum digunakan untuk produk *skin care*, *hair treatment*, dan lain-lain. Kandungan karoten dalam umbi wortel bermanfaat untuk menjaga kelembaban kulit, dan memperlambat timbulnya kerutan pada wajah yang diaplikasikan sebagai bahan masker wajah. Karoten juga dapat memperkuat jaringan tempat tumbuh helai rambut, sehingga dapat menyuburkan rambut. Selain itu wortel juga diaplikasikan pada produk berupa *hair tonic* untuk menjaga kelembaban kulit kepala akibat kekurangan sekresi dari kelenjar minyak kulit kepala (Cahyono, 2002).

2.3 Kefir

2.3.1 Fermentasi Kefir dengan Substrat Sari Wortel

Kefir adalah probiotik alami terbuat dari fermentasi susu dengan granula kefir (kefir grains) berupa hubungan simbiotik bakteri asam laktat, bakteri asam asetat dan yeast yang bergabung dengan kasein susu dan gula kompleks dalam bentuk matriks polisakarida (Vardjan, 2013). Kultur kefir memiliki kemampuan untuk memanfaatkan substrat berupa air yang mengandung gula atau buah-buahan yang dikeringkan sehingga disebut kefir air. Kultur yang digunakan untuk kefir air ini diperoleh dari modifikasi kultur kefir susu yang dibiakan dalam media non-susu. Granula kefir air dapat melakukan fermentasi dengan menggunakan media yang memiliki kandungan nitrogen dan faktor pertumbuhan yang kurang tanpa mempengaruhi keseimbangan fungsi kerja mikroorganisme dalam kultur kefir (Pertiwi, 2017). Salah satu contoh kefir air adalah kefir dengan menggunakan substrat sari wortel yang ditambahkan dengan sukrosa sebagai sumber energi bagi fermentasi kultur mikroba.

2.3.2 Jenis-jenis Kefir

Kefir dibagi menjadi beberapa jenis yang meliputi kefir optima (O), kefir prima (P), kefir whey (W), kefir medika (M), kefir soya, dan kefir colostrum. Kefir Optima atau kefir O merupakan jenis kefir yang tidak mengalami proses pemisahan antara curd dan whey-nya. Kefir optima diperoleh melalui proses fermentasi menggunakan kefir prima atau menggunakan kefir optima lagi sebagai *starter*nya (bibit praktis). Penggunaan bibit praktis ini tidak dianjurkan untuk digunakan lebih dari 3 kali pengulangan, karena kualitas kefir yang dihasilkan akan mengalami penurunan. Apabila kualitas yang diinginkan stabil, maka kefir prima yang dalam fermentasinya menggunakan kefir grains dapat digunakan. Pada penyaringan pertama dianjurkan menggunakan saringan kasar berdiameter lubang 2 mm agar mudah memisahkan kefir grains dari cairannya. Sementara pada tahap penyaringan kedua menggunakan saringan halus agar tekstur kefir yang dihasilkan halus. Apabila dalam fermentasi kefir optima menggunakan bibit praktis maka tidak diperlukan pemisahan bibit praktis, kecuali jika tekstur yang diinginkan lebih halus maka dilakukan penyaringan menggunakan saringan (Muizuddin et al., 2015).

Kefir Prima atau kefir P merupakan kefir yang diperoleh melalui proses pemisahan bagian bening (kefir W). Kefir prima merupakan jenis minuman/makanan yang mempunyai kandungan gizi paling lengkap. Kefir dibuat

menggunakan kefir *grains* dengan konsentrasi tertentu yaitu antara 2-8% untuk tiap liter susu yang digunakan yang kemudian difermentasi selama 2 x 24 jam. Kefir jenis ini merupakan turunan pertama (*mother culture*) dari kefir *grains* sehingga dapat digunakan sebagai bibit praktis (Julianto et al., 2016). Karakteristik kefir prima yaitu cukup kental dan beraroma asam sedang. Oleh karena itu, kefir jenis ini lebih mudah diterima oleh masyarakat.

Kefir whey atau kefir W merupakan jenis kefir yang diperoleh dari whey yang terbentuk pada saat proses pembuatan kefir. Kefir ini dapat mengatasi dehidrasi baik akibat panas yang menyebabkan keluarnya keringat yang berlebihan maupun sebagai bahan pengganti oralit karena kandungan kefir whey yang lebih bagus dan seimbang dari pada oralit. Selain itu, kefir whey dapat juga digunakan sebagai asupan insulin karena insulin yang pada umumnya digunakan oleh penderita diabetes juga ada yang berasal dari insulin sapi. Kefir whey dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan asinan (*Sauerkraut*) dan juga sebagai pengganti cuka dapur yang aman terhadap iritasi lambung (Ahmed, 2013).

Jenis kefir lainnya yaitu kefir medika (kefir M) merupakan kefir yang tampilannya hampir sama dengan kefir prima namun lebih cair dan rasanya lebih asam. Kefir medika diolah dengan menggunakan kefir *grains* sebanyak 2% dengan waktu fermentasi 48-72 jam dan hasilnya tidak dipisahkan antara *curd* dan whey-nya sehingga menghasilkan rasa asam yang tajam (Aini et al., 2003).

2.3.3 Kefir Grains

Kefir *grains* atau yang disebut dengan bibit kefir merupakan *starter* yang digunakan dalam proses fermentasi susu menjadi kefir. Kefir *grains* memiliki bentuk granula yang tidak beraturan dan berukuran 2-3 cm atau seperti biji gandum dan berwarna keputih-putihan atau kekuningan, dengan butiran keras yang menyerupai bunga kembang kol. Kefir *grains* adalah simbiosis mikroorganisme yang disatukan oleh matriks polisakarida bernama kefiran. Struktur kefir *grains* yaitu berlipat-lipat pada bagian permukaannya, dan merupakan hasil pennebalan berbagai mikroorganisme (Chen et al., 2008).

Kefir *grains* berasal dari Kaukasia merupakan contoh simbiosis antara ragi dan bakteri yang telah digunakan selama bertahun-tahun menghasilkan kefir di seluruh dunia. Kefir *grains* terdiri dari bakteri dan ragi dari spesies yang berbeda-beda dari genus *Lactobacillus* seperti *Leuconostoc*, *Lactococcus* dan *Streptococcus*. Selain itu terdapat pula bakteri Gram negatif seperti *Acetobacter*. Adapun spesies dari ragi atau khamir yang terdapat pada kefir *grains* adalah

spesies *Kluyveromyces*, *Candida*, *Torulaspora*, *Pichia*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Kazachstania*, *Lachancea*, *Torulaspora*, *Zygosaccharomyces*, *Trichosporon* dan *Saccharomyces* (Puerari et al., 2012). Bakteri asam laktat berperan dalam pembentukan asam laktat, *Lactobacillus kefiranofaciens* yang merupakan bakteri penyebab penggumpalan atau koagulasi, *Leuconostoc* merupakan pembentuk diasetil, dan *Candida* berperan dalam pembentukan etanol dan CO₂ (Susilorini dan Sawitri, 2005). Kenampakan dari *Kefir Grains* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kefir Grains

Sumber: Leite et al., 2013

2.3.4 Sumber Energi Kefir

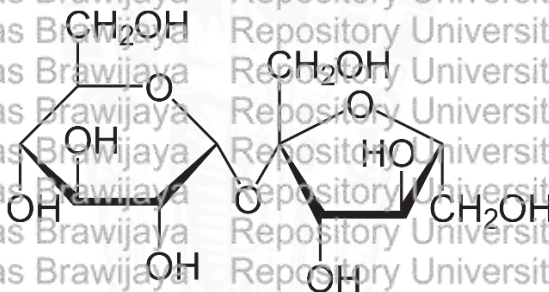
Mikroba pada kefir memanfaatkan gula pada proses fermentasi seperti laktosa dan sukrosa. Sukrosa adalah oligosakarida yang mempunyai peran penting dalam pengolahan makanan yang banyak terdapat pada tebu. Sukrosa dikenal sehari-hari dalam rumah tangga maupun industri makanan dalam bentuk kristal halus atau kasar dan dalam jumlah yang banyak biasanya dipergunakan dalam bentuk cairan sukrosa. Struktur kimia sukrosa tidak mempunyai gugus OH bebas yang reaktif karena keduanya sudah saling terikat. Sukrosa dapat diuraikan menjadi glukosa dan fruktosa yang disebut gula *invert* (Winarno, 2004).

Sukrosa dalam pengolahan industri pangan sangat berpotensi menambah cita rasa dan sebagai bahan pengawet. Penambahan sukrosa secara khusus akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri probiotik yang ada dalam minuman dan aktivitasnya dalam memanfaatkan komponen karbohidrat yang ada di dalam

susunan bahan baku produk minuman fermentasi tersebut. Menurut Maryana (2014), selama proses fermentasi, senyawa karbon dalam gula akan dirombak dan dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan pada akhir fermentasi akan menghasilkan metabolit berupa asam laktat. Hal ini terjadi karena mikroba membutuhkan gula untuk aktivitas metabolisme dan memperkembangkan sel sehingga semakin banyak sel bakteri yang ada, maka sukrosa akan semakin banyak digunakan untuk metabolisme sel pada starter kefir yang digunakan pada fermentasi kefir wortel.

Selama proses fermentasi kefir wortel berlangsung, glukosa dalam sukrosa dan sari wortel akan dikatabolisasi oleh bakteri asam laktat dalam kefir menjadi asam laktat dan etanol. Asam laktat dibentuk dalam metabolisme gula secara homofermentatif melalui *Emden-Meyerhof pathway*. Adapun etanol bersama CO₂ dan laktat lain dihasilkan secara heterofermentatif melalui *pentose phosphate pathway* (Halasz, 2004).

Sukrosa sebagai sumber energi kefir merupakan disakarida yang terdiri dari glukosa dan fruktosa. Pada proses fermentasi sukrosa akan dihidrolisis menjadi monomer penyusunnya. Berikut merupakan struktur kimia dari sukrosa dapat dilihat pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Struktur Kimia Fruktosa

Sumber: *Encyclopedia of Life Science*, 2007

2.3.5 Manfaat dan Khasiat Minuman Kefir

Makanan fungsional adalah salah satu bagian dalam makanan yang dikonsumsi dan memiliki keuntungan fisiologi untuk mereduksi resiko penyakit kronis berdasarkan nutrisi yang terkandung didalamnya. Makanan probiotik termasuk sebagai makanan fungsional karena merupakan sumber bahan bioaktif seperti mikroorganisme yang terkandung, metabolit hasil fermentasi atau produk pemecahan lain yang mampu memberi efek kesehatan. Adapun kefir khususnya di Eropa Timur telah umum dikenal karena manfaatnya bagi kesehatan karena beberapa komponen didalamnya yang bersifat bioaktif (Anandharaj et al., 2014).

Penelitian terkait efek antitumor dari kefir pertama kali disampaikan oleh Shiommi dkk. (1982), bahwa polisakarida larut air yang diisolasi dari biji kefir dan diberikan pada tikus dapat menghambat pertumbuhan *Ehrlich carcinoma* atau *Sarcoma 180*. Mekanisme secara lengkap selama ini belum jelas, tetapi 2 sel kanker yang diinkubasi secara *in vitro* dengan polisakarida selama 42 jam menunjukkan sitotoksitas yang rendah. Diduga bahwa polisakarida larut air menekan pertumbuhan tumor dengan mengaktifkan makrofag limfokin (Mf) melalui jaringan limfoid usus terkait, sedangkan fraksi mikroorganisme tak larut air bertindak meningkatkan aktivitas sel NK.

Penelitian terkini yang dilakukan oleh Dong-Hyeon dkk. (2018), tentang pengaruh konsumsi kefir pada modulasi mikrobiota usus inang (*host*). Kefir memiliki ketahanan *gastrointestinal* yang sangat baik dan kemampuan kolonisasi dan efek modulasi spektrum yang luas dan signifikan pada mikrobiota usus. Penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan untuk menentukan mekanisme manfaat kefir tersebut dalam kaitannya dengan modulasi mikrobiota dan *mycobiota* pada saluran pencernaan manusia.

2.4 Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata *fervere*, yang berarti mendidih, menggambarkan aksi ragi pada ekstrak buah selama pembuatan minuman beralkohol. Fermentasi adalah proses yang menghasilkan energi dengan perombakan senyawa organik. Fermentasi dapat didefinisikan pula sebagai segala proses untuk menghasilkan suatu produk dari kultur mikroorganisme. Fermentasi diartikan pula sebagai disimilasi senyawa organik oleh aktivitas mikroorganisme yang membebaskan energi melalui perombakan nutrisi menjadi senyawa yang lebih sederhana atau tingkat energinya lebih rendah (Lucia, 2008).

Proses fermentasi memanfaatkan aktivitas suatu mikroba tertentu atau campuran beberapa spesies mikroba. Mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi antara lain khamir, kapang dan bakteri. Kemajuan dalam bidang teknologi fermentasi telah memungkinkan manusia untuk memproduksi berbagai produk yang tidak dapat atau sulit diproduksi melalui proses kimia. Teknologi fermentasi merupakan salah satu upaya manusia dalam memanfaatkan bahan-bahan yang berharga relatif murah bahkan kurang berharga menjadi produk yang bernilai ekonomi tinggi dan berguna bagi kesejahteraan hidup manusia melalui rekayasa proses dan optimasi produk akhir fermentasi.

2.4.1. Jenis Fermentasi Berdasarkan Penggunaan Starter

Fermentasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu fermentasi spontan dan tidak spontan (membutuhkan starter). Fermentasi spontan adalah fermentasi yang biasa dilakukan menggunakan media penyeleksi, seperti garam, asam organik, asam mineral, nasi atau pati. Media penyeleksi tersebut akan menyeleksi bakteri patogen dan menjadi media yang baik bagi tumbuh kembang bakteri selektif yang membantu jalannya fermentasi. Fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang dilakukan dengan penambahan kultur organisme bersama media penyeleksi sehingga proses fermentasi dapat berlangsung lebih cepat (Desnlar et al. 2009).

Hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air, CO₂ dan energi (ATP). Beberapa mikroba hanya dapat melangsungkan metabolisme dalam keadaan anaerob dan hasilnya adalah substrat yang setengah terurai. Hasil penguraianannya adalah air, CO₂, energi dan sejumlah asam organik lainnya, seperti asam laktat, asam asetat, etanol serta bahan-bahan organik yang mudah menguap. Perkembangan mikroba-mikroba dalam keadaan anaerob biasanya dicirikan sebagai proses fermentasi (Muchtadi dan Ayustaningwarno 2010).

2.4.2. Jenis Fermentasi Berdasarkan Produk

Proses fermentasi secara umum dilakukan oleh industri untuk memperoleh berbagai produk. Berikut ini merupakan empat kelompok fermentasi yang umum dilakukan oleh industri (Lucia, 2008), antara lain:

- Fermentasi yang memproduksi sel mikroba (biomass), produksi komersial dari biomass dapat dibedakan menjadi produksi yeast untuk industri roti, dan produksi sel mikroba untuk digunakan sebagai makanan manusia dan hewan.
- Fermentasi yang menghasilkan enzim dari mikroba, secara komersial, enzim dapat diproduksi oleh tanaman, hewan, dan mikroba, namun enzim yang diproduksi oleh mikroba memiliki keunggulan yaitu, mampu dihasilkan dalam jumlah besar dan mudah bila dibandingkan tanaman atau hewan.
- Fermentasi yang menghasilkan metabolit mikroba, metabolit mikroba dapat dibedakan menjadi metabolit primer dan metabolit sekunder. Produk metabolisme primer yang dianggap penting contohnya etanol, asam sitrat, polisakarida, aseton, butanol, dan vitamin. Metabolit sekunder yang dihasilkan mikroba adalah antibiotik, pemacu pertumbuhan, inhibitor enzim, dan lain-lain.

d. Proses transformasi, sel mikroba dapat digunakan untuk mengubah suatu senyawa menjadi senyawa lain yang masih memiliki kemiripan struktur namun memiliki nilai komersial yang lebih tinggi. Proses transformasi dengan menggunakan mikroba ini lebih baik bila dibandingkan dengan proses kimia, berkaitan dengan penggunaan reagen kimia yang lebih sedikit sehingga secara tidak langsung tergolong lebih ramah lingkungan.

2.4.3 Bioreaktor

Bioreaktor adalah instrumen untuk reaksi kimia yang melibatkan makhluk hidup yang umumnya berupa proses fermentasi. Bioreaktor terdiri dari beberapa tipe yaitu fermentor *batch*, fermentor *continuous* dan fermentor *fed batch*. Pada fermentor *batch* tidak terdapat bahan yang masuk maupun keluar dari fermentor pada saat fermentasi. Kondisi bahan maupun mikroorganisme dalam fermentor mengalami perubahan seiring dengan waktu sampai pada tingkat tertentu. Fermentor *continuous* adalah dimana nutrisi terus menerus ditambahkan dan produk yang dihasilkan terus-menerus diambil. Fermentor *continuous* berlawanan dengan fermentor *batch*, dimana produk dipanen dan kemudian fermentor dibersihkan dan dipersiapkan untuk proses fermentasi selanjutnya. Adapun pada *fed batch fermentor* nutrisi ditambahkan secara simultan dan pengeluaran produk dilakukan secara terputus-putus bukan terus-menerus selama proses fermentasi berlangsung (Singhal, 2018).

Bioreaktor digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme dalam medium cair. Parameter-parameter seperti pH, komposisi medium, suhu, pengadukan, konsentrasi metabolit, dan gas dapat dimonitor serta dikendalikan (Lucia, 2008). Fungsi bioreaktor adalah memberikan lingkungan terkontrol bagi pertumbuhan mikroorganisme atau campuran tertentu mikroorganisme untuk memperoleh produk yang diinginkan serta dapat mencegah kontaminasi produk dari lingkungan. Bioreaktor akan menghasilkan produk kefir dengan kualitas yang stabil dan produksi yang terstandarisasi.

Bioreaktor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan prinsip semi-sinambung (*fed-batch fermentor*) yaitu sebuah teknik kultur dimana pertumbuhan kultur diatur pada keadaan yang stabil, sehingga kultur akan tumbuh dalam laju dan kondisi lingkungan yang konstan (Mendes et al, 2013), dengan menyisakan 10% dari hasil fermentasi pada vessel untuk digunakan sebagai starter pada proses fermentasi kefir berikutnya.

2.5 Pasteurisasi Berbasis Sinar Ultraviolet Tipe-C (UV-C)

UV-Treatment merupakan metode alternatif untuk *Heat-Pasteurisation* yang dapat dilakukan dengan pemberian sinar UV terhadap produk. Menurut Santhirasegaram et. al (2015), menyatakan bahwa pasteurisasi dengan metode sinar UV pada sari buah dapat meningkatkan kemampuan ekstraksi dari karotenoid sebanyak 6%, polyphenols sebanyak 31%, dan flavonoid 3% jika dibandingkan dengan sari buah yang masih segar. Sari buah yang diberikan paparan UV-C selama 15 dan 30 menit menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam aktivitas antioksidan dan ekstraksi karotenoid, fenolik senyawa, dan flavonoid. Selain itu, pengobatan UV-C menunjukkan signifikan pengurangan jumlah mikroba. Umur simpan UV-C jus yang diolah disimpan pada $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ diperpanjang untuk setidaknya 4 minggu lebih lama dari jus segar.

Pasteurisasi secara termal lebih efektif dalam menginaktivasi mikroba sepenuhnya pertumbuhan jus, tetapi efek merugikan pada kualitas. Oleh karena itu, perlakuan UV-C dengan optimalisasi yang sesuai variabel pengolahan adalah alternatif yang layak untuk termal pasteurisasi. Pasteurisasi dengan menggunakan sinar UV juga dapat meningkatkan antioksidan daripada pasteurisasi dengan metode konvensional. *UV-Treatment* membutuhkan energi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan *Heat-Pasteurisation* sehingga akan memperkecil biaya produksi (Santhirasegaram et. al, 2015).

2.6 Parameter Kualitas Kefir

2.6.1 Kandungan Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang melakukan penguraian glukosa menjadi asam laktat yang akan menurunkan pH serta menimbulkan rasa asam (Muchtadi, 2010). Anggota bakteri asam laktat merupakan bakteri Gram-positif, batang atau kokus yang tunggal, berpasangan atau rantai tidak berspora, terkadang membentuk segi empat, katalase negatif, toleran terhadap asam dan anaerob fakultatif (Mozzi et al, 2010).

Bakteri asam laktat diklasifikasikan kedalam filum Firmicutes, kelas Bacilli, dan ordo Lactobacillales. Bakteri asam laktat diklasifikasikan berdasarkan morfologi seluler, mode fermentasi glukosa, kisaran suhu pertumbuhan, dan pola pemanfaatan gula (Quinto et al., 2014). Kelompok bakteri asam laktat antara lain *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Allolococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*,

Oenococcus, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* dan *Weissella*. *Lactobacillus* merupakan genus terbesar dengan lebih dari 100 spesies. Mayoritas *Lactobacillus* telah diisolasi dari saluran gastrointestinal manusia dan binatang (Walter, 2008).

Bakteri asam laktat dibagi menjadi dua golongan berdasarkan hasil akhir pada metabolisme yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Golongan homofermentatif hanya menghasilkan asam laktat pada fermentasi glukosa termasuk dalam golongan homofermentatif, sedangkan bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat, CO₂ dan etanol dari heksosa termasuk dalam golongan heterofermentatif. Golongan heterofermentatif memfermentasi glukosa melalui jalur fosfoketolase, sedangkan golongan homofermentatif melalui jalur EMP (*Embden-Meyerhof-Parnas Pathway*) (Mokoena et al. 2016).

Bakteri asam laktat tergolong kedalam bakteri probiotik. Suatu organisme probiotik tidak bersifat patogenik, tidak toksik dan tidak menghasilkan toksin, maka disebut *food grade microorganism* atau dikenal sebagai mikroorganisme yang *Generally Recognized As Safe* (GRAS), mentoleransi pH rendah, mentolerir konsentrasi tinggi garam empedu yang terkonjugasi maupun yang ter-dekonjugasi, ditoleransi oleh sistem kekebalan tubuh dan tidak menghasilkan pembentukan antibodi. Bakteri asam laktat secara alami dapat terhadap menghambat pertumbuhan mikroba patogen pada produk pangan (Belicova et al., 2013).

2.6.2 Derajat Keasaman (pH) dan Total Asam

Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH > 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH < 7 menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi (Karastogianni et al., 2016).

Kondisi yang penting untuk kefir adalah pH. Kondisi optimum bagi yeast untuk fermentasi adalah pada kondisi yang asam. Pada kondisi pH yang cenderung netral dalam fermentasi makanan menghasilkan sedikit kerusakan perubahan kualitas nutrisi dan sensorik. Penggunaan 10% starter dapat menghasilkan kefir dengan pH terbaik (3,95). Kefir dihasilkan dari sapi, kambing, domba dan kerbau susu, memiliki karakteristik kimia seperti pH sekitar 4,0, alkohol dari 0,55 hingga 2,0%, kandungan lemak tergantung pada jenis susu yang digunakan, dan susu yang difermentasi ini memiliki rasa asam. Peningkatan kandungan asam laktat hasil fermentasi pada kefir mengakibatkan penurunan

pada pH. Kandungan asam laktat yang terbentuk merupakan salah satu parameter kualitas minuman fermentasi pada minuman fermentasi yang menggunakan bakteri asam laktat sebagai starter kultur yang secara umum disebut sebagai total asam. Semakin tinggi total asam laktat yang terbentuk maka pH dari kefir akan semakin rendah (Irigoyen et al., 2005).

2.6.3 Kontaminasi (bakteri *E.coli*)

Kontaminasi pada kefir yang diproduksi dapat terjadi dari bahan baku berupa sari wortel maupun susu. Bahan baku susu untuk kefir dapat digunakan susu penuh, susu skim, susu rendah lemak atau dengan penambahan lemak. Bahan baku harus memenuhi persyaratan berikut: jumlah bakteri harus rendah, tidak mengandung antibiotik, tidak mengandung antibakteri, bukan kolostrum, tidak berbau bau dan tidak ada kontaminasi bakteri (Hidayat dkk., 2006).

Salah satu bakteri patogen yang umum ditemukan adalah *Escherichia coli*. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif. *Escherichia coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata (Jawetz et al., 2012). *Escherichia coli* adalah anggota flora normal usus yang berperan dalam sintesis vitamin K, konversi pigmen-pigmen empedu, asam-asam empedu dan penyerapan zat-zat makanan. *Escherichia coli* termasuk ke dalam bakteri heterotrof yang memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya karena tidak dapat menyusun sendiri zat organik yang dibutuhkan (Norajit et al., 2007). Bakteri *Escherichia coli* secara umum dikenal sebagai bakteri *foodborne disease* bersama kelompok bakteri patogen lain seperti *Salmonella* dan *Listeria* (Reiss et al., 2006).

2.6.4 Viskositas

Viskositas ialah suatu istilah ilmiah yang menggambarkan suatu resistensi terhadap suatu aliran fluida (cair atau gas), namun istilah ini lebih sering dihubungkan dengan cairan. Viskositas merupakan ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan uji. Kekentalan adalah sifat cairan yang sangat erat kaitannya dengan hambatan dari suatu cairan uji dalam mengalir. Viskositas dipengaruhi dengan sejumlah faktor, termasuk ukuran serta bentuk molekul, interaksi antara mereka, dan juga suhu (Yazid, 2005).

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai viskositas atau kekentalan adalah suhu. Penyimpanan pada suhu yang rendah

dapat menyebabkan meningkatnya viskositas produk yoghurt. Sebaliknya, suhu yang tinggi akan menyebabkan nilai viskositas produk menjadi semakin rendah. Menurut Manab (2008), suhu rendah akan menyebabkan kenaikan viskositas susu karena terjadi *clumping* (gumpalan) dari globula-globula lemak. Viskositas yang tinggi pada yoghurt mengakibatkan mobilitas bakteri kultur terhambat sehingga pembentukan asam pada produk semakin rendah.

Viskositas biasanya berhubungan dengan konsistensi dan tendensi dari suatu minuman. Konsistensi dapat didefinisikan sebagai ketidakmauan suatu bahan untuk melawan perubahan bentuk bila suatu bahan mendapat gaya gesekan. Minuman fermentasi yang mengandung susu seperti yoghurt dan kefir umumnya memiliki kandungan minimum total padatan sebesar 12% guna meningkatkan viskositas dan mengurangi terjadinya sineresis. Semakin tinggi viskositas, pemisahan whey akan semakin berkurang. Hal ini berarti sineresis akan semakin berkurang bila viskositas kefir semakin tinggi (Elisabeth, 2003).

2.6.5 Warna

Warna adalah salah satu parameter yang diujikan pada pengujian organoleptik. Adapun organoleptik merupakan penilaian dan mengamati tekstur, warna, bentuk, aroma, rasa dari suatu makanan, minuman, maupun obat-obatan (Nasiru et al., 2011). Pengujian organoleptik dapat dilakukan melalui metode subjektif dengan menggunakan panelis dan metode objektif dengan menggunakan alat. Penilaian organoleptik digunakan untuk menilai mutu suatu makanan.

Gradasi warna sering menunjukkan kualitas pada produk makanan. Oleh karena itu, manajemen warna diperlukan tidak hanya untuk alasan ekonomi, tetapi juga untuk kualitas merek dan standardisasi. Pada industri makanan warna-warna bahan organik berubah dengan cepat seiring waktu karena suhu dan cahaya pada waktu penyimpanan produk (Schmehling, 2008).

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap konsistensi warna dari produk kefir wortel yang diproduksi setelah disimpan didalam suhu refrigerator (4°C). Pengujian warna dilakukan dengan menggunakan *color reader*. Warna yang konsisten dari produk akan mempengaruhi persepsi dari konsumen dalam membeli produk dan mengetahui umur simpan paling baik bagi produk. Adanya penurunan kualitas warna juga dapat menjadi penanda adanya penurunan kualitas dari produk (Schmehling, 2008).



BAB III

METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Program ini terdiri dari dua tahap, tahap pertama yaitu perakitan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekatronika Alat dan Mesin Agroindustri, Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Laboratorium Biokimia Pangan, dan Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Adapun tahap kedua yaitu penerapan dan evaluasi teknologi fermentasi pada mitra yakni UKM ISTIQOMAH di desa Sumberbrantas kelurahan Ngaglik, Kota Batu. Adapun waktu pelaksanaan dari program ini adalah selama 5 bulan dimulai sejak bulan Maret 2017.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan alat *INUVINE (Integrated Uv Pasteurisation And Chemostat Fermentation Lowgrade-Carrot Kefir Machine)* dalam proses fermentasi kefir wortel dengan pasteurisasi tanpa panas berbasis sinar UV-C dengan suhu optimum pada 40-45°C. Adapun alat-alat lainnya yang digunakan antara lain *beaker glass*, pH meter, *color reader*, *viscometer*, timbangan analitik, autoklaf, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, tabung Durnam, jarum ose, spatula, gelas ukur, pipet tetes, erlenmeyer 250 mL, spatula, kertas label dan corong.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain wortel *subgrade*, susu sapi segar, starter dari kefir *grains*, sukrosa, aquades, NaOH 0.1 N, reagen PP (*Phenol Phtalein*), alkohol, kapas, NaCl, pembakar spiritus buffer, media MRSA, LB, BGLB dan EMBA.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari metode pendekatan yakni penerapan teknologi dan pengujian hasil penerapan teknologi pada mitra UKM Istiqomah. Adapun metode pendekatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1

3.3.2 Perancangan dan Perakitan Alat

Alat yang digunakan dalam proses perakitan INUVINE meliputi bor, mesin pemotong plat, mesin las, gerinda, obeng, mesin roll, dan avometer. Adapun bahan yang digunakan meliputi kotak *stainless steel*, sinar ultraviolet tipe-C (UV-C), *stirrer*, pompa, kabel, selang, styrofoam, stop kontak, panel kontrol, lampu 60 watt, wadah pasteurisasi dan fermentasi.

INUVINE berfungsi sebagai fermentor kefir inovasi yang proses pasteurisasinya dilakukan tanpa menggunakan panas (*non-thermal*). Berdasarkan hasil perhitungan rancangan didapatkan dimensi yakni panjang 740mm, lebar 460mm dan tinggi 550mm (**Gambar 3.2**). Komponen INUVINE terdiri dari ruang fermentasi yang terbuat dari *stainless steel* 304 2B. Ruang tersebut terdiri dari dua dinding yaitu luar dan dalam, diantara kedua dinding terdapat insulator panas (nomor 11). Ruang fermentasi tersebut dilengkapi dengan penghangat tabung fermentor (nomor 9) dan pengaduk (nomor 2).

Keunikan dari rancangan ini adalah pada sistem kultur kontinyu (*chemostat*) dan sistem pasteurisasi dimana pada sistem *chemostat* hasil fermentasi digunakan sebagai *starter* pada proses selanjutnya sehingga tidak diperlukan penambahan *starter*. Adapun pada sistem pasteurisasi yang dilakukan tidak menggunakan panas melainkan menggunakan sinar UV-C (nomor 5).

Untuk menjaga kestabilan suhu selama fermentasi sesuai dengan tingkat akurasi yang diinginkan, maka INUVINE dilengkapi dengan sistem kontrol suhu dengan menggunakan sensor suhu *thermocouple* dan *thermocontroller* E5CWL-R1TC. Pada panel kontrol tersebut juga dilengkapi dengan dengan timer *on/ off* H3BF-N8 yang berfungsi untuk mengatur sinar UV-C pada saat proses pasteurisasi berlangsung (nomor 3).

Selain itu juga terdapat komponen seperti tangki input (nomor 1), penghubung listrik (nomor 4), pompa (nomor 6), tabung fermentor (gambar 7), batang pengaduk (nomor 8) dan keran output (nomor 10).



Gambar 3.2 Rancangan INUVINE

Sistem kerja dari INUVINE adalah menggunakan metode pasteurisasi non termal UV-C dengan panjang gelombang 200-280 nm yang dapat membunuh bakteri patogen seperti bakteri *e.coli* yang terdapat dalam substrat serta dapat mempertahankan kandungan nutrisi terutama vitamin pada sari wortel (Santhirasegaram et al., 2015). Setelah pasteurisasi kemudian bahan baku dialirkan menuju ke tabung fermentor yang telah berisi starter untuk kemudian dilakukan pengadukan untuk mencampurkan antara bahan baku dengan starter. Selanjutnya dilakukan fermentasi pada suhu optimum yang diatur dengan *thermocontroller* pada rentang 40-45°C dengan informasi suhu yang diperoleh dari sensor *thermocouple* dan lampu bohlam sebagai sumber kalor. Apabila suhu dibawah 40°C maka lampu akan menyala, dan apabila diatas 45°C maka lampu akan mati secara otomatis. Realisasi rancangan alat INUVINE dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alat INUVINE

3.3.3 Pengujian Alat INUVINE

Pengujian merupakan tahap yang bertujuan untuk memastikan bahwa INUVINE bisa bekerja sesuai dengan harapan sebelum diaplikasikan pada mitra. Pengujian yang dilakukan terdiri dari kerja alat dan produk yang dihasilkan. Pengujian kerja alat meliputi kemampuan mempertahankan suhu, ketepatan timer lampu UV, dan ketepatan laju aliran bahan baku. Pengujian produk dilakukan dengan membandingkan hasil produksi kefir wortel dengan menggunakan alat INUVINE dengan kefir hasil produksi metode konvensional yang selama ini diterapkan oleh UKM Istiqomah. Parameter yang diuji pada produk adalah kandungan bakteri asam laktat (BAL), derajat keasaman (pH), kontaminasi bakteri patogen berupa *E.coli* mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981:2009.

3.3.3.1 Produksi Kefir Wortel Menggunakan Alat INUVINE

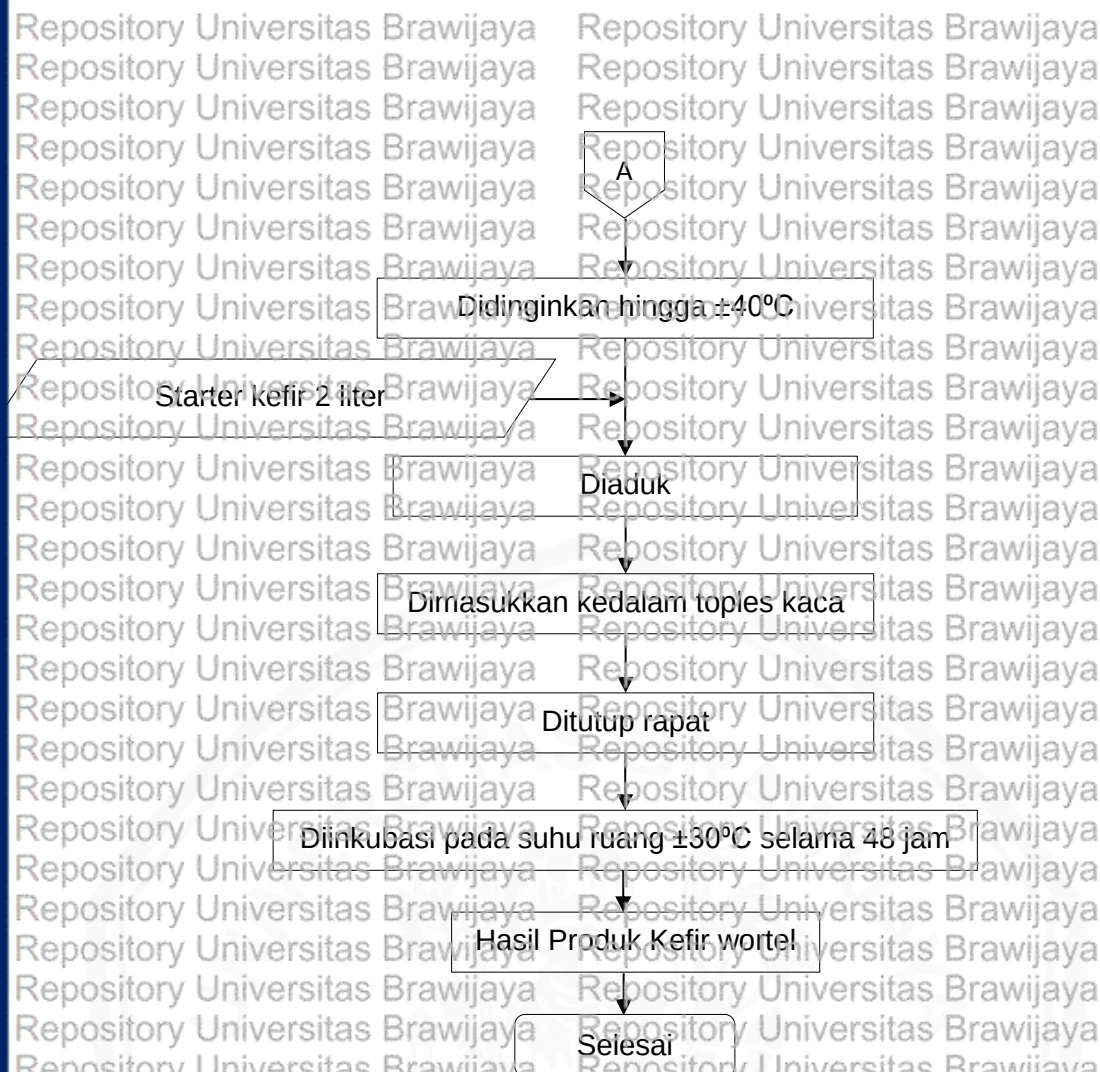
Sejumlah 6,5 kg wortel *subgrade* yang telah dibersihkan dari kulit luarnya diberi perlakuan blanching selama 5 menit pada air mendidih. Setelah itu wortel diblender dan ditambahkan dengan air hingga diperoleh sari wortel sejumlah 11 liter. Sari wortel kemudian campurkan dengan susu sapi segar sejumlah 5 liter dan dimasukkan kedalam tangki input. *Timer on/off* pada lampu UV-C diatur agar lampu dapat menyala selama 10 detik dan mati selama 2 detik selama proses untuk mencegah adanya peningkatan suhu pada lampu. Adapun *thermocontroller* diatur pada suhu 40-45°C sehingga lampu bohlam sebagai sumber kalor pada tabung fermentasi akan secara otomatis hidup pada saat suhu dibawah 40°C dan mati pada suhu diatas 45°C secara otomatis. Starter kefir sebelumnya telah dimasukkan kedalam tabung fermentor sejumlah 2 liter. Setelah itu pompa dinyalakan sehingga bahan baku yakni sari wortel dan susu sapi dialirkan menuju ke lampu UV-C untuk proses pasteurisasi. Setelah melewati lampu UV-C kemudian bahan baku akan masuk ke tabung fermentor yang didalamnya telah terdapat starter. Setelah bahan baku secara keseluruhan telah berada didalam tabung fermentor kemudian pompa dan lampu UV-C dimatikan melalui saklar yang terdapat pada *control panel*. Pada saat proses pasteurisasi telah selesai dilakukan kemudian antara bahan baku dan starter dihomogenkan dengan memutar tuas pengaduk manual yang terdapat pada bagian atas alat INUVINE. Fermentasi dilakukan hingga derajat keasaman dari kefir mencapai 3,5 atau selama 5 jam pada suhu optimum. Setelah proses fermentasi selesai dilakukan kemudian dilakukan pengadukan kembali untuk menghomogenkan kefir, kemudian bagian pintu dibuka dan kefir yang dihasilkan dapat langsung dipanen melalui keran yang terdapat pada tabung fermentor. Pengemasan dilakukan secara langsung dari keran dengan botol yang steril untuk meminimalisasi kontak dengan wadah lain atau dengan udara di lingkungan sekitar. Setelah pengemasan selesai akan tersisa 2 liter kefir didalam tabung fermentor untuk digunakan sebagai starter pada proses fermentasi berikutnya dengan menambahkan kembali bahan baku berupa sari wortel dan susu sapi segar dan mengulangi tahap-tahap sebelumnya. Secara umum diagram alir metode fermentasi menggunakan alat INUVINE dapat dilihat pada Gambar 3.4.

26

3.3.3.2 Produksi Kefir Wortel Menggunakan Metode Konvensional

Sejumlah 8 kg wortel *subgrade* yang telah dibersihkan dari kulit luarnya. Setelah itu wortel diblender dan ditambahkan dengan air hingga diperoleh sari wortel sejumlah 13 liter. Sari wortel kemudian campurkan dengan susu sapi segar sejumlah 5 liter. Campuran wortel dan susu sapi segar tersebut kemudian dipasteurisasi diatas kompor dengan suhu $\pm 75^{\circ}\text{C}$ selama 45 menit. Selama proses pasteurisasi dilakukan pengadukan manual secara perlahan pada campuran bahan tersebut. Setelah dipasteurisasi campuran dari bahan-bahan tersebut kemudian didinginkan hingga diperkirakan memiliki suhu sebesar $35-40^{\circ}\text{C}$ dengan tujuan agar mikroba pada starter tidak mati ketika dicampurkan dengan bahan baku. Setelah itu starter sejumlah 2 liter ditambahkan pada 18 liter total keseluruhan bahan baku kemudian diaduk agar kultur starter tersebar merata. Selanjutnya campuran antara bahan dan starter tersebut dimasukkan kedalam toples kaca dan ditutup rapat. Toples tersebut kemudian disimpan pada tempat yang tidak terkena cahaya matahari dan diinkubasi selama 2 hari (48 jam) pada suhu kamar. Suhu lingkungan di Kota Batu adalah $\pm 30^{\circ}\text{C}$. Secara umum diagram alir metode fermentasi konvensional dapat dilihat pada Gambar 3.5.





Gambar 3.5 Diagram alir pembuatan kefir wortel metode konvensional

3.3.3.3 Prosedur Analisis Pengujian

a. Uji Kandungan Bakteri Asam Laktat

Total bakteri asam laktat dianalisis menggunakan metode hitung cawan (*Total Plate Count*) menggunakan media tumbuh *de Man, Rogosa and Sharpe Agar* (MRSA). MRSA dibuat dengan cara melarutkan 65,3 g bahan media jadi ke dalam 1000 ml aquades, dan disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Pengujian dilakukan dengan mengencerkan kefir dalam aquades steril menggunakan perbandingan 1:9, pengenceran dilakukan mulai dari 10^1 - 10^8 . Pencawanan dilakukan dengan mengambil 1 ml sampel yang telah diencerkan ke dalam cawan, dilakukan pada pengenceran 10^6 - 10^8 . Langkah selanjutnya yaitu ditambahkan MRSA setengah padat ± 10 mL, kemudian sampel dan media cawan dihomogenkan dengan cara digoyangkan membentuk pola angka 8. Setelah memadat kemudian cawan diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37°C selama 48 jam (Modifikasi Bertrand et al., 2016).

b. Uji Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH kefir diukur dengan pH meter. Penggunaan alat diawali dengan menekan tombol *on/off* untuk menyalakan pH meter. Selanjutnya dilakukan kalibrasi dengan menyiapkan larutan buffer 4, 7, dan 10. Pertama-tama elektroda dicelupkan ke dalam larutan buffer 7 sehingga terjadi penyesuaian pH antara alat dengan larutan buffer. Elektroda dibilas dengan aquades kemudian keringkan dengan tisu. Langkah sebelumnya diulangi dengan menggunakan larutan buffer 4 dan 10. Instrumen pH meter yang telah siap dipergunakan untuk pengukuran kemudian dicelupkan elektroda pada sampel kemudian ditunggu hingga pH meter menunjukkan angka yang stabil (Hildebrant, 2016).

c. Uji Kontaminasi Bakteri *E.coli* Metode *Most Probable Number* (MPN)

Metode MPN merupakan salah satu teknik menghitung jumlah mikroorganisme tiap mililiter bahan yang digunakan sebagai media biakan. Metode MPN pada dasarnya sama dengan metode perhitungannya cawan, tetapi menggunakan medium cair dalam tabung reaksi. Perhitungan didasarkan pada tabung yang positif, yaitu tabung menunjukkan pertumbuhan mikroba setelah inkubasi pada tabung Durham. Metode MPN umumnya digunakan untuk menghitung jumlah bakteri khususnya untuk mendeteksi adanya bakteri *Coliform* yang merupakan kontaminan.

Terdapat tiga tahap dalam prosedur lengkap metode MPN yaitu uji penduga (*presumptive test*), uji penegasan (*confirmed test*) dan uji pelengkap (*completed test*). Uji penduga dilakukan untuk memperoleh kombinasi tabung positif awal, kemudian uji penegasan digunakan untuk memastikannya. Nilai akhir yang diambil adalah dari hasil uji penegasan dan pelengkap sehingga dimungkinkan mengubah kombinasi tabung yang diperoleh pada uji penduga. Umumnya hanya uji *E.coli* saja yang sampai tahap uji pelengkap. Berdasarkan Modifikasi Marshall (1992), tiga tahap dalam prosedur MPN yaitu:

1. Uji pendugaan (*Presumptive Test*)

Pada pengujian kontaminasi mikrobiologi kefir terlebih dahulu disiapkan 15 tabung reaksi volume 10 mL berisi media LB (*Lactose bouillon*) yang di dalamnya diberi tabung durham sebagai indikator adanya kandungan bakteri aerob, dengan susunan 5 tabung untuk 10 mL, 5 tabung untuk 1 mL dan 5 tabung untuk 0,1 mL. Dilanjutkan dengan menginkubasi medium yang telah diinokulasi pada inkubator pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam, jika setelah diinkubasi 1 x 24 jam menunjukkan

hasil negatif, maka dilanjutkan dengan inkubasi 2 x 24 jam pada suhu 35°C. Jika dalam waktu 2 x 24 jam tidak terbentuk gas dalam tabung durham, dihitung sebagai hasil negatif. Tabung dinyatakan positif ditandai dengan adanya gelembung akibat aktifitas fermentasi di dasar tabung durham maka dilanjutkan dengan uji penegasan untuk mengetahui adanya bakteri *Escherichia coli* pada sampel tersebut.

2. Uji penguat (*Confirmed Test*)

Uji penguat ini bertujuan untuk menguji kembali kebenaran adanya coliform dengan bantuan media selektif, yang menegaskan hasil positif dari uji pendugaan, media yang digunakan adalah *Brilliant Green Laktosa Bile Broth* (BGLBB), dilihat ada tidaknya pembentukan gas dalam tabung durham setelah diinkubasi dalam waktu 24-48 jam. Bila terbentuk gas dalam tabung durham maka tes dinyatakan memiliki hasil positif.

3. Uji pelengkap (*Completed Test*)

Uji pelengkap dilakukan dengan menginokulasikan koloni bakteri pada medium agar dengan cara digoreskan dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Media yang digunakan adalah *Eosin Metil Blue Agar* (EMBA). Adanya kandungan bakteri *E. coli* pada sampel mengakibatkan media agar menjadi berwarna ungu tua dengan kemilau tembaga metalik dan membentuk koloni dengan pusat gelap.

3.3.4 Penerapan Alat INUVINE pada UKM Istiqomah

3.3.4.1 Pembuatan Modul

Pembuatan modul berguna untuk mempermudah penyampaian informasi saat pelatihan. Isi modul meliputi pengenalan alat secara umum, bagian-bagian alat, cara pengoperasian alat, pemeliharaan dan perawatan alat serta cara pembersihan alat. Modul berisi informasi visual terkait dengan komponen alat guna memudahkan mitra dalam penggunaan alat.

3.3.4.2 Sosialisasi dan Penerapan Alat

Sosialisasi merupakan tahapan yang akan dilaksanakan di tempat mitra tepatnya di Kelurahan Ngaglik Kota Batu. Tahap ini akan dilakukan secara personal dan intensif kepada mitra mulai dari instalasi alat, pengoperasian alat, pemeliharaan alat serta penggantian komponen jika mengalami penurunan

kinerja. Pada tahap ini juga akan dibagikan modul dan pembagian sampel produk kefir yang telah difermentasi menggunakan INUVINE. Langkah selanjutnya INUVINE diaplikasikan pada proses pengolahan kefir di UKM ISTIQOMAH di Kelurahan Ngaglik Kota Batu.

3.3.4.3 Monitoring dan Evaluasi

Tahap monitoring dilakukan setelah tahap aplikasi dengan memantau proses pengolahan kefir di Kelurahan Ngaglik Kota Batu dengan menggunakan INUVINE. Selanjutnya pada tahap evaluasi ini akan dinilai sistem kerja dari alat, baik dari fungsional maupun struktural. Tujuan program dikatakan tercapai apabila UKM ISTIQOMAH Kelurahan Ngaglik Kota Batu telah mampu memproduksi kefir menggunakan INUVINE. Selain itu diharapkan pula kelompok ini akan mengalami peningkatan nilai ekonomis sehingga mendapat keuntungan tambahan serta mendapatkan perluasan jangkauan pemasaran produk.

3.3.5 Pengujian Pengaruh Umur Simpan Terhadap Kualitas Kefir

Pada pengujian pengaruh umur simpan terhadap kualitas kefir dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5%. Apabila ada pengaruh nyata dari perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Adapun perlakuan yang diujikan antara lain:

P1 = lama penyimpanan pada suhu refrigerator 7 hari

P2 = lama penyimpanan pada suhu refrigerator 14 hari

P3 = lama penyimpanan pada suhu refrigerator 21 hari

P4 = lama penyimpanan pada suhu refrigerator 28 hari

a. Total Asam

Pengujian total asam dinyatakan sebagai total asam. Keasaman diukur dengan metode titrasi yang dinyatakan sebagai persentase asam laktat (Nielsen, 2014). Sampel sebanyak 10 mL ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator fenolftalein, kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah muda dan stabil, sesuai dengan larutan standar. Total asam laktat dari sampel ditentukan dengan persamaan 3.1.

$$\text{Total asam} = \frac{V_1 \times N \times B}{V_2 \times 1000} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

V_1 = Volume NaOH (mL)

V_2 = Volume kefir (mL)

N = Normalitas NaOH (0.1 N)

B = Berat molekul asam laktat (90)

b. Derajat Keasaman

Nilai pH kefir diukur dengan pH meter. Penggunaan alat diawali dengan menekan tombol *on/off* untuk menyalakan pH meter. Selanjutnya dilakukan kalibrasi dengan menyiapkan larutan buffer 4, 7, dan 10. Pertama-tama elektroda dicelupkan ke dalam larutan buffer 7 sehingga terjadi penyesuaian pH antara alat dengan larutan buffer. Elektroda dibilas dengan aquades kemudian keringkan dengan tisu. Langkah sebelumnya diulangi dengan menggunakan larutan buffer 4 dan 10. Instrumen pH meter yang telah siap dipergunakan untuk pengukuran kemudian dicelupkan elektroda pada sampel kemudian ditunggu hingga pH meter menunjukkan angka yang stabil (Hildebrant, 2016).

c. Viskositas

Pengujian viskositas pada penelitian ini menggunakan alat uji kekentalan viskometer. Pada viskometer ini nilai viskositas didapatkan dengan mengukur gaya puntir sebuah rotor silinder (*spindle*) yang dicelupkan ke dalam sampel. Viskometer memungkinkan untuk mengukur viskositas dengan menggunakan teknik dalam *viscometry*. Alat ukur kekentalan (yang juga dapat disebut *viscometer*) dapat mengukur viskositas melalui kondisi aliran berbagai bahan sampel yang diuji. Untuk dapat mengukur viskositas, sampel dalam viskometer, bahan harus diam didalam wadah sementara poros bergerak sambil direndam dalam cairan. Viskositas dari sampel ditentukan dengan persamaan 3.2

$$\text{Viskositas} = \text{angka pengukuran} \times \text{faktor} \quad (3.2)$$

Keterangan :

Faktor didapat dari tabel yang tercantum dalam alat viskometer

d. Warna

Pengujian warna kefir wortel dilakukan dengan menggunakan alat *colour reader*. Sampel kefir dimasukkan pada alat, kemudian *color reader* ditempelkan pada permukaan sampel. Tombol pembacaan diatur pada L^* (*lightness*), a^* (*redness*) dan b^* (*yellowness*) dan tombol target ditekan. Hasil dari pembacaan alat dicatat.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Total Bakteri Asam Laktat, pH dan Kontaminasi *E. Coli*

Pengujian sampel kefir bertujuan untuk mengetahui beberapa parameter kualitas kefir apabila proses dilakukan menggunakan metode konvensional dibandingkan dengan menggunakan INUVINE. Pengujian kualitas dilakukan dengan mengukur keasamaan (pH), kandungan probiotik berupa bakteri asam laktat dan kandungan kontaminasi bakteri *E.coli* dengan menggunakan metode TPC (Total Plate Count) Pada tabel 4.1 ditunjukkan perbandingan hasil uji kefir berupa keasamaan (pH), kandungan bakteri asam laktat dan kandungan bakteri *E.coli* sebelum dan setelah menggunakan alat INUVINE.

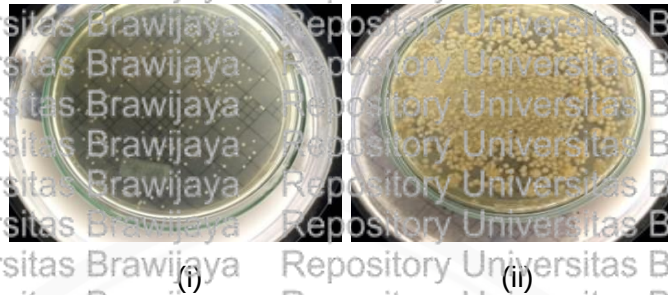
Tabel 4.1 Perbandingan hasil kefir sebelum dan setelah menggunakan INUVINE

Parameter	Konvensional (UKM)	INUVINE	SNI 2981:2009
Keasamaan (pH)	±3,5	3,5	<4
Kandungan BAL (CFU/mL)	$1,5 \times 10^7$	$1,82 \times 10^7$	Diatas 10^7
Kandungan <i>E.coli</i> (CFU/mL)	10^2	-	

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan pada laboratorium mikrobiologi pangan mengenai jumlah bakteri gram negatif (bakteri *E.coli*) dan bakteri asam laktat dengan metode Total Plate Count (TPC) dengan pengulangan sebanyak dua kali dan pengenceran hingga mencapai 10^6 menunjukkan bahwa hasil kefir wortel yang diproduksi menggunakan INUVINE menghasilkan jumlah bakteri asam laktat sebanyak $1,82 \times 10^7$ CFU/mL, sedangkan pada kefir yang diproduksi secara konvensional memiliki menghasilkan jumlah bakteri asam laktat sebanyak $1,5 \times 10^7$ CFU/mL. Pada pengujian bakteri gram negatif, kefir wortel yang diproduksi dengan teknologi INUVINE tidak memiliki koloni gram negatif (*E.coli*) yang tumbuh pada media, sedangkan kefir produksi konvensional memiliki koloni bakteri gram negatif (*E.coli*) yang tumbuh, yaitu sebesar 10^2 CFU/mL. Hasil pengujian menunjukkan bahwa INUVINE dapat mengoptimalkan tumbuhnya bakteri asam laktat dengan membunuh mikroba patogen dan menjamin kebersihan dari produk.

Selain itu dilakukan pula pengujian secara kualitatif pada media MRSA untuk mengetahui kandungan bakteri asam laktat dan media EMBA untuk mengetahui kontaminasi *E.coli*. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian produk,

gambar 4.1 menunjukkan hasil uji kandungan bakteri asam laktat (BAL) kefir wortel (i) metode konvensional UKM ISTIQOMAH (ii) INUVINE pada media MRSA. Adapun pada **gambar 4.2** menunjukkan hasil uji kandungan bakteri gram negatif (*E. coli*) (i) Metode konvensional UKM ISTIQOMAH (ii) INUVINE pada EMBA.



Gambar 4.1 Uji Kandungan Bakteri Asam Laktat (BAL) Kefir Wortel
(i) Metode konvensional UKM ISTIQOMAH (ii) INUVINE



Gambar 4.2 Uji Kontaminasi Bakteri Gram Negatif (*E. coli*) Kefir Wortel
(i) Metode konvensional UKM ISTIQOMAH (ii) INUVINE

4.2 Penerapan Alat Inuvine pada UKM Istiqomah

4.2.1 Peningkatan Produktivitas

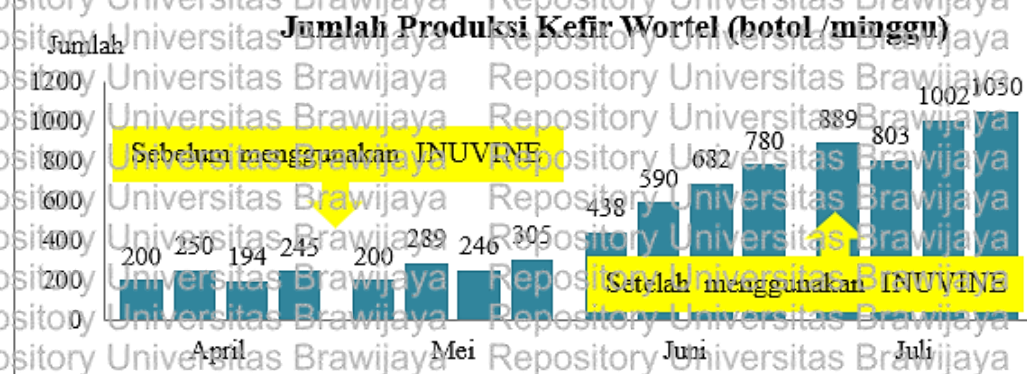
Penerapan teknologi INUVINE dapat meningkatkan jumlah produksi dan mengurangi waktu produksi. Prosentase peningkatan dapat dihitung dengan persamaan 4.1:

$$\% \text{ Peningkatan/ Penurunan} = \frac{\text{Kondisi Akhir} - \text{Kondisi Awal}}{\text{Kondisi Awal}} \quad (4.1)$$

Berdasarkan perhitungan dengan rumus diatas, maka penerapan teknologi INUVINE dapat meningkatkan jumlah produksi sebesar 260% dan mengurangi waktu produksi sebesar 89%. Secara ringkas **tabel 4.2** akan menampilkan perbandingan sebelum dan sesudah penggunaan INUVINE di UKM ISTIQOMAH. Adapun pada **gambar 4.3** menunjukkan perbandingan peningkatan produksi sebelum dan setelah menggunakan INUVINE.

Tabel 4.2 Perbandingan kinerja antara konvensional dengan INUVINE

Parameter	Satuan	Konvensional	INUVINE
Waktu produksi	Jam	48	5
Jumlah produk	Botol 250 ml	1.040	3.774
Kapasitas	(liter/2 hari)	20	72



Gambar 4.3 Perbandingan Peningkatan Produksi Sebelum dan Setelah menggunakan INUVINE

4.2.2 Peningkatan Keuntungan

Selain dengan peningkatan produksi kefir wortel di UKM ISTIQOMAH, maka secara bersamaan juga meningkatkan keuntungan dari UKM ISTIQOMAH. Perhitungan analisis ekonomi dilakukan dengan perhitungan biaya produksi, biaya harga pokok produksi (HPP), menentukan harga jual produk, dan pada akhirnya akan diketahui total penjualan serta keuntungan atau laba yang didapatkan oleh UKM ISTIQOMAH. Perhitungan biaya produksi dilakukan dengan penjumlahan antara biaya tetap dan biaya variabel. Penentuan harga pokok produksi (HPP) dilakukan dengan perbandingan antara biaya produksi dan jumlah produk yang dihasilkan. Harga pokok produksi (HPP) merupakan harga dasar dari produk tanpa adanya keuntungan atau laba, maka perlu dilakukan penentuan harga jual produk yang mencakup harga pokok produksi (HPP) dan laba. Hasil penjualan dapat dihitung dengan perkalian antara harga jual produk dan jumlah produk yang dihasilkan. Selanjutnya, perhitungan keuntungan yang didapatkan dengan pengurangan antara hasil penjualan dan biaya produksi. **Tabel 4.3** menunjukkan perbandingan ekonomi sebelum dan setelah mitra menggunakan alat INUVINE (per bulan).

Tabel 4.3 Perbandingan ekonomi sebelum dan setelah menggunakan INUVINE

Indikator	Satuan	Konvensional	INUVINE
Biaya Produksi	Rp	4.745.681	14.984.076
Jumlah Produk	Botol 250 mL	1.040	3.744
Harga Pokok Produksi	Rp	4563	4000
Harga Produk	Rp	6.500	6.500
Total Penjualan	Rp	6.760.000	24.336.000
Keuntungan	Rp	2.014.319	9.351.924

4.3 Pengujian Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Kefir

Hasil pengujian pengaruh umur simpan terhadap kualitas kefir pada lama penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) 7, 14, 21, dan 28 hari dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) terhadap kualitas kefir wortel dilihat dari segi total asam laktat, pH, viskositas, dan warna.

Hasil pengujian dari parameter kualitas kefir tersebut dapat dilihat pada **tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Nilai Rerata Total Asam, pH, Viskositas dan Warna pada Kefir Wortel

Parameter	Lama Pengujian (hari)			
	7	14	21	28
pH	3,62 ^a	3,56 ^b	3,48 ^c	3,44 ^c
Total Asam (%)	0,33 ^a	0,35 ^{ab}	0,37 ^{bc}	0,38 ^c
Viskositas (cP)	3,11 ^a	3,19 ^b	3,26 ^c	3,27 ^c
Warna L* (Luminosity)	61,45 ^a	61,26 ^c	61,32 ^b	61,28 ^{bc}
Warna a* (Redness)	3,62 ^a	3,56 ^c	3,60 ^{ab}	3,53 ^c
Warna b* (Yellowness)	18,80 ^a	18,67 ^{ab}	18,66 ^b	18,59 ^c

Keterangan: Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

4.3.1 Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Total Asam dan pH Kefir

Total asam dari kefir wortel yang disimpan pada suhu refrigerator (4°C) mengalami peningkatan dari P1 hingga P4. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH dan total asam kefir wortel ($p < 0,05$). Adapun hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) 5% menunjukkan perbedaan yang nyata dari tiap perlakuan yang diberikan. Peningkatan dari nilai total asam ini terjadi karena adanya peningkatan produksi asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat pada bahan baku berupa campuran susu sapi dengan sari wortel. Asam laktat merupakan produk utama dari fermentasi kefir selain etanol dan CO₂.

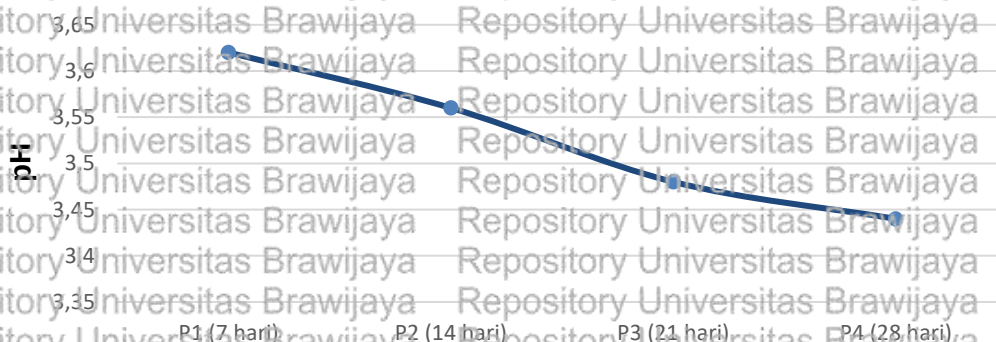
yang mempengaruhi perubahan viskositas, keasaman dan kandungan alkohol selama proses fermentasi berlangsung. Selain itu dapat ditemukan senyawa-senyawa dalam jumlah kecil seperti diasetil, asetaldehid, etil dan asam amino yang berkontribusi pada *flavor* khas pada kefir (Rattray et al., 2011). Peningkatan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Umur Simpan pada Suhu Refrigerator

Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Total Asam

Adanya peningkatan pada total asam menyebabkan adanya penurunan pH pada lingkungan fermentasi untuk menyokong pertumbuhan dari bakteri asam laktat. Penurunan pH tersebut memberikan kondisi optimum untuk metabolisme bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat memiliki kemampuan yang tinggi untuk melakukan metabolisme laktosa, sehingga *Lactococcus* cenderung tumbuh lebih cepat daripada ragi dalam kefir untuk menghidrolisis laktosa menjadi asam laktat sehingga terjadi penurunan pH pada proses fermentasi yang secara tidak langsung memberikan kondisi optimal untuk pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae* maupun khamir lain yang terdapat pada substrat (Tamime, 2006). Penurunan dari pH kefir wortel tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



Umur Simpan pada Suhu Refrigerator (4°C)

Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian pH

Fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat dapat bersaing dengan bakteri lain dalam proses fermentasi karena ketahanannya terhadap *range* pH yang luas, serta tergolong dalam bakteri *acidophilic* karena memerlukan pH yang relatif rendah supaya tumbuh dengan baik. Pada pH rendah biasanya akan terjadi seleksi secara alami pada bahan pangan hasil fermentasi bakteri asam laktat karena mayoritas mikroba patogen penyebab keracunan makanan (*foodborne pathogens*) tidak dapat tumbuh pada pH kurang dari 4,0. Pada awal inokulasi starter kefir dibutuhkan kondisi yang steril agar tidak terjadi kompetisi dalam penggunaan substrat pada awal fermentasi sehingga waktu fermentasi lebih efisien karena pertumbuhan bakteri asam laktat yang optimal (Miller *et.al.*, 1994).

Khamir pada fermentasi juga berperan penting dalam produk minuman kefir dengan menghasilkan metabolit berupa asam amino, mensintesis vitamin B kompleks, menghidrolisis protein susu serta menghasilkan gas CO₂ dan etanol yang merupakan hasil respirasi menggunakan oksigen. Khamir menggunakan jalur EMP (*Embden Meyerhof Parnas*) untuk metabolisme glukosa pada pH netral atau sedikit asam (pada pH 4,0-4,5) pada lingkungan anaerob dengan menghasilkan etanol dan CO₂ (Tamime, 2006). Oleh karena itu metabolisme khamir pada saat terjadi penurunan pH hasil dari peningkatan jumlah asam laktat menjadi menurun sehingga tidak terjadi peningkatan jumlah etanol dan CO₂ pada hasil akhir fermentasi berupa kefir wortel.

Kondisi *co-culture* pada umumnya yang melibatkan interaksi antara khamir dan bakteri asam laktat dapat bersifat saling memacu maupun menghambat pertumbuhan satu sama lain apabila terjadi kompetisi untuk nutrisi dengan menghasilkan metabolit yang menghambat atau merangsang satu sama lain. Adapun spesies khamir pada kefir, misalkan *Debaryomyces hansenii* dan *Yarrowia lipolytica* berasimilasi dengan asam laktat yang dibentuk oleh bakteri asam laktat sehingga meningkatkan pH dan menstimulasi pertumbuhan bakteri. Produksi vitamin B oleh *Acetobacter spp.* juga mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang terdapat pada kefir (Lopits-Otsoa, 2006).

Adanya peningkatan pada total asam laktat dan pH yang menurun pada awal penyimpanan yang disebabkan oleh aktivitas metabolik lanjutan dari bakteri asam laktat (Kang, 2013). Nilai pH dan total asam yang ditemukan dalam penelitian ini masih dalam kisaran kefir yang dapat diterima oleh konsumen yakni sekitar 3,4. Menurut Chamber (1979) kisaran pH yang tepat untuk komersial adalah antara 3,27 dan 4,53 serta nilai total asam dalam kisaran 0,7% dan 1,20%.

Hasil yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Faseephol *et al.* (2008), yang tidak menemukan perbedaan signifikan dalam nilai pH (4,2-4,5) dan total asam laktat (0,8-1,0%) di antara semua sampel pada penyimpanan selama 28 hari pada suhu refrigerator (4°C). Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa sampel mengalami peningkatan yang tidak signifikan pada total asam (1,0-1,2%) dan pH yang mengalami penurunan (4,1-4,3). Hal tersebut menunjukkan aktivitas metabolik dan enzimatik yang sedang berlangsung dari kultur campuran selama penyimpanan suhu rendah. Pada penyimpanan suhu rendah kultur tidak mengalami kematian pada selnya akan tetapi terjadi penurunan kecepatan metabolisme sel.

4.3.2 Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Viskositas Kefir

Viskositas dari kefir wortel yang disimpan pada suhu refrigerator (4°C) mengalami peningkatan dari P1 hingga P4. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu refrigerator memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas kefir wortel ($p < 0,05$). Adapun hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) 5% menunjukkan perbedaan yang nyata dari tiap perlakuan yang diberikan. Viskositas merupakan parameter yang berkaitan erat dengan tekstur dari kefir yang sangat penting pada stabilitas dari kualitas selama waktu penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C). Viskositas menunjukkan stabilitas tekstur yang secara langsung berkaitan dengan kapasitas pengikatan air oleh matriks kasein dalam susu yang terkoagulasi setelah proses fermentasi (Robinson *et al.*, 1993). Viskositas dari kefir wortel selama penyimpanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Viskositas

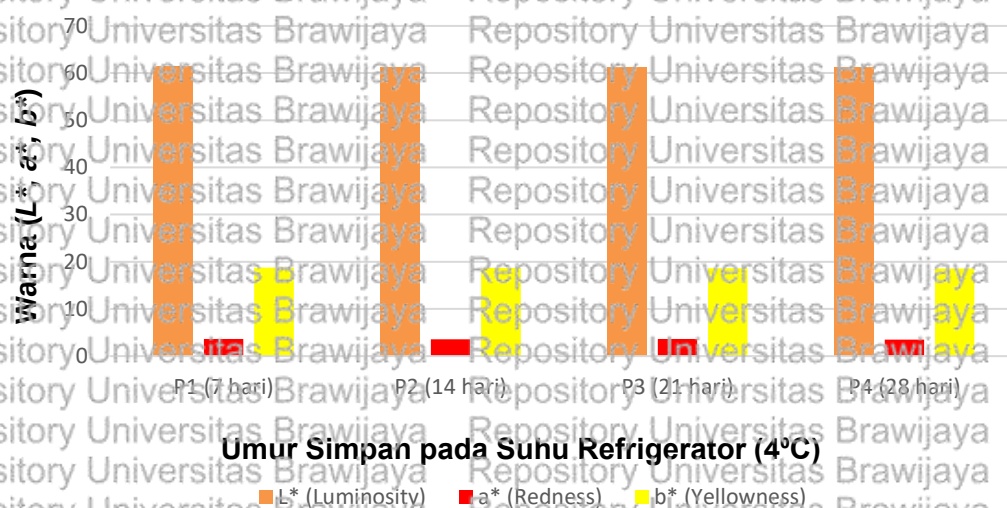
Peningkatan viskositas pada kefir fermentasi susu lainnya disebabkan oleh bakteri asam laktat yang menghasilkan *exopolysaccharide* dan berinteraksi dengan protein susu. *Exopolysaccharide* pada kefir biasa disebut kefiran. Pada kefir *grains* polisakarida utama yakni kefiran tersebut merupakan heteropolisakarida yang disusun dari glukosa dan galaktosa dengan proporsi yang sama dan paling banyak dihasilkan oleh *Lactobacillus kefiranofaciens*. Kefiran memiliki kemampuan untuk meningkatkan sifat viskositas dan viskoelastisitas susu fermentasi, serta mampu membentuk gel yang memiliki sifat viskoelastik pada penyimpanan di suhu rendah. Selain itu kefiran juga dapat meningkatkan viskositas kefir secara signifikan setelah proses fermentasi (Zajsek et al., 2011).

Pada penelitian ini, viskositas semua sampel cenderung sedikit meningkat pada akhir periode penyimpanan. Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sung-Ho et al. (2013), melaporkan bahwa terjadi peningkatan viskositas dalam sampel selama penyimpanan. Peningkatan viskositas secara umum disebabkan oleh kasein dari *curd* yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat saat proses fermentasi (Bae et al., 2000). Selain itu, Farnworth (2005), menjelaskan bahwa jumlah dari kultur starter yang optimal dapat mempengaruhi secara positif pembentukan polisakarida ekstraseluler sehingga meningkatkan viskositas dan tekstur dari kefir.

4.3.3 Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas (Warna) Kefir

Warna dari kefir wortel yang disimpan pada suhu refrigerator (4°C) relatif stabil dari P1 hingga P4. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu refrigerator memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna kefir wortel ($p < 0.05$). Adapun hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) 5% menunjukkan perbedaan yang nyata dari tiap perlakuan yang diberikan. Analisis warna adalah parameter yang digunakan untuk menilai kualitas makanan dan minuman untuk pengembangan cita rasa, tekstur dan penampilan yang ideal. Secara visual faktor warna tampil lebih dahulu dalam penentuan mutu bahan pangan (Chung et al., 2016). Warna pada sampel kefir wortel diukur berdasarkan nilai L^* (*Luminosity*), a^* (*redness*) dan b^* (*yellowness*) menggunakan alat *colour reader*. Berdasarkan pengujian warna tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi penurunan kualitas warna setelah penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) selama 28 hari. Hal ini dapat dilihat dari perubahan nilai L^* , a^* dan b^* yang tidak signifikan dan masing-masing memiliki nilai yang positif yang menunjukkan bahwa

intensitas warna tidak berkurang setelah penyimpanan selama 28 hari. Nilai yang positif dari L^* menunjukkan bahwa kefir memiliki warna yang jernih, nilai a^* yang positif menunjukkan warna kemerahan, dan nilai b^* yang positif menunjukkan warna kekuningan. Warna tersebut sesuai dengan kenampakan kefir wortel yang memiliki warna jingga cerah. Warna dari kefir wortel selama penyimpanan ditunjukkan pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Warna

Penelitian sebelumnya oleh Goncu *et al.* (2017) melakukan pengujian stabilitas warna pada kefir yang ditambahkan dengan *dietary fiber* dari apel dan lemon. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah didapatkan bahwa kefir yang ditambahkan dengan *dietary fiber* efektif mengalami peningkatan pada aspek fisiologis dari produk. Penambahan *dietary fiber* menyebabkan peningkatan sifat fisik, mikrobiologi, dan sensorik kefir tergantung dari konsentrasi yang ditambahkan. Penambahan *dietary fiber* hingga 0,5% memberikan hasil positif bagi viskositas, kandungan bakteri asam laktat (*Lactococcus spp.*) dan sifat sensorik kefir. Adapun penambahan *dietary fiber* pada tingkat 1% memberikan hasil negatif pada parameter tersebut. Adapun nilai dari L^* , a^* , b^* pada kefir tidak berubah selama penyimpanan selama 20 hari pada suhu refrigerator (4°C).

Adapun pada penelitian lain yang dilakukan oleh Florda *et al.* (2016), parameter seperti senyawa fenolik, gula, etanol, asam organik, warna dan viskositas dari kefir dari bahan *non-dairy* (tanpa menggunakan susu sapi) diketahui tetap konstan selama 35 hari masa penyimpanan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada penyimpanan di suhu refrigerator (4°C) dapat mempertahankan warna dari produk minuman kefir wortel yang telah dihasilkan.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Kefir wortel yang diproduksi menggunakan INUVINE menghasilkan produk dengan pH yang lebih stabil, kandungan bakteri asam laktat lebih tinggi, dan kontaminasi lebih rendah. Kefir wortel yang dihasilkan alat INUVINE memiliki pH stabil pada 3,5, sedangkan pada kefir yang diproduksi secara konvensional memiliki pH fluktuatif. Adapun bakteri asam laktat pada kefir wortel dari alat INUVINE sejumlah $1,82 \times 10^7$ CFU/mL, sedangkan pada kefir yang diproduksi secara konvensional sejumlah $1,5 \times 10^7$ CFU/mL. Selain itu kefir wortel yang diproduksi dengan INUVINE tidak memiliki koloni Gram negatif (*E.coli*), sedangkan kefir produksi konvensional memiliki koloni bakteri Gram negatif (*E.coli*) yang tumbuh sejumlah 10^2 CFU/mL.
2. Penerapan alat INUVINE meningkatkan produktivitas dan keuntungan bagi UKM Istiqomah dengan adanya peningkatan jumlah produksi sebesar 260% dan mengurangi waktu produksi sebesar 89% dibandingkan dengan metode konvensional.
3. Lama penyimpanan pada suhu refrigerator (4°C) memiliki pengaruh yang nyata terhadap perubahan parameter kualitas kefir wortel antara lain pH, total asam, viskositas dan warna. Pada penyimpanan terjadi penurunan pH, peningkatan total asam laktat, peningkatan viskositas, dan terjadi perubahan warna pada produk kefir wortel.

5.2 Saran

Perlu dilakukan percobaan fermentasi produk lainnya seperti yoghurt menggunakan alat INUVINE sehingga dapat diaplikasikan lebih luas. Selain itu juga diperlukan adanya penelitian lebih lanjut dengan waktu 3 bulan atau 4 bulan untuk melihat kualitas fisik dan kimia pada kefir wortel untuk mengetahui kelayakan produk untuk dikonsumsi oleh konsumen, serta pengujian pada parameter lainnya seperti jumlah bakteri asam laktat, konsentrasi alkohol, profil protein, atau kandungan antioksidan dari produk kefir wortel sebagai potensi pangan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Z., Yanping, W., Asif, A., Salman, T., Mehrun, N., Hajra, A., Asma, A., 2013. Kefir and Health: A Contemporary Perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 53: 422-434.
- Aini, Y., Suranto, Ratna, S. 2003. Pembuatan Kefir Susu Kedelai (*Glycine max*) dengan Variasi Kadar Susu Skim dan Inokulum. *BioSMART*. 5(2): 89-93.
- Almatsier Sunita. 2002. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta, Gramedia.
- Anandharaj, M., Sivasankari, B., Rani, R.P. 2014. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Hypercholesterolemia. *Chinese Journal of Biology*. 57:2754.
- Andriani, P., Agus, S., Yogi, S. 2013. Uji Metode Pengolahan Tanah terhadap Hasil Wortel (*Daucus carota* L.) Varietas Lokal Cisarua dan Takii Hibrida. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(5): 442-450.
- Azrimaidaliza. 2007. Vitamin A, Imunitas dan Kaitannya dengan Penyakit Infeksi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 1(2): 90-96.
- Bae, J. H., Hong, K. R., Oh, D. H., Park, J. R., and Choi, S.H. 2000. Fermentation Characteristic of Set-Type Yoghurt from Milk Added with Mugwort Extract. *Korean Journal of Food Science*. 20: 21-29.
- Belicova, A., Mikulasova, M., Dusinsky, R. 2013. Probiotic Potential and Safety Properties of *Lactobacillus plantarum* from Slovak Bryndza Cheese. *Journal of Biomedicine Research International*.
- Bertrand, T., Irene, A., Frederic, T., Kome, E.L., Theresa, A.N. 2016. Lactic Acid Bacteria from Traditionally Processed Corn Beer and Palm Wine Against Selected Food-Borne Pathogens Isolated In South West Region Of Cameroon. *African Journal of Microbiology Research*. 10(30): 1140-1147.
- Canyono, Bambang. 2002. *Wortel Teknik Budi Daya Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta, Kanisius.

Chamber, J. V. 1979. Culture and Processing Techniques Important to The Manufacture of Good Quality Yogurt. *Journal of Cultivation of Dairy Products*. 14: 28-34.

Chen, H-S., Wang, S.Y., Chen, M-J. 2008. Microbiological Study of Lactic Acid Bacteria in Kefir Grains by Cultured dependent and Cultured Independent Methods. *Food Microbiology*. 25: 492-501.

Chen, Y.P., Hsiao, P.J., Hong, W.S., Dai, T.Y., Chen, M.J. 2012. *Lactobacillus kefiranoferiens* M1 Isolated from Milk Kefir Grains Ameliorates Experimental Colitis In Vitro and In Vivo. *Journal of Dairy Science*. 95: 63-74.

Chung, C., Rojanasasithara, T., Mutilangi, W., McClements, D.J. 2016. Enhancement of Colour Stability of Anthocyanins in Model Beverages by Gum Arabic Addition. *Food Chemistry*. 201(15): 14–22.

Corona O., Randazzo W., Miceli A., Guarcello R., Francesca N., Erten H., Moschetti G. and Settanni L. 2016. Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *Journal LWT-Food Science and Technology*. 66 : 572-581.

Coyne, T., Ibiebele, T.I., Baade, P.D., Dobson, A., McClintock, C., Dunn, S., Leonard, D. and Shaw, J. 2005. Diabetes Mellitus and Serum Carotenoids: Findings of a Population-Based Study in Queensland, Australia. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 82: 685-693.

Desniar, Poernomo, D., Wijatur, W. 2009. Pengaruh Konsentrasi Garam pada Peda Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*) dengan Fermentasi Spontan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 12(1):73-87.

Dias, J.S. 2012. Major Classes of Phytonutriceuticals in Vegetables and Health Benefits: A Review. *Journal of Nutritional Therapeutics*. 1: 31-62.

Dias, J.S. 2012. Nutritional Quality and Health Benefits of Vegetables. A Review. *Food and Nutrition Sciences*. 3: 1354-1374.

Dong-Hyeon, K., Dana, J., Hyunsook, K., Kun-Ho, S. 2018. Modern Perspectives on The Health Benefits of Kefir In Next Generation Sequencing Era.



Improvement of The Host Gut Microbiota. *Journal of Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1-12.

Elisabeth, D.A. 2003. Pembuatan Yoghurt Sinbiotik dengan Menggunakan Kultur Campuran. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Earnworth, E.R. 2005. Kefir a Complex Probiotic. *Food Science and Technology*. 2: 117-1476-2137.

Fiorda, F., Gilberto, F., Vanete, T., Sudip, R., Carlos, S. 2016. Evaluation of a Potentially Probiotic Non-Dairy Beverage Developed with Honey and Kefir Grains: Fermentation Kinetics and Storage Study. *Journal of Food Science and Technology International*.

Gultom, Y.T., Siagian, A. and Lubis. 2015. Uji Daya Terima dan Nilai Gizi Mie Basah yang Dimodifikasi dengan Tempe dan Wortel (*Daucus carota L.*). *Jurnal Gizi, Kesehatan Reproduksi dan Epidemiologi*. 1(1).

Goncu, B., Asli, C., Mutlu, G., Serdar, A. 2017. Some Properties of Kefir Enriched with Apple and Lemon Fiber. *Mliekarstvo*. 67(3): 208-216.

Halasz, Anna. 2004. Lactic Acid Bacteria. *Food Quality and Standards*. 3: 1-6.

Hidayat, Nur, Masdiana dan Sri Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Hikmia, Z., Suprama, Suastika, G. 2012. Identifikasi Spesies *Meloidogyne* spp. Penyebab Umbi Bercabang pada Tanaman Wortel di Jawa Timur. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(3): 73-78.

Hildebrant, K. 2016. *The Guide to pH Measurement in Food & Drink*. Portland, Our Daily Brine.

Irigoyen, A., Arana, A., Casteilla, M., Torre, P., And Ibanez, F.C. 2005. Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristics of Kefir During Storage. *Food Chemistry*. 90: 613-620.

Jawetz, E., Melnick, J.L., Adelberg, E.A. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*, diterjemahkan oleh Mudiardi, E. Kuntaman, Wasito, E. B., Mertaniasih,



N. M., Harsono, S., Alimsardjono, L., Edisi XII, 327-335, 362-363. Jakarta. Penerbit Salemba Medika.

Julianto, B., Evy, R., Yusmarini. 2016. Karakteristik Kimiawi dan Mikrobiologi Kefir Susu Sapi dengan Penambahan Susu Kedelai. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*. 3(1): 1-11.

Kang, K. M. Park, C. S., and Lee, S. H. 2013. Effects of Dtagatose on The Growth of Intestinal Microflora and The Fermentation of Yogurt. *Journal of Korean Society Food Science Nutrition*. 42: 348- 354.

Karastogianni, S., Grousi, S., Sotiropoulos, S. 2016. pH: *Principles and Measurement*. Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Kasperczyk, S., Dobrakowski, M., Kasperczyk, J., Ostalowska, A., Zalejska-Florka J., Birkner, E. 2014. Beta-Carotene Reduces Oxidative Stress, Improves Glutathione Metabolism and Modifies Antioxidant Defense Systems In Lead-Exposed Workers. *Journal of Toxicology and Applied Pharmacology*. 280(1): 36-41.

Kobaek-Larsen, M., Rime, B., Lars, P., Issam, A., Xavier, F., Gunnar, B. 2017. Dietary polyacetylenes, falcarinol and falcarindiol, isolated from carrots prevents the formation of neoplastic lesions in the colon of azoxymethane-induced rats. *Journal of Food and Function*. 8: 964-974.

Lopitz-Otsoa, F., Rementeria, A., Elguezabal, N., Garaizar, J. 2006. Kefir: a symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities. *Revista Iberoamericana de Micologia*. 23:57-74.

Luby, C., Goldman, I. 2016. Improving Freedom to Operate in Carrot Breeding Through The Development of Eight Open Source Composite Population of Carrot (*Daucus carota* L. var. *sativus*). *Sustainability Journal*. 8: 479.

Lucia, Suci. 2008. Optimalisasi fermentasi asam kojat galur mutan *Aspergillus flavus* NTGA7A4UVE10. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok.

Manab, A. 2008. Kajian Sifat Fisik Yogurt Selama Penyimpanan pada Suhu 4 °C. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 3(1): 52-58.

Marshall, R.T. 1992. *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. Washington, DC. American Public Health Association.

Maryana, D. 2014. *Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap Jumlah Bakteri dan Keasaman Whey Fermentasi dengan menggunakan Kombinasi Lactobacillus plantarum dan Lactobacillus acidophilus*. Fakultas Peternakan Universitas Hasanudin. Makassar.

Mendes, F., Sieuwerts, S., de Hulster, E., Almering, M. J., Luttik, M. A., Pronk, J. T., & Daran-Lapujade, P. 2013. Transcriptome-based characterization of interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* in lactose-grown chemostat cocultures. *Applied and environmental microbiology*. 79(19): 5949-5961.

Miller, L. G., C. W. Kaspar. 1994. *Escherichia coli* O157:H7 acid tolerance and survival in apple cider. *Journal of Food Protection*. 57:460-464.

Mills, J.P., Simon, P.W. and Tanumihardjo, S.A. 2008. Biofortified Carrot Intake Enhances Liver Antioxidant Capacity and Vitamin A Status in Mongolian Gerbils. *Journal of Nutrition*. 138: 1692-1698.

Mital, P.R., Laxman, P.J. and Ramesshvar, P.K. 2011. Protective Effect of *Daucus carota* Root Extract against Ischemia Reperfusion Injury in Rats. *Pharmacology*. 1: 432-439.

Mokoena, M.P., Mutanda, T., Olaniran, A.O. 2016. Perspectives on The Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria from African Traditional Fermented Foods and Beverages. *Journal of Food Nutrition*. 60.

Muchtadi, T. dan F. Ayustaningwarno. 2010. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Bogor. Institut Pertanian Bogor Press

Muizuddin, M. and Zubaidah, E., 2015. Studi Aktivitas Antibakteri Kefir Teh Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn) dari Berbagai Merk Teh Daun Sirsak Dipasaran. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 1662-1672.

Mozzi, F., R. R. Raya, G. M. Vignolo. 2010. *New Approaches for The Study of Lactic Acid Bacteria Biodiversity: A Focus on Meat Ecosystem*. In;



Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications. Blackwell Publishing. Blackwell Publishing. 251-272.

Nasiru, A., Muhammad, B. F., Abdullahi, Z. 2011. Effect of Cooking Time and Potash Concentration on Organoleptic Properties of Red and White Meat. *Journal of Food Technology*. 9(4): 199-123.

Nicolle, C., Cardinault, N., Aprikian, O., Busserolles, J., Grolier, P., Rock, E., Demigne, C., Mazur, A., Scalbert, A., Amouroux, P. and Remesy, C. 2003. Effect of Carrot Intake on Cholesterol Metabolism and on Antioxidant Status in Cholesterol-Fed Rat. *European Journal of Nutrition*. 42: 254-261.

Nielsen S. 2014. *Food Analysis*. Washington, DC. Springer Science and Business Media.

Ningtyas, D.W., Elok, Z. 2009. Alih Teknologi Pembuatan Minuman Sehat Kefir d'carrota Kaya Vitamin A Berbasis Wortel Subgrade di Desa Ngaglik Batu, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pertanian*.

Norajit K., Laohakunjit N., Kerchoechuen O. 2007. Antibacterial Effect of Five Zingiberaceae Essential Oils. *Molecules*. 12:2047-2060.

Paseephol, T., Small, D., and Sherkt, F. 2008. Rheology and Texture of Set Yogurt as Affected by Inulin Addition. *Journal of Texture Study*. 39: 617-634.

Patil, M.V., Kandhare, A.D. and Bhise, S.D. 2012. Pharmacological Evaluation of Ethanolic Extract of *Daucus carota* Linn Root Formulated Cream on Wound Healing Using Excision and Incision Wound Model. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2: S646-S655.

Pertiwi, S.R., Novidahia, N., Amanah. 2017. Aplikasi Biji Kefir Air Sebagai Bahan Pengembang Roti Kukus. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda, Bogor.

Puerari, C., Magalhães, K.T., Schwan, R.F. 2012. New Cocoa Pulphased Kefir Beverages: Microbiological, Chemical Composition and Sensory Analysis. *Food Research International*. 48: 634-640.

Pusdatin. 2013. *Buletin Konsumsi Pangan*. [Pusdatin.setjen.pertanian.go.id/tinymce](http://pusdatin.setjen.pertanian.go.id/tinymce)



puk/gambar/file/buletin-konsumsi-TW4-2013.pdf. Diakses tanggal 2 Oktober 2016.

Quinto, E.J., Jiménez, P., Caro, I., Tejero, J., Mateo, J., Gírbes, T. 2014. Probiotic lactic acid bacteria: A review. *Food Nutrition Science*. 5: 1765–1775.

Rattray, F.P., O'Connell, M.J. 2011. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. USA, Academic Press.

Reiss, G., Kunz, P., Koin, D., Keefe E.B. 2006. *Escherichia coli* O157:H7 Infection in Nursing Homes: Review of Literature and Report of Recent Outbreak. *Journal of The American Geriatrics Society*. 54: 680-684.

Robinson, R.K., Tamime, A.Y. 1993. *Modern Dairy Technology Advances in Milk Products*. London, Elsevier Applied Science Publishers.

Samad, Yusuf. 2006. Pengaruh Penanganan Pasca Panen Terhadap Mutu Komoditas Hortikultura. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 8(1): 31-36.

Santhirasegaram, V., Zuliana R., Dominic S., Chandran S. 2015. Comparison of UV-C Treatment and Thermal Pasteurization On Quality of *Chokanan* Mango (*Mangifera indica* L.) Juice. *Journal of Food and Bioproducts Processing*. 94: 313-321.

Shiomi, M., Sasaki, K., Murofushi, M., Aibara, K. 1982. Antitumor Activity In Mice of Orally Administered Polysaccharide from Kefir Grain. *Japanese Journal of Medical Science and Biology*. 35(2): 75-80.

Simon, P.W. 2010. Breeding of Carrot. *Plant Breeding Reviews*. 19:157.

Singhal, G., Verma, V., Bhagvawant, S. S., & Srivastava, N. 2018. Fermentation Technology Prospecting on Bioreactors/Fermenters: Design and Types. *Principles and Applications of Fermentation Technology*. 65-83.

Sturgeon, Robert. 2007. *Encyclopedia of Life Science: Carbohydrates*. New Jersey. John Wiley & Sons.

Sung-Ho, Y., Ki-Seung, S., Sung-Sik, Y. 2013. Physicochemical Properties of Kefir Manufactured by a Two-Step Fermentation. *Korean Journal of Food Science Analysis*. 33(6): 744-751.

Susilorini, T. E dan M. E. Sawitri. 2005. *Produk-Produk Olahan Susu*. Jakarta. PT Penebar Swadaya.

Taher, M., Supramana, Gede, S. 2012. Identifikasi *Meloidogyne* Penyebab Penyakit Umbi Bercabang pada Wortel di Dataran Tinggi Dieng. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(1): 16-21.

Tama, Ishardita P. 2015. Analisa Potensi Ekowisata Industri Susu di Kota Batu dengan Pendekatan Manajemen Strategi. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang

Tamime, A.Y. 2006. *Production of Kefir, Koumiss and Other Related Products*. United Kingdom. Fermented Milk Blackwell Science Ltd.

Vardjan, T., Mohar, I., Rogeli, I., Canzek, M. 2013. Characterization and Stability of Lactobacilli and Yeast Microbiota In Kefir Grains. *Journal of Dairy Science*. 96(5). 2729-2736.

Walter, J. 2008. Ecological Role of Lactobacilli in The Gastrointestinal Tract: Implications for Fundamental and Biomedical Research. *Journal Application of Environmental Microbiology*. 74: 4985-4996.

Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta. Gramedia.

Xu, Z., Chang, L. 2017. Apiaceae or Umbelliferae. *Identification and Control of Common Weeds*. 3: 3-49. Singapore. Springer.

Yazid E. 2005. *Kimia Fisika untuk Paramedis*. Yogyakarta. Penerbit Andi.

Zajšek, K., Kolar, M., and Goršek, A. 2011. Characterisation of The Exopolysaccharide Kefiran Produced By Lactic Acid Bacteria Entrapped in Natural Kefir Grains. *International Journal of Dairy Technology*. 64: 544-548.